Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Estudios de Postgrado
Maestría en Artes en Gestión Industrial

PROPUESTA DE UN MODELO DE PLANIFICACIÓN DE LA DEMANDA QUE GARANTICE LA MEJORA DE LA PRECISIÓN DEL PRONÓSTICO DE VENTAS DE UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA UBICADA EN GUATEMALA, APLICANDO EL PROCESO S&OP

Ing. Arturo Rolando Alvarez Siliezar
Asesorado por Mtro. Ing. Oscar Amilcar Anabizca Flores

Guatemala, abril de 2024

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROPUESTA DE UN MODELO DE PLANIFICACIÓN DE LA DEMANDA QUE GARANTICE LA MEJORA DE LA PRECISIÓN DEL PRONÓSTICO DE VENTAS DE UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA UBICADA EN GUATEMALA, APLICANDO EL PROCESO S&OP

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ING. ARTURO ROLANDO ALVAREZ SILIEZAR
ASESORADO POR MTRO. ING. OSCAR AMILCAR ANABIZCA FLORES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

MAESTRO EN ARTES EN GESTIÓN INDUSTRIAL

GUATEMALA, ABRIL DE 2024

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. José Francisco Gómez Rivera (a. i.)
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Ing. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Ing. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN DE DEFENSA DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

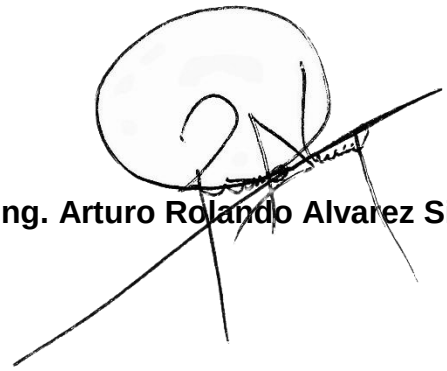
DECANO	Ing. José Francisco Gómez Rivera (a. i.)
EXAMINADORA	Mtra. Inga. Aurelia Anabela Córdova Estrada
EXAMINADOR	Mtro. Ing. Carlos Humberto Aroche Sandoval
EXAMINADORA	Mtra. Inga. Ericka Nathalie López Torres
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

PROPUESTA DE UN MODELO DE PLANIFICACIÓN DE LA DEMANDA QUE GARANTICE LA MEJORA DE LA PRECISIÓN DEL PRONÓSTICO DE VENTAS DE UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA UBICADA EN GUATEMALA, APLICANDO EL PROCESO S&OP

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha octubre 2023.



Ing. Arturo Rolando Alvarez Siliézar

Decanato
Facultad de Ingeniería
24189101- 24189102
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

LNG.DECANATO.OI.141.2024

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Estudios de Posgrado, al Trabajo de Graduación titulado: **PROPUESTA DE UN MODELO DE PLANIFICACIÓN DE LA DEMANDA QUE GARANTICE LA MEJORA DE LA PRECISIÓN DEL PRONÓSTICO DE VENTAS DE UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA UBICADA EN GUATEMALA, APLICANDO EL PROCESO S&OP,** presentado por: **Ing. Arturo Rolando Alvarez Siliezar,** que pertenece al programa de Maestría en artes en Gestión industrial después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DECANO a.i.
Facultad de Ingeniería

Ing. José Francisco Gómez Rivera

Decano a.i.

Guatemala, abril de 2024

JFGR/gaoc

Guatemala, abril de 2024

LNG.EEP.OI.141.2024

En mi calidad de Directora de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del asesor, verificar la aprobación del Coordinador de Maestría y la aprobación del Área de Lingüística al trabajo de graduación titulado:

"PROPUESTA DE UN MODELO DE PLANIFICACIÓN DE LA DEMANDA QUE GARANTICE LA MEJORA DE LA PRECISIÓN DEL PRONÓSTICO DE VENTAS DE UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA UBICADA EN GUATEMALA, APLICANDO EL PROCESO S&OP"

presentado por **Ing. Arturo Rolando Alvarez Siliezar** correspondiente al programa de **Maestría en artes en Gestión industrial** ; apruebo y autorizo el mismo.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DIRECTORA
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
FACULTAD DE INGENIERÍA

Mtra. Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Directora
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería

Guatemala, 9 de octubre de 2023

M.A. Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Directora
Escuela de Estudios de Postgrado
Presente

Estimada M.A. Inga. Cordova Estrada

Por este medio informo a usted, que he revisado y aprobado el **INFORME FINAL y ARTÍCULO CIENTÍFICO** titulado: **PROPUESTA DE UN MODELO DE PLANIFICACIÓN DE LA DEMANDA QUE GARANTICE LA MEJORA DE LA PRECISIÓN DEL PRONÓSTICO DE VENTAS DE UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA UBICADA EN GUATEMALA, APLICANDO EL PROCESO S&OP** del estudiante **Arturo Rolando Alvarez Siliezar** quien se identifica con número de carné **009517089** del programa de Maestría En Gestión Industrial.

Con base en la evaluación realizada hago constar que he evaluado la calidad, validez, pertinencia y coherencia de los resultados obtenidos en el trabajo presentado y según lo establecido en el ***Normativo de Tesis y Trabajos deGraduación aprobado por Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería Punto Sextoinciso 6.10 del Acta 04-2014 de sesión celebrada el 04 de febrero de 2014.*** Por lo cual el trabajo evaluado cuenta con mi aprobación.

Agradeciendo su atención y deseándole éxitos en sus actividades profesionales me suscribo.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
ESCUELA DE POSTGRADO
FACULTAD DE INGENIERIA
DE GUATEMALA

Msc. Ing. Carlos Humberto Aroche Sandoval
Coordinador
Maestria En Gestion Industrial
Escuela de Estudios de Postgrado

Guatemala, 9 de octubre de 2023

M.A. Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Directora
Escuela de Estudios de Postgrados
Presente

Estimada M.A. Inga. Cordova Estrada

Por este medio informo a usted, que he revisado y aprobado el Trabajo de Graduación y el Artículo Científico: **"PROPUESTA DE UN MODELO DE PLANIFICACIÓN DE LA DEMANDA QUE GARANTICE LA MEJORA DE LA PRECISIÓN DEL PRONÓSTICO DE VENTAS DE UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA UBICADA EN GUATEMALA, APLICANDO EL PROCESO S&OP"** de el/la estudiante **Arturo Rolando Alvarez Siliezar** del programa de **Maestría En Gestión Industrial** identificado(a) con número de carné 009517089.

Agradeciendo su atención y deseándole éxitos en sus actividades profesionales me suscribo.

Oscar Anabizca Flores
INGENIERO INDUSTRIAL
Col. 11997

Mtro. Ing. Oscar Amilcar Anabizca Flores
Colegiado No. 11997
Asesor de Tesis

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por amarme y siempre estar conmigo.
Mi abuela	Victalia Siliezar por literalmente dedicar su vida a cuidarnos y amarnos auténticamente.
Mis padres	Angela Siliezar y Rolando Alvarez por su amor, sus sabios consejos y sobre todo su ejemplar esfuerzo.
Mi esposa	Dora Villeda por ser mi fiel compañera de vida; por animarme y apoyarme genuinamente.
Mis hijos	Jose Daniel y María José Alvarez Villeda por ser el motor y la energía que impulsan mi vida.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser la oportunidad de esfuerzo y aprendizaje; así como el lugar de tantos gratos recuerdos.
Maestros	Docentes de la Escuela de Estudios de Postgrado: Mtro. Oscar Anabizca, Mtra. Jeannette Orozco, Mtra. Nathalie López y Mtra. Sindy Godínez, por ser mi guía en la culminación de la Maestría de Gestión Industrial.
Compañeros de maestría	Ingenieros Ana Castillo, Edwin Fuentes, Frisly Chiquitó y Luis Pedro García, por ser el mejor grupo y por su constante búsqueda de la excelencia.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES V
LISTA DE SÍMBOLOS VII
GLOSARIO IX
RESUMEN XVII
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA XIX
OBJETIVOS XXI
RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO XXIII
INTRODUCCIÓN XXXI

1. ANTECEDENTES 1

2. MARCO TEÓRICO 3
2.1. Antecedentes de la empresa 3
2.1.1. Giro de negocio 3
2.1.2. Cadena de abastecimiento 4
2.1.3. Diseño de la cadena de suministro 5
2.2. Proceso y estructura de comercialización 5
2.2.1. Proceso de comercialización 5
2.2.2. Estructura de comercialización 6
2.3. Planificación de ventas y operaciones (S&OP) 7
2.3.1. Modelo S&OP 8
2.3.1.1. Plan de demanda 9
2.3.1.2. Plan de suministro 9
2.3.1.3. Reunión previa S&OP 9
2.3.1.4. Reunión ejecutiva 10

2.3.1.5. Madurez del proceso 10
2.3.1.5.1. Colaboración 13
2.3.1.5.2. Organización 14
2.3.1.5.3. Mediciones 14
2.3.1.5.4. Tecnología 14
2.3.1.5.5. Integración 15
2.3.2. Pronóstico de ventas 15
2.3.2.1. Familias y marcas de productos 17
2.3.2.2. Canales de ventas 18
2.3.2.3. Catálogo de productos 18
2.3.2.4. Clasificación ABC 19
2.3.2.5. Sistema logístico de distribución 19
2.3.2.6. Recolección de datos 19
2.3.2.7. Limpieza de datos 20
2.3.2.8. Métodos estadísticos de pronósticos 20
2.3.2.9. Medidas de error de pronósticos 22
2.3.2.10. *Software* de pronóstico ForecastPro® 22
2.3.2.11. Modelo de generación de pronósticos 23
2.3.2.12. Consolidación de pronósticos 23
2.3.3. Planificación de la demanda 23
2.3.3.1. Horizonte de planificación 24
2.3.3.2. Calendario de planificación 24
2.3.3.3. Integrantes de reunión de demanda 25
2.3.3.4. Plan de demanda consensuado 25
2.3.4. Puntos críticos de planificación de demanda 25
2.3.4.1. Nuevos productos 26
2.3.4.2. Productos *In&Out* 26

2.3.4.3. Promociones 26
2.3.4.4. Precios 27
2.3.4.5. Historial del *back order* 27
2.3.5. Beneficios de un modelo de planificación 28
2.3.5.1. Cumplimiento de Ventas 28
2.3.5.2. Disminución de faltantes de producto .. 29
2.3.5.3. Reducción de inventarios de producto 29
2.3.5.4. Previsión de la capacidad instalada 29

3. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN 31
3.1. Metodología 31
3.1.1. Fase 1. Revisión documental 31
3.1.2. Fase 2. Verificación de procesos 32
3.1.3. Fase 3. Identificación de puntos críticos 32
3.1.4. Fase 4. Evaluación de los beneficios 32
3.2. Técnicas de análisis de información 33
3.2.1. Fase 1. Revisión documental 33
3.2.2. Fase 2. Verificación de procesos 33
3.2.3. Fase 3. Identificación de puntos críticos 34
3.2.4. Fase 4. Evaluación de los beneficios 34

4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS 37
4.1. Objetivo 1. Revisión del procedimiento usado 37
4.2. Objetivo 2. Identificación de puntos críticos 39
4.3. Objetivo 3. Evaluación de beneficios 43
4.4. Objetivo general diseño del modelo de planificación 47

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS 49

5.1. Objetivo 1. Revisión del procedimiento usado.....49
5.2. Objetivo 2. Identificación de puntos críticos 50
5.2.1. Nivel de madurez usado.....54
5.2.2. Nivel de madurez deseado.....54
5.2.3. Análisis de brechas 55
5.3. Objetivo 3. Evaluación de beneficios.....59
5.3.1. Evaluación del modelo usado.....59
5.3.2. Evaluación del modelo deseado.....60
5.3.3. Evaluación del modelo deseado y consensuado.....61
5.4. Objetivo general diseño del modelo de planificación.....62

CONCLUSIONES.....65
RECOMENDACIONES.....67
REFERENCIAS.....69
APÉNDICES.....73

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

Figura 1. Actividades de la cadena de abastecimiento 4
Figura 2. Proceso de comercialización 6
Figura 3. Estructura de comercialización 7
Figura 4. Fases del modelo S&OP 8
Figura 5. Patrones generales de demanda regular 21
Figura 6. Procedimiento de planificación de demanda usado 39
Figura 7. Procedimiento de planificación de demanda deseado 48

TABLAS

Tabla 1. Matriz de consistencia de variables e indicadores XXVI
Tabla 2. Nivel de madurez del proceso S&OP de Grimson & Pyke 11
Tabla 3. Claves para mejorar el pronóstico de Mentzer 15
Tabla 4. Auditorías SGC del proceso de demanda usado 37
Tabla 5. Indicadores del pago variable del proceso de demanda usado ... 38
Tabla 6. Análisis estadístico descriptivo de las encuestas 40
Tabla 7. Análisis Baremo de dimensiones de las encuestas 41
Tabla 8. Análisis GAP entre el nivel de madurez usado y deseado. 42
Tabla 9. Resultado de la simulación del proceso usado 43
Tabla 10. Resultado de la simulación del proceso deseado 44
Tabla 11. Análisis de prioridades ABC-XYZ 45
Tabla 12. Resultado de la simulación del proceso consensuado 46
Tabla 13. Comparativo de las simulaciones 47

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
ACB	Análisis de cierre de brechas
XYZ	Clasificación de productos por variabilidad
ABC	Clasificación de productos por volumen de venta
CM	Claves de mejora del pronóstico
K	Coeficiente de curtosis
S	Coeficiente de asimetría
σ	Desviación estándar poblacional
e	Error de estimación máximo esperado
WMAPE	Error del pronóstico ponderado
MAPE	Error del pronóstico promedio
σ_x	Error estándar de la media
t	Evento o producto analizado
PMBOK	Guía de fundamentos para dirección de proyectos
KPI	Indicadores clave de desempeño
Z	Nivel de confianza
NM	Nivel de madurez S&OP
ISO	Norma internacional de gestión de calidad
BOt	Pedidos insatisfechos del evento t
BO Rate	Pedidos insatisfechos versus venta real
ERP	Planificación de recursos empresariales
S&OP	Planificación de ventas y operaciones
FA	Precisión del pronóstico
MTO	Producción bajo pedido

MTS	Producción por inventario
Pt	Pronóstico del evento t en el periodo analizado
ROI	Retorno sobre la inversión
BIAS	Sesgo del error del pronóstico
SGC	Sistema de gestión de calidad
n	Tamaño de la muestra o eventos analizados
N	Tamaño de la población o eventos analizados
TIC	Tecnologías de la información y la comunicación
SKU	Unidad de mantenimiento de inventario
Vt	Venta real del evento t en el periodo analizado

GLOSARIO

Análisis de cierre El análisis de cierre de brechas (ACB) es un proceso que implica identificar diferencias entre el estado actual de un proceso y el estado deseado, y luego desarrollar un plan para cerrar esas brechas.

Asimetría Este coeficiente indica el grado de asimetría de los datos respecto de su media. Una asimetría positiva indica un sesgo izquierdo respecto de la media y una asimetría negativa indica un sesgo derecho.

BIAS Una medida que indica la dirección o sesgo de los errores de pronóstico en relación con las ventas reales.

Back order Pedidos pendientes de despacho debido a la falta de inventario en el momento de la solicitud.

Building blocks Son eventos que permiten incrementar el volumen de ventas en un porcentaje determinado.

Cadena de suministro La secuencia de procesos y actividades involucrados en la producción y distribución de productos o servicios, desde la materia prima hasta el consumidor final.

Canales de venta	Diferentes vías a través de las cuales se comercializan y venden productos, como canales tradicionales, modernos, de industria e institucionales. Cada canal puede tener diferentes patrones de demanda.
Catálogo de productos	Documento que contiene una lista organizada de todos los productos disponibles para la venta, junto con sus características y propiedades. Ayuda a ofrecer opciones de compra a los clientes.
Claves de mejora	Factores o aspectos identificados que pueden influir en la precisión del pronóstico de ventas y que requieren mejoras.
Clasificación ABC	Técnica de clasificación que categoriza productos en función de su importancia y demanda. Por lo general, los productos A tienen el 85 % de la venta acumulada, los B hasta el 95 % y los C completan el 100 % de la venta acumulada.
Clasificación XYZ	Técnica de clasificación que categoriza productos en función de su covarianza. Por lo general, los productos X tienen una covarianza menor al 30 %, los productos Y de 30 a 50 % y los productos C mayor a 50 %.
Coeficiente de curtosis	Mide el grado de elevación o achatamiento de los datos respecto a la distribución normal (K>0 leptocúrtica, K=0 mesocúrtica y K<0 es platicúrtica).

Colaboración	Dentro del contexto del S&OP, se refiere a la calidad de las reuniones y colaboraciones entre los diferentes roles clave del proceso. Va desde la falta de colaboración hasta una colaboración efectiva y estructurada entre los participantes del S&OP.
Consolidación	El proceso de combinar pronósticos individuales para obtener un pronóstico total preciso para una empresa o región.
Diagrama SIPOC	Un diagrama que representa el proceso desde el inicio hasta el final, incluyendo los Proveedores, Insumos, Procesos, Salidas y Clientes.
Días de inventario	La cantidad de días que una organización puede mantener sus existencias antes de agotarlas, lo que refleja la eficiencia de la gestión del inventario.
ERP	La planificación de recursos empresariales, también conocida como ERP, es un sistema que ayuda a automatizar y administrar los procesos empresariales de distintas áreas: finanzas, fabricación, venta al por menor, cadena de suministro, recursos humanos y operaciones.
Forecast accuracy	La forma más común de medir la precisión de un pronóstico (*forecast accuracy*) es comparar los resultados del pronóstico contra los valores reales del siguiente periodo.

Familias de productos	Agrupación de productos similares en categorías o familias con características específicas. Los pronósticos de ventas se pueden realizar para cada familia o marca de productos para comprender su demanda única.
Flujo de caja	La entrada y salida de efectivo en una empresa durante un período específico, lo que refleja su salud financiera.
Hito	Momento importante en el desarrollo de un proceso o proyecto.
Integración	En el contexto del S&OP, se refiere a la integración de la demanda y el suministro para optimizar el proceso. Va desde una respuesta reactiva hasta la optimización de beneficios mediante la consideración de múltiples escenarios y variables.
KPI	Indicador clave de desempeño son los indicadores o valores cuantitativos que se pueden medir, comparar y monitorear, con el fin de exponer el desempeño de los procesos y trabajar en las estrategias de un negocio.
Limpieza de datos	Proceso de depuración y corrección de datos recopilados para eliminar valores incorrectos o incompletos para garantizar la precisión de los datos de ventas.

MAPE	El error del pronóstico promedio (MAPE por sus siglas en inglés), es una medida relativa que escala esencialmente la MAD para que se muestre en unidades de porcentaje en lugar de en unidades de la variable.
Mediciones	Se refiere a cómo se mide la eficiencia y el desempeño del proceso S&OP. Incluye la falta de medición, así como la medición continua de indicadores clave de desempeño (KPI) y la mejora de estos.
Métodos estadísticos	Herramientas matemáticas utilizadas para calcular pronósticos de ventas. Los métodos estadísticos incluyen técnicas de proyección histórica.
Medidas de error	Indican la diferencia entre los valores pronosticados y los valores reales. En esta investigación, se utilizan MAPE y WMAPE para evaluar la precisión de los pronósticos.
Modelo S&OP	Modelo de planificación de ventas y operaciones utilizado para balancear la demanda de ventas y la oferta de abastecimiento.
Nivel de madurez	Una medida que evalúa el nivel de desarrollo y eficiencia del proceso de planificación de ventas y operaciones (S&OP) en una organización.

Organización	En el contexto del S&OP, se relaciona con la estructura organizativa que define responsabilidades y roles específicos en el proceso. Evoluciona desde la ausencia de responsabilidades S&OP hasta una organización bien definida que reconoce los beneficios del S&OP.
Plan de demanda	Primera reunión del modelo S&OP en donde se revisan y ajustan los pronósticos de ventas basados en datos históricos, considerando factores como *building blocks*, *marketing* e inteligencia de mercado.
Plan de suministro	Segunda reunión del modelo S&OP en donde se presenta un plan que considera las restricciones de capacidad de producción, recursos, inventarios y tiempos de entrega para satisfacer la demanda prevista.
Plan maestro	Un plan detallado que especifica cómo se producirán y programarán los productos para satisfacer la demanda prevista.
Producto In&Out	Término que se refiere a productos destinados a entrar y salir rápidamente del mercado.
Pronóstico de ventas	Es la estimación de las ventas futuras de una empresa. El pronóstico de ventas es esencial para el buen funcionamiento de la cadena de abastecimiento.

Recolección de datos Proceso de recopilación de información sobre las ventas y la demanda de productos. Los datos se recopilan de diferentes nodos o puntos de recolección.

Reunión ejecutiva Cuarta y última reunión del modelo S&OP en la que la alta dirección de la empresa resuelve los conflictos entre la demanda y el suministro y revisa el desempeño histórico y los indicadores de rendimiento.

Reunión previa S&OP Tercera reunión del modelo S&OP en la que se revisan y validan el plan de demanda y los planes de suministro para garantizar que estén en equilibrio y sean consistentes con los costos.

Simulación Evaluación de un modelo o procedimiento propuesto mediante la generación y evaluación de resultados hipotéticos.

Sistema de gestión El sistema de gestión de calidad es un conjunto de políticas, procesos y procedimientos utilizados por una organización para garantizar que sus productos o servicios cumplan con los estándares de calidad y satisfagan las necesidades de los clientes.

Tecnología Dentro del S&OP, se relaciona con el uso de tecnologías de la información que respaldan el proceso. Comprende desde el uso de hojas de cálculo aisladas hasta sistemas ERP con información en tiempo real y *software* estadístico.

WMAPE	El error del pronóstico ponderado (WMAPE por sus siglas en inglés), asigna el peso correspondiente a cada producto, dependiendo del volumen de venta dentro del grupo.

RESUMEN

En 2022, el 648.4 % del error del pronóstico promedio generó el 62.4 % de los pedidos insatisfechos de producto terminado en una Industria Alimenticia ubicada en Guatemala. Esto se debió a que el pronóstico preciso de ventas tenía la función de garantizar un aprovisionamiento adecuado en toda la cadena de suministro; desde los proveedores hasta los clientes.

Este trabajo de investigación tenía como objetivo principal diseñar un modelo de planificación de la demanda que garantizara la mejora de la precisión del pronóstico de ventas de dicha industria alimenticia, aplicando el proceso S&OP. Por medio del desarrollo de las siguientes fases de estudio: la revisión de los procesos utilizados para la planificación de la demanda, la verificación de los procesos utilizados, la identificación de los puntos críticos del modelo utilizado y la evaluación de los beneficios del modelo propuesto.

El enfoque de la investigación que se utilizó fue mixto, ya que se utilizaron métodos cualitativos y cuantitativos para la recopilación de la información. Entre las variables cualitativas se utilizaron el nivel de madurez del proceso S&OP de Grimson & Pyke, las claves de mejora del pronóstico de Mentzer y el análisis GAP; a través del uso de encuestas. Mientras que entre las variables cuantitativas se encontraron el error del pronóstico promedio (MAPE), el error del pronóstico ponderado (WMAPE), el sesgo de error del pronóstico (BIAS), la precisión del pronóstico (FA) y los pedidos insatisfechos (BO). El diseño utilizado para esta investigación fue no experimental, pues se descargaron los datos históricos mensuales de las ventas desde el ERP y posteriormente se emplearon

métodos estadísticos para su análisis; para ello, se utilizó el *software* ForecastPro® en modo experto con el fin de reducir el error del pronóstico.

Finalmente, se diseñó un modelo de planificación de la demanda de ocho pasos que garantizó la mejora de la precisión del pronóstico de ventas de esta industria alimenticia; como lo demostraron los beneficios encontrados por medio de una simulación de resultados. Además, se identificaron siete puntos críticos que afectaron la precisión del pronóstico, y se estableció una matriz de 5 indicadores para medir la efectividad del proceso de planificación de la demanda.

El aporte de este trabajo de investigación consistió en mostrar un método adecuado para la implementación del proceso S&OP. Este esquema de solución promovió el uso de procesos y herramientas de la gestión de la cadena de suministros, utilizados por empresas de categoría mundial. La implementación del modelo propuesto permitirá sincronizar los planes de la organización, alinear los recursos y las capacidades para incrementar el rendimiento de las ventas.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

- Contexto general

En 2022, el 648.4 % del error del pronóstico promedio generó el 62.4 % de los pedidos insatisfechos de producto terminado en dicha Industria Alimenticia ubicada en Guatemala; otras causas de los pedidos insatisfechos fueron temas de mala distribución del producto (23.5 %), incumplimiento de producción (9.3 %), desabastecimiento de materiales (4.0 %) y otros (0.9 %).

La empresa no avanzó en la solución del problema del error del pronóstico de ventas debido a: la alta rotación del jefe de planificación de demanda, las reuniones de ventas se centraron únicamente en la disponibilidad de los productos, el cumplimiento de ventas se midió solamente respecto del presupuesto y no en función del pronóstico de ventas. No se intentó resolver el problema, por lo que el problema persistió.

- Descripción del problema

Dentro de las causas de la baja precisión del pronóstico se encontraba la falta de un *software* especializado y la poca capacitación en la elaboración de pronósticos, la ausencia de segmentación del mercado por familias de productos, así como la carencia de una política de pago variable al equipo de ventas. Las consecuencias inmediatas que generaba este problema se reflejaban en un mal servicio a los clientes y los conflictos interdepartamentales debido a los excesos y agotamientos de inventario de productos terminados.

- Pregunta central

¿Cuál es el modelo de planificación de la demanda que garantiza la mejora de la precisión del pronóstico de ventas de una Industria alimenticia ubicada en Guatemala?

- Preguntas auxiliares o de investigación

    - ¿Cómo se elabora el pronóstico de ventas dentro del modelo usado para la planificación de la demanda de esta industria alimenticia ubicada en Guatemala?

    - ¿Cuáles son los puntos críticos del modelo usado que ocasionan una baja precisión del pronóstico de ventas de dicha industria alimenticia ubicada en Guatemala?

    - ¿Qué beneficios se obtienen mediante la simulación del modelo propuesto para la planificación de la demanda de esta industria alimenticia ubicada en Guatemala?

- Delimitación del problema

Aunque el estudio de investigación es sobre una industria alimenticia multinacional, ubicada en la zona 12 de la ciudad de Guatemala, el mismo se delimitó dentro del mercado y comercialización de Guatemala; iniciando dicha investigación desde noviembre 2022 hasta octubre 2023, en las instalaciones del departamento de planificación de la demanda.

OBJETIVOS

General

Diseñar un modelo de planificación de la demanda que garantice la mejora de la precisión del pronóstico de ventas de una industria alimenticia ubicada en Guatemala.

Específicos

1. Revisar el procedimiento de elaboración del pronóstico de ventas dentro del modelo usado para la planificación de la demanda de esta industria alimenticia ubicada en Guatemala.

2. Identificar los puntos críticos del modelo usado que ocasionan una baja precisión del pronóstico de ventas de dicha industria alimenticia ubicada en Guatemala.

3. Evaluar los beneficios que se obtienen mediante la simulación del modelo propuesto para la planificación de la demanda de esta industria alimenticia ubicada en Guatemala.

RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO

En esta investigación se utilizó una metodología con enfoque de investigación mixta, con un alcance descriptivo y con un diseño no experimental. Y debido a que se recomendó un nuevo modelo de planificación de la demanda, el estudio que se realizó fue de tipo transversal y longitudinal.

- Características del estudio

El enfoque de la investigación que se utilizó fue mixto, porque se utilizaron métodos cualitativos y cuantitativos para la recopilación de la información. Se examinaron las variables cualitativas por medio del análisis y auditoría de los procedimientos de planificación de la demanda y de la elaboración del pronóstico consensuado de ventas. Además, se revisaron las variables cuantitativas por medio del análisis de los datos históricos de ventas.

El diseño utilizado para esta investigación fue no experimental, pues se descargaron los datos históricos mensuales de ventas del ERP (*Enterprise Resource Planning*) utilizado en dicha industria alimenticia y posteriormente se usaron métodos estadísticos para su análisis; para ello, se utilizó un *software* ForecastPro® modo experto para conseguir disminuir el error del pronóstico.

El tipo de estudio que se utilizó para su periodo y secuencia fue transversal y longitudinal. Transversal porque se analizó el proceso de planificación de la demanda. Longitudinal porque se usó información histórica de ventas de cuatro años y se realizó una simulación anual, con la que se encontró los beneficios del modelo de planificación de demanda propuesto.

También se consideró que la solución de este problema de investigación tenía un alcance descriptivo; ya que, se revisaron y auditaron los procedimientos escritos de dicha industria alimenticia dentro de su modelo de gestión de calidad. De igual forma, se diseñó un modelo propuesto para la planificación de la demanda y la elaboración del pronóstico de ventas, basado en el modelo S&OP.

- Variables e indicadores

Las variables que se utilizaron en este trabajo de investigación fueron de carácter cualitativo y cuantitativo. Entre las variables cualitativas se utilizaron el nivel de madurez del proceso S&OP y las claves de mejora del pronóstico. Y entre las variables cuantitativas se encontraron el error del pronóstico promedio, el error del pronóstico ponderado, el sesgo del error del pronóstico, la precisión del pronóstico y los pedidos insatisfechos.

  - Nivel de madurez del proceso S&OP: se definió el nivel de madurez del proceso de planificación de la demanda por medio de encuestas que se basaron en el nivel de madurez del proceso *S&OP* de Grimson & Pyke (ver tabla 2); evaluando las cinco dimensiones de: reuniones y colaboraciones, organización, mediciones, tecnología de la información e integración (Apéndice 2).

  - Claves de mejora del pronóstico: por medio de encuestas, se encontró las áreas de mejora del procedimiento del pronóstico, para ello se usó la tabla 3 claves de mejora del pronóstico de Mentzer; con el que se evaluó diez aspectos importantes (Apéndice 2).

  - Análisis GAP: el análisis GAP o análisis de brechas permitió comparar el nivel de madurez del proceso de planificación de la

demanda contra el nivel de madurez deseado por la gerencia general (Tabla 8). Se definieron las brechas y se estableció un procedimiento deseado.

- Error del pronóstico promedio (MAPE): el error de pronóstico midió la divergencia entre la venta real y el valor pronosticado previamente, para dicho periodo específico. Hubo muchas formas de calcular el error del pronóstico, pero en este trabajo de investigación se utilizó el indicador *MAPE (mean absolute percentage error)* y según Wilson & Keating (2009), se calculó como lo indicó la matriz de consistencia (ver Tabla 1).

- Error del pronóstico ponderado (WMAPE): cuando se determinó el error de pronóstico de un conjunto de productos con MAPE se asignó el mismo peso a todos los eventos. Para corregir este sesgo se utilizó una versión mejorada llamada *WMAPE (weighted mean absolute percentage error)* que asignó un peso a cada producto en función de su volumen de venta. Según Wilson & Keating (2009), se calculó como lo indicó la matriz de consistencia (ver Tabla 1).

- Sesgo del error del pronóstico (BIAS): debido a que tanto el *MAPE (mean absolute percentage error)* como el WMAPE (*weighted mean absolute percentage error*) se basaron en el error absoluto, ambos sumaron de forma indistinta los errores del pronóstico hacia abajo y los errores hacia arriba, respecto de la venta real. El BIAS estableció la dirección o sesgo del pronóstico, teniendo en cuenta si el pronóstico generado estuvo por debajo o por encima de la venta real; según Chopra & Meindl (2008), se calculó según la Tabla 1.

Tabla 1.

Matriz de consistencia de variables e indicadores

Objetivos específicos	Variable	Tipo de Variable	Indicador	Técnica de recolección
Revisar el procedimiento del modelo usado para la planificación de la demanda Identificar los puntos críticos del modelo de planificación usado	% Cump. auditorias	Cuantitativa	Promedio de los % obtenidos en las auditorías que se realizaron, en el periodo evaluado.	Sistema de gestión SGC
	% Cump. pago variable	Cuantitativa	Promedio de los % obtenidos, en el periodo mensual evaluado.	Sistema de gestión SGC
	Nivel de Madurez S&OP	Cualitativa	% nivel madurez S&OP usado % nivel madurez S&OP deseado	Encuesta Minuta Gerencial
	Población y Muestra	Cuantitativa	$n = \frac{N\sigma^2 Z^2}{e^2(N-1)+\sigma^2 Z^2}$	RRHH Datos ERP
	Media Aritmética	Cuantitativa	$\bar{X} = \frac{\sum_{t=1}^{N} x_t}{n}$	Encuestas Datos ERP
	Desviación Estándar	Cuantitativa	$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{N}(x_t - \bar{X})^2}{n-1}}$	Encuestas Datos ERP
	Error Estándar	Cuantitativa	$\sigma_X = \sigma/\sqrt{n}$	Encuestas
	Coeficiente Asimetría	Cuantitativa	$S = \frac{n}{(n-1)(n-2)}\sum_{t=1}^{n}\left(\frac{x_T - \bar{X}}{\sigma}\right)^3$	
	Coeficiente Curtosis K		$K = \frac{n(n+1)}{(n-1)(n-2)(n-3)}\sum_{t=1}^{n}\left(\frac{x_t - \bar{X}}{\sigma}\right)^4 - \frac{3(n-1)^2}{(n-2)(n-3)}$	

Continuación de la tabla 1.

Objetivos específicos	Variable	Tipo de Variable	Indicador	Técnica de recolección
Evaluar los beneficios que se obtienen mediante la simulación del modelo propuesto para la planificación de la demanda	Error del Pronóstico	Cuantitativa	$MAPE = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n}\left\|\frac{V_t - P_t}{V_t}\right\|$	Datos ERP, ForecastPro
			$WMAPE = \sum_{t=1}^{n}\left\|\frac{V_t - P_t}{V_t}\right\| x \left(\frac{Vt}{\sum Vt}\right)$	Datos ERP, ForecastPro
	Sesgo del Pronóstico	Cuantitativa	$BIAS = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n}\frac{P_t - V_t}{V_t}$	Datos ERP, ForecastPro
	Precisión del Pronóstico	Cuantitativa	$FA = 1 - \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n}\left\|\frac{V_t - P_t}{V_t}\right\|$	Datos ERP, ForecastPro
	Back order	Cuantitativa	$\%BO = \sum_{t=1}^{n} BO_t/V_t$	Datos ERP, ForecastPro

Nota. La tabla muestra la relación entre los objetivos, las variables, las fórmulas y las técnicas de recolección utilizados en este trabajo de investigación. Elaboración propia, realizado con Word.

- Precisión del pronóstico (FA): la confiabilidad del pronóstico midió el grado de proximidad entre la venta real y el valor previamente pronosticado, para dicho periodo específico. Dado que en este trabajo de investigación se utilizó el MAPE para encontrar el error de pronóstico, la confiabilidad del pronóstico según Sinha, Mane, Kusters & Jandhyala (2018) se calculó como lo indicó la matriz de consistencia (ver Tabla 1).

- Back *order rate* (BO *rate*): el *back order* se refería a los pedidos pendientes de despacho por falta de inventario. Era importante conocerlos porque formaban parte de la demanda y, por lo tanto, afectaban el pronóstico de venta. En este trabajo de investigación, los datos relacionados con el back

order se obtuvieron del ERP y se calculó su proporción en función de las ventas; según Wilson & Keating (2009), se calculó como lo indicó la matriz de consistencia (Tabla 1).

- Fases de la investigación

Entre las técnicas de análisis de información usadas durante las fases de investigación están: el análisis estadístico descriptivo, el análisis baremo, el análisis GAP, el análisis de series temporales y el análisis de escenarios. Este trabajo de investigación se realizó por medio del desarrollo de las siguientes fases de estudio.

  - Fase 1. Revisión documental: durante esta fase se revisaron los procedimientos dentro del sistema de gestión de calidad, de dicha industria alimenticia. Los procedimientos específicos que se evaluaron son todos aquellos que tienen relación con el proceso de la planificación de la demanda y con la elaboración del pronóstico; y se revisó también los descriptores de puestos.

  - Fase 2. Verificación de procesos: en esta fase se desarrolló el diagrama SIPOC del proceso usado de planificación de la demanda, de acuerdo con los procedimientos descritos dentro del sistema de gestión de calidad. Luego se confirmó si se cumple el procedimiento y el descriptor de puestos, por medio de las auditorías de gestión de calidad y el cumplimiento de los indicadores respectivamente; esto permitió hacer una verificación del diagrama SIPOC del proceso usado.

- Fase 3. Identificación de puntos críticos: se diseñaron las encuestas para la recolección de la información con el objetivo de determinar el nivel de madurez S&OP del proceso usado para la planificación de la demanda, de dicha industria alimenticia; también se diseñó la encuesta de las claves de mejora del pronóstico. Posteriormente se definió el nivel de madurez S&OP deseado por gerencia general. Considerando los niveles de madurez usado y deseado, se definieron los puntos críticos y el plan de acción; por medio de la realización de un análisis GAP.

- Fase 4. Evaluación de los beneficios: tomando en consideración los puntos críticos y el plan de acción, se diseñó un procedimiento propuesto para la planificación de la demanda; para ello, se desarrollaron los diagramas SIPOC del modelo deseado o propuesto. En seguida se realizó una simulación para evaluar la efectividad del modelo usado y el modelo propuesto para la planificación de la demanda y así se determinó los beneficios que podrán ser alcanzados.

- Población y muestra

En este trabajo de investigación la población en estudio abarca todos los productos que se han vendido durante los 4 años del 2019 al 2022; durante este periodo se han vendido un total de 611 productos; y con una población de 71 colaboradores. Se usó un muestreo estadístico, con nivel de confianza del 95 %, error de estimación máximo de 5 % y una desviación estándar poblacional de 0.5.

INTRODUCCIÓN

El objetivo de esta investigación de sistematización fue diseñar un modelo de planificación de la demanda que garantizara la mejora de la precisión del pronóstico de ventas de una industria alimenticia ubicada en Guatemala. Estuvo situada en la línea de investigación de Sistemas Integrados de Gestión en el área de Gestión de la Cadena de Suministros de la Maestría de Gestión Industrial de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

El incremento del error del pronóstico estaba generando un aumento en los faltantes de producto terminado y, como resultado, las quejas de los clientes se estaban incrementando. Por lo tanto, en su momento, se consideró de suma importancia diseñar un modelo de planificación de la demanda que permitiera mejorar la precisión del pronóstico de ventas. Para lograrlo, se aplicaría el proceso de planificación de ventas y operaciones (S&OP). El aporte de este trabajo consistía en mostrar un método adecuado para la implementación del proceso S&OP.

El esquema de solución implicó revisar el modelo utilizado para la planificación de la demanda, con el propósito de encontrar el nivel de madurez dentro del proceso de planificación de ventas y operaciones (S&OP). Luego, se estableció un modelo propuesto de planificación de la demanda que permitiera alcanzar el nivel de madurez S&OP deseado y así mejorar los puntos críticos que provocaban la disminución de la precisión del pronóstico. La efectividad del modelo propuesto fue evaluada con datos históricos, mediante una simulación; si el modelo propuesto resultó efectivo, permitiría la mejora de los indicadores de la empresa alimenticia en cuestión.

Este trabajo de investigación se completó con cinco capítulos que se detallaban a continuación:

Capítulo 1. En los antecedentes, se presentó la revisión de las investigaciones de maestría a nivel nacional e internacional relacionada con este trabajo de investigación; y los resultados que obtuvieron. También proporciona orientación sobre las diferentes metodologías que se usaron en el mejoramiento del error del pronóstico.

Capítulo 2. En el marco teórico, se desarrollaron todos los conceptos que fueron utilizados para entender el tema de investigación. Entre los temas están: cadena de abastecimiento, estructura de comercialización, canales de venta, proceso S&OP, nivel de madurez S&OP, plan de demanda, pronóstico de ventas, claves de mejora del pronóstico, métodos estadísticos de pronósticos, *software* ForecastPro®, error del pronóstico, pronóstico consensuado, *building blocks*, entre otros.

Capítulo 3. El desarrollo de la Investigación se explicó en función de las fases de investigación: revisión documental, verificación de procesos, identificación de puntos críticos y evaluación de los beneficios. En la metodología se describieron las técnicas de recolección de información utilizadas en la investigación, como el análisis de documentos, las encuestas y el análisis de datos secundarios del sistema ERP. En el siguiente apartado se describieron las técnicas de análisis de información, como el análisis estadístico descriptivo, el análisis de series temporales y el análisis de riesgos.

Capítulo 4. En la presentación de resultados se mostraron las gráficas y las tablas que resumieron los datos relacionados con la planificación de la demanda, que incluyeron las auditorías del SGC, los indicadores de proceso, el

análisis estadístico de las encuestas, el análisis GAP de los procesos, los pronósticos de ventas, el análisis ABC-XYZ, el resultado de las simulaciones de los procesos, y el proceso propuesto para la planificación de la demanda.

Capítulo 5. En la discusión de resultados se realiza el análisis detallado de la información de la presentación de los resultados. Se analizó el procedimiento de planificación de la demanda usado, se encontraron los puntos críticos que causan mayor impacto en la precisión del pronóstico y se simuló los beneficios obtenidos al mejorar el procedimiento de planificación de la demanda.

El desarrollo de los antecedentes, el marco teórico, el desarrollo de la investigación, la presentación de resultados y la discusión de resultados permitió realizar las conclusiones y las recomendaciones de este trabajo de investigación.

1. ANTECEDENTES

Existen varios estudios de maestría que ayudaron a entender los beneficios del mejoramiento de la precisión del pronóstico y de la planificación de la demanda. Los siguientes estudios aportaron a esta investigación pues demostraron que al mejorar el proceso de administración de la demanda se obtuvieron beneficios cuantitativos, a través de toda la cadena de abastecimiento.

Manjarres y Mogollón (2017) afirmaron que el uso de modelos cuantitativos mejoró en un 26 % la precisión de pronósticos, al compararlo con el uso de modelos cualitativos. De manera similar, la investigación de Ibarra (2020) indicó un mejoramiento del 35 % en el abastecimiento, una disminución del 18 % en la venta perdida y una disminución del 12 % en los días de inventario, al haber propuesto un modelo de planificación de demanda.

Reyes (2017), Castellanos (2019) y Estrada (2020) concluyeron un incremento del 13 % en la eficiencia de la maquinaria de producción por medio del mejoramiento de la proyección de ventas y la preparación de un plan maestro de fabricación. Igualmente, Ibáñez (2019) y Castañeda (2020) enunciaron beneficios económicos en el flujo de caja al implementar la mejora del proceso de planificación.

Para obtener dichos beneficios primero se entendió la madurez del proceso usado en la planificación de demanda. Como planteó Ibáñez (2019), en esta investigación también se utilizó el Nivel de Madurez del Proceso S&OP de Grimson & Pyke de cinco dimensiones: reuniones y colaboraciones, organización, mediciones, tecnología de la información e Integración del plan

S&OP; este modelo permitió conocer el estado inicial y el nivel de madurez deseado por la alta dirección de la empresa.

Durante el segundo paso se establecieron los puntos críticos a mejorar en el proceso de planificación de demanda. Manjarres y Mogollón (2017) verificaron las causas de la baja asertividad de la proyección de ventas; por lo que sirvió de guía para identificar los puntos críticos del modelo de planificación de la demanda de esta investigación.

El modelo propuesto de planificación de demanda incluyó aspectos de procesos, personas y tecnologías. Ya que Ibarra (2020) aseguró que el mejoramiento del proceso del plan de demanda contribuyó a la disminución del error de pronóstico; por lo que dicho estudio aportó en el aspecto de procesos en esta investigación. Ibáñez (2019) planteó que los equipos debían ser multidisciplinarios; por lo que dicho estudio aportó en el aspecto de personas en esta investigación. Yate y Aránzazu (2018) indicaron que el *software* ForecastPro® es la TIC adecuada y que era clave en la apropiación de la herramienta S&OP, ayudando a los directores a realizar pronósticos más acertados; por lo que dicho estudio aportó en el aspecto de tecnologías, en esta investigación.

2. MARCO TEÓRICO

En el contexto de esta investigación, se realizó un análisis retrospectivo con el propósito de explorar y comprender los conceptos crucialmente importantes que estén relacionados con el modelo S&OP (*sales and operations planning*); específicamente con la administración de la demanda y la elaboración de pronósticos. El punto de partida consistió en obtener una comprensión más detallada de la empresa, incluyendo su giro de negocio, su cadena de abastecimiento y la importancia de su diseño; así como su proceso y estructura de comercialización.

2.1. Antecedentes de la empresa

El establecimiento de una empresa tiene su origen en la necesidad de generar utilidades económicas; para ello, la empresa debe enfocarse en un giro de negocio y luego diseñar una red de aprovisionamiento óptima que le permita maximizar las utilidades. Específicamente, los pronósticos y la administración de la demanda permiten dicha optimización.

2.1.1. Giro de negocio

El presente trabajo de investigación se desarrolló en una industria de origen guatemalteco; cuyo giro de negocio es la fabricación y comercialización de alimentos y bebidas no carbonatadas de consumo humano en Centro y Norte América. Dicha industria se encuentra en constante crecimiento comercial, así como en una continua expansión de sus centros productivos.

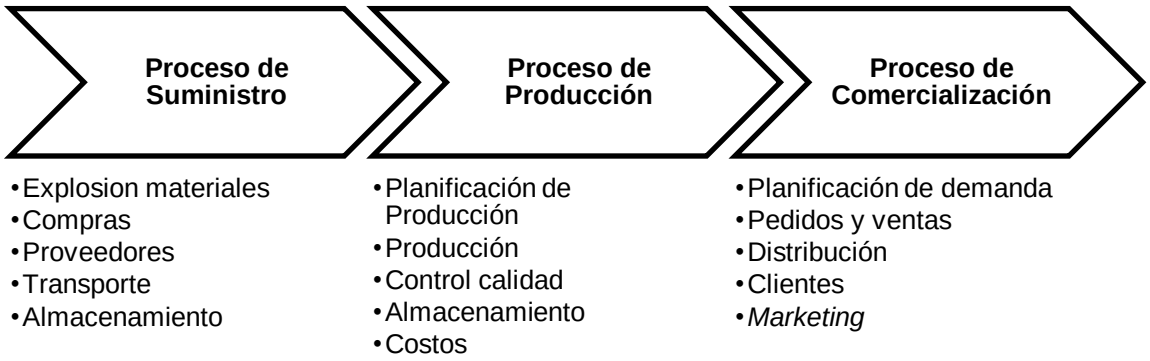
2.1.2. Cadena de abastecimiento

Los términos cadena de suministro y red de aprovisionamiento se usan indistintamente en la industria y también en esta investigación. De manera general, se define que la “cadena de suministros es un conjunto de actividades funcionales (…). mediante las cuales la materia prima se convierte en productos terminados y se añade valor para el consumidor” (Ballou, 2004, p. 7).

En la Figura 1 se puede observar la red de aprovisionamiento general que dicha industria alimenticia necesita para convertir las materias primas en producto terminado; básicamente se divide en procesos de suministro, procesos de producción y procesos de comercialización. Específicamente, dentro del modelo de comercialización se puede verificar que la planificación de demanda es una actividad funcional importante en la red de aprovisionamiento.

Figura 1.

Actividades de la cadena de abastecimiento



Nota. El gráfico muestra la red de aprovisionamiento general que dicha industria alimenticia usa para convertir las materias primas en producto terminado. Elaboración propia, realizado con Word.

2.1.3. Diseño de la cadena de suministro

Para administrar eficientemente es necesario tomar en cuenta que “las decisiones sobre el diseño, planeación y operación de la cadena de suministro desempeñan un papel importante en el éxito o el fracaso de una compañía” (Chopra y Meindl, 2008, p. 8). El diseño de la red de aprovisionamiento es la base fundamental para lograr la eficiencia mencionada y específicamente la planificación de demanda es la actividad clave que se analizó y rediseñó en esta investigación. Tomando en cuenta que en el “diseño de la cadena de suministro (…)., la compañía decide (…). qué procesos se llevan a cabo en cada etapa” (Chopra y Meindl, 2008, p. 8). Se realizó un análisis de cada una de las actividades que se relacionan con la planificación de demanda en dicha industria alimenticia.

2.2. Proceso y estructura de comercialización

Como indica Meleán y Velasco (2017), una vez que el proceso de producción ha finalizado, comienza el proceso de comercialización y distribución. La fase de comercialización garantiza trasladar el producto terminado desde los centros productivos hasta los clientes o consumidores finales. En la Figura 1 se puede observar que la fase de comercialización, de dicha industria alimenticia, se divide en varias actividades funcionales como administración de la demanda, pedidos y ventas, distribución, clientes y *marketing*.

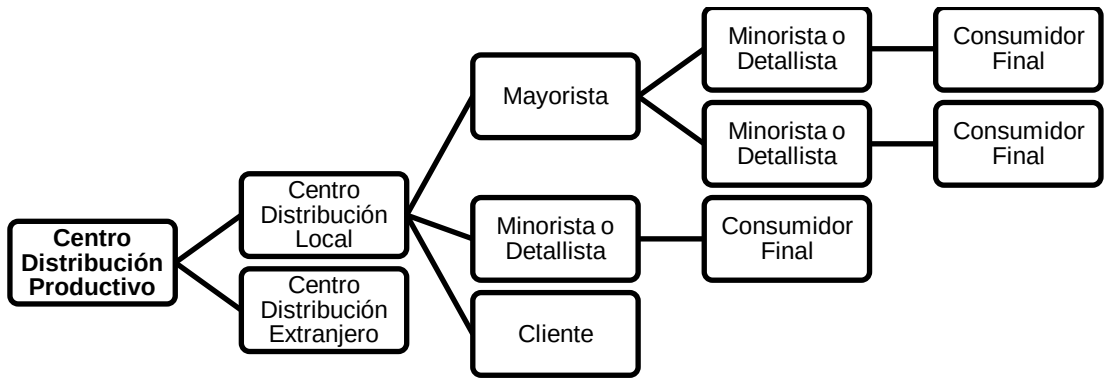
2.2.1. Proceso de comercialización

Para cumplir con el objetivo de llevar el producto terminado desde los centros de distribución productivos hasta los consumidores finales es necesario, como indica Meleán y Velasco (2017), que intervengan diferentes intermediarios

como centros de distribución locales o extranjeros, mayoristas y minoristas. En la figura 2 se puede observar un típico proceso de comercialización en el que se muestra la relación entre los diferentes intermediarios; las líneas representan el transporte por medio del uso de paneles, camiones y contenedores que se necesitan para trasladar el producto de un intermediario a otro. Es importante recalcar que, el entendimiento de la fase de comercialización puede incidir en el diseño del procedimiento de la planificación de demanda.

Figura 2.

Proceso de comercialización



Nota. El gráfico muestra la relación entre los diferentes intermediarios comerciales que se encuentran entre el centro productivo y los consumidores finales. Elaboración propia, realizado con Word.

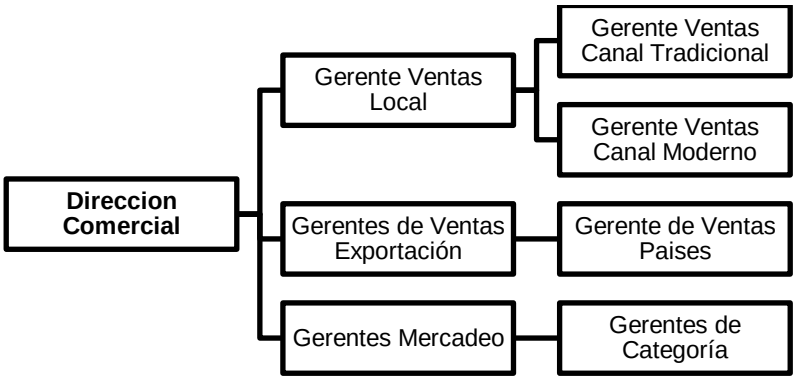
2.2.2. Estructura de comercialización

De igual forma, es importante definir a los responsables del proceso de comercialización por medio de una estructura administrativa; ya que junto con cada uno de los responsables se revisa y define el pronóstico de ventas y la administración de la demanda. En la Figura 3, se puede observar una típica estructura de comercialización en la que hay un director comercial, gerentes de

ventas por país, gerentes por cada tipo de canal de ventas, gerentes de mercadeo y gerentes por cada categoría o cada familia de productos. El propósito de tener una estructura de ventas bien diseñada es lograr un buen cumplimiento del plan de demanda y del plan de ventas establecido en cada país, en cada región, en cada canal de ventas, en cada tipo de familias de productos y en cada marca; definiendo los responsables, los recursos con los que se cuenta, las métricas de cumplimiento, entre otras.

Figura 3.

Estructura de comercialización



Nota. El gráfico muestra una típica estructura comercial; desde el director comercial, los gerentes de ventas por país, los gerentes por cada tipo de canal de ventas, los gerentes de mercadeo y los gerentes por cada categoría o cada familia de productos. Elaboración propia, realizado con Word.

2.3. Planificación de ventas y operaciones (S&OP)

Existen varios métodos o procesos para administrar la oferta y la demanda de las empresas, tales como: S&OP, SIOP, IBP, MIOE. Específicamente en esta investigación se utilizó el modelo S&OP como punto de partida para rediseñar el proceso de planificación de demanda. En términos generales estos modelos

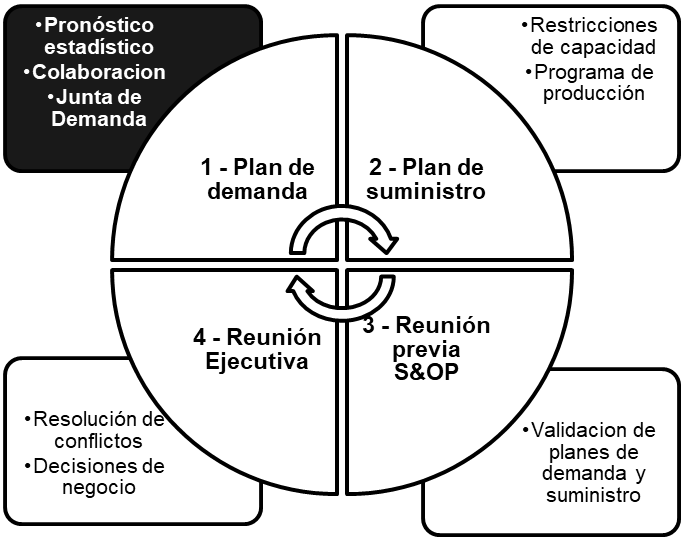
están enfocados en mejorar el balance de demanda y suministro en los aspectos generales de personas, procesos y tecnologías.

2.3.1. Modelo S&OP

El modelo S&OP "está diseñado para ayudar a una compañía a equilibrar la oferta y la demanda, y mantenerlas así a través del tiempo. Este equilibrio es esencial para el buen manejo de un negocio" (Chase, Jacobs y Aquilano, 2009, p. 516). En la Figura 4 se puede observar que para lograr este equilibrio entre demanda y oferta es necesario realizar todos los meses un conjunto de reuniones cíclicas de plan de demanda, plan de suministro, revisión previa S&OP (balance) y reunión ejecutiva.

Figura 4.

Fases del modelo S&OP



Nota. La gráfica muestra las cuatro reuniones mensuales S&OP; siendo la primera reunión el plan de demanda, que se examinó en esta investigación. Elaboración propia, realizado con Word.

2.3.1.1. Plan de demanda

Previo a la reunión del plan de demanda, se debe realizar un pronóstico basado en las ventas históricas de los meses anteriores; el responsable de realizar dicho pronóstico es el planificador de demanda. Posteriormente, durante la reunión de demanda se revisan dichos pronósticos junto con ventas, mercadeo e inteligencia de mercado, con el propósito de establecer un plan de demanda de ventas por producto y por familias de productos.

2.3.1.2. Plan de suministro

El plan de demanda es enviado a planeación de producción con el propósito de entender las limitaciones de la capacidad instalada, planes de mantenimiento, recurso humano, inventarios de materiales y tiempos de entrega de los proveedores, entre otras, que limiten el cumplimiento de la demanda. Durante la reunión de plan de suministro se establece un programa de producción que considere todas las restricciones encontradas. Es deseable que en esta fase se establezcan diferentes escenarios de producción que puedan satisfacer la demanda junto con producción, mantenimiento, logística y compras, entre otros.

2.3.1.3. Reunión previa S&OP

En esta reunión previa S&OP se revisa y valida el plan de demanda y los diferentes escenarios del plan de suministro con el propósito de balancear la oferta y la demanda desde una perspectiva de costos. Durante este proceso se deben realizar las recomendaciones y las anotaciones, junto con los departamentos de costos, operaciones y logística, que se consideren oportunas y consistentes con la reunión ejecutiva S&OP.

Es muy importante comparar el plan de demanda y el plan de suministro con el presupuesto anual. Idealmente los planes deben estar por arriba del presupuesto; ya que, si los planes están por debajo del presupuesto se pueden experimentar problemas en la absorción de costos fijos.

2.3.1.4. Reunión ejecutiva

En esta reunión deben ser solucionados o conciliados todos los conflictos surgidos durante la reunión previa S&OP entre la demanda y el suministro; por parte de la gerencia general. También se revisan los indicadores de desempeño históricos y los indicadores predictivos del modelo S&OP contra el presupuesto anual, a nivel de familias de productos; así como una visión del flujo de efectivo y del capital de trabajo. El objetivo de esta reunión es confirmar un plan de trabajo S&OP para su comunicación a toda la organización.

2.3.1.5. Madurez del proceso

En la Tabla 2 se muestra el progreso de la madurez del modelo S&OP de Grimson y Pyke en 5 etapas: Sin S&OP, reactivo, estándar, avanzado y proactivo. “El objetivo del modelo de Grimson y Pyke es la optimización de beneficios a través de la integración de los planes de las funciones de ventas, operaciones y finanzas” (Grimson & Pyke, 2007, p. 14). Para definir en qué estado de madurez se encuentra el modelo S&OP de dicha industria alimenticia deben evaluarse los siguientes aspectos de: colaboración, organización, medición, tecnologías de información e integración de planes. Existen otros modelos de madurez del modelo S&OP como: Lapide (2005), Cacere, Barret & Mooraj (2009) y Wagner, Ullrich & Transchel (2014).

Tabla 2.

Nivel de madurez del proceso S&OP de Grimson & Pyke

	Etapa 1 sin S&OP	**Etapa 2 reactivo**	**Etapa 3 estándar**	**Etapa 4 avanzado**	**Etapa 5 proactivo**
Reuniones y colaboración	•Sin cultura de S&OP. •Sin reuniones. •Sin colaboración.	•Discusión solo a nivel General. •Sin reuniones formales. •Foco solamente en metas financieras.	•Reuniones Pre-S&OP. •Reuniones Ejecutivas de S&OP. •Utilización de pocos datos de clientes y proveedores.	•Datos de clientes y proveedores integrados en reuniones, tales como SellOut, *stock* de tiendas. •Alto compromiso de la organización.	•S&OP es parte de la cultura organizacional. •Ciclo de reuniones formales con alta participación. •Acceso a información en tiempo real.
Organización	•Sin organización S&OP.	•Sin funciones o responsabilidades formales en el S&OP. •Baja participación de trabajadores clave del proceso.	•Compromiso parcial de la organización. •Solamente participa Supply Chain y Ventas.	•Equipo interdisciplinario formal de S&OP. •Participa Supply Chain, Ventas, MKT y Finanzas. •Participación del equipo ejecutivo.	•S&OP aceptada en toda la organización y es entendida como herramienta para optimizar la rentabilidad. •Colaboración de Clientes.

Continuación de la tabla 2.

	Etapa 1 sin S&OP	**Etapa 2 reactivo**	**Etapa 3 estándar**	**Etapa 4 avanzado**	**Etapa 5 proactivo**
Medición	•Sin proceso de medición de indicadores.	•Sólo mide parcialmente el resultado a nivel general de planes versus ventas.	•Se mide el Forecast Accuracy. •Se miden los indicadores de inventario. •Reportes de control al S&OP.	•Mide la efectividad de promociones y nuevos productos. •Mide efectividad del S&OP. •Herramientas de BI como apoyo a S&OP.	•Se mide la rentabilidad de la compañía. •Se miden todos los indicadores de Supply Chain y calidad de portafolio. •Mejora continua de KPI´s.
Tecnologías de Información	•Cada planner maneja sus propias planillas Excel. •No existe consolidación de información.	•Muchas planillas de áreas distintas. •Existe consolidación de información, pero sólo manual.	•Información consolidada y centralizada de forma manual. •Planificación de operaciones con *software* de planificación.	•Proceso de planificación linkeados a ERP, pero no optimizada del todo.	•S&OP integrado en la organización. •Completa interfaz con ERP. •Alto uso de *software* de proyectos. •Utilización de modelos estadísticos.

Continuación de la tabla 2.

	Etapa 1 sin S&OP	Etapa 2 reactivo	Etapa 3 estándar	Etapa 4 avanzado	Etapa 5 proactivo
Integración de planes S&OP	•No existe planificación formal. •Sólo foco en cumplir órdenes de compra de clientes.	•El plan de venta impulsa el plan de operaciones. •Proceso de arriba a abajo (Top-Down). •Existe ignorancia sobre la capacidad de producción.	•Existe algo de integración en los planes de venta. •Proceso secuencial pero sólo en una dirección. •Planes de abajo para arriba (Bottom-Up).	•Planes completamente integrados. •Proceso colaborativo con clientes principales. •Aplicación de constraint forecast a nivel de cliente.	•Proceso enfocado en optimizar la rentabilidad de toda la compañía. •Reglas y normas del proceso aceptadas por toda la organización. •Revisión de escenarios.

Nota. Evolución de la madurez del modelo S&OP en 5 niveles: sin S&OP, reactivo, estándar, avanzado y proactivo. Elaboración propia, realizado con Excel.

2.3.1.5.1. Colaboración

Como indica Grimson & Pyke (2007) en este tema se cubre todo lo concerniente a las personas ligado a las reuniones y colaboraciones en el marco del modelo S&OP. Desde la etapa en la que cada persona clave del modelo S&OP trabaja de manera aislada (sin reuniones y colaboraciones) hasta la etapa más desarrollada en la que todos los colaboradores clave del modelo S&OP tienen una cultura y se reúnen de manera formal y eficiente, considerando información relevante y actualizada de toda la cadena de suministros.

2.3.1.5.2. Organización

Como indica Grimson & Pyke (2007) en este tema se cubre todo lo concerniente a las personas en temas de estructura organizacional en el marco del modelo S&OP. Desde una etapa en la que ningún colaborador tiene responsabilidades del modelo S&OP hasta el momento en el que existen personas y equipos con responsabilidades bien definidas del modelo S&OP y han logrado que toda la empresa reconozca y experimente los beneficios de este sistema de trabajo; utilizando S&OP como una herramienta para la rentabilidad empresarial.

2.3.1.5.3. Mediciones

Como indica Grimson & Pyke (2007) en este tema se cubre todo el aspecto de procesos en términos de la medición de la eficiencia del modelo S&OP. Iniciando con empresas en donde no se mide la eficacia del modelo S&OP hasta una empresa desarrollada en la que se mide la rentabilidad de toda la cadena de suministros y cada participante clave S&OP es responsable de lograrla; además hay una mejora continua de los indicadores clave del desempeño, KPI.

2.3.1.5.4. Tecnología

Como indica Grimson & Pyke (2007) en este tema se cubre lo relacionado con las tecnologías de la información que dan apoyo al modelo S&OP. Iniciando con empresas en donde cada persona trabaja con hojas de cálculo aisladas, hasta aquellas empresas evolucionadas en las que existe un ERP con información en tiempo real de toda la red de aprovisionamiento optimizada conjuntamente; con una alta utilización de *software* estadísticos y de proyectos.

2.3.1.5.5. Integración

Como indica Grimson & Pyke (2007) en este tema se cubre todo el aspecto de procesos en términos de la integración entre la demanda y el suministro dentro de la optimización del modelo S&OP. Iniciando con empresas en donde solamente hay una respuesta reactiva para tratar de satisfacer los pedidos del cliente, hasta aquellas empresas que logran optimizar los beneficios entre las ventas y las operaciones tomando en cuenta múltiples escenarios y variables.

2.3.2. Pronóstico de ventas

El pronóstico es la estimación de la venta futura de una empresa. Es importante entender que "el pronóstico (…). proporciona los datos de entrada para la planeación y control de todas las áreas funcionales, incluyendo logística, *marketing*, producción y finanzas" (Ballou, 2004, p. 287). Por ello, la importancia de una proyección de ventas radica en proveer a otras áreas funcionales una información correcta para tomar decisiones acertadas y en sincronía con toda la empresa. Como indica Wilson y Keating (2009) citando a Mentzer, existen siete claves para mejorar el pronóstico, resumidas en la Tabla 3.

Tabla 3.

Claves para mejorar el pronóstico de Mentzer

	Problemas y síntomas	Acciones	Resultados
• Comprender qué es y qué no es la previsión.	• El sistema informático como foco, en lugar de los procesos y controles de gestión. • No se distingue entre pronósticos, planes y metas.	• Establecer un grupo de pronósticos. • Implementar sistemas de control de gestión antes de seleccionar el *software* de pronóstico. • Distinguir entre pronóstico y metas de ventas. • Realizar planes a partir de pronósticos.	• Se reconoce que el pronóstico es una función empresarial crítica. • Énfasis en la precisión y juego minimizado.

Continuación de la tabla 3.

	Problemas y síntomas	Acciones	Resultados
• Pronostique la demanda, planifique la oferta.	• Uso del historial de envíos como base para pronosticar la demanda en lugar de la demanda real.	• Identificar las fuentes de información de la demanda. • Crear sistemas para capturar datos clave de la demanda.	• Mejor servicio al cliente y planificación de capital.
• Comunicar, cooperar y colaborar.	• Duplicación del esfuerzo de pronósticos. • Desconfianza del pronóstico oficial. • Poca comprensión de la impacto en toda la empresa.	• Establecer un enfoque multifuncional para pronosticar. • Establecer un grupo independiente de pronósticos que promueva la colaboración multifuncional.	• Toda la información relevante es usada para generar pronósticos. • Los usuarios confían en el pronóstico oficial. • Pronóstico más preciso y relevante.
• Eliminar islas de análisis.	• Desconfianza e información inadecuada que lleva a diferentes usuarios a crear sus propios pronósticos.	• Construir una sola "infraestructura de pronóstico". • Brindar capacitación tanto para usuarios como para desarrolladores de pronósticos.	• Pronósticos más precisos, relevantes y creíbles. • Islas de análisis eliminadas. • Inversiones optimizadas en sistemas de información y comunicación.
• Usar correctamente las herramientas.	• Depender únicamente de métodos cualitativos o cuantitativos.	• Integrar métodos cuantitativos y cualitativos. • Identificar fuentes de mayor y menor precisión. • Proporcionar instrucciones.	• Procesos más eficaces y eficientes.
• Dar importancia.	• No existe responsabilidad por pronósticos deficientes. • Los desarrolladores no entienden cómo se usan los pronósticos.	• Capacitar a los desarrolladores para comprender las implicaciones de los pronósticos deficientes. • Incluir la precisión del pronóstico en los sistemas de recompensas.	• Los desarrolladores se toman más en serio las previsiones. • Mayor esfuerzo por la precisión. • Más precisión y credibilidad.

Continuación de la tabla 3.

	Problemas y síntomas	Acciones	Resultados
• Medir, medir, medir.	• No saber si la empresa está mejorando. • Precisión no medida en niveles de agregación relevantes. • Incapacidad para aislar las fuentes de error de pronóstico.	• Establecer métricas multidimensionales. • Incorporar medidas multinivel. • Medir la precisión cuando y donde quiera que se ajusten los pronósticos.	• El desempeño del pronóstico se puede incluir en planes de desempeño individuales. • Las fuentes de error se pueden aislar y orientar para su mejora. • Mayor confianza en el proceso de pronóstico.

Nota. Se muestran los problemas, síntomas, acciones y resultados de un mal pronóstico de Mentzer. Obtenido de J. Wilson y B. Keating (2009). *Business Forecasting with ForecastX*. (p. 483). McGraw-Hill.

2.3.2.1. Familias y marcas de productos

Es importante entender el pronóstico de ventas en función de las familias de productos y también de los clientes. “En cuanto a la oferta, las operaciones agregadas se llevan a cabo por familias de productos y, en relación con la demanda, por grupos de clientes” (Chase, Jacobs y Aquilano, 2009, p. 516). En esta industria existen dos familias de productos: Alimentos y bebidas y cada una de ellas tiene especificaciones, variables y procesos de producción distintos; también a nivel de comercialización existen diferentes clientes y, por lo tanto, modelos distintos de comercialización y mercadotecnia. Es trascendental entender y separar los productos en diferentes familias porque cada una de ellas tiene distintos comportamientos de pronóstico de ventas.

2.3.2.2. Canales de ventas

En el proceso de comercialización descrito por Meleán y Velasco (2017), resumido en la Figura 2, indica que entre el centro productivo y los consumidores finales existen diferentes intermediarios que se encargan de la distribución del producto terminado llamados mayoristas y detallistas; a estos últimos se les conoce como canal tradicional. Al anterior, debe agregarse el canal moderno (supermercados), el canal de industria (B2B, *business to business*) y el canal institucional (restaurantes, hoteles, cafeterías, entre otros).

Es importante entender el pronóstico de cada producto en cada uno de los canales de ventas, así como la proporción de participación de cada canal de venta dentro del pronóstico total; ya que un producto puede ser de alta demanda en un canal y de baja demanda en otro canal diferente. Finalmente, puede medirse la rentabilidad por canal de ventas.

2.3.2.3. Catálogo de productos

El área de mercadeo se esfuerza por tener un catálogo de ventas robusto que pueda ofrecer al consumidor final o los clientes; con el objetivo de dar mayor opción de compra que la competencia. El catálogo de productos es un documento en el que se encuentran organizados todos los productos por familias de producto, junto con las propiedades fisicoquímicas e información esencial, para que los clientes puedan tomar decisiones de compra rápidamente. El propósito de un catálogo de productos es incrementar las ventas o el número de clientes, lo que finalmente termina por afectar los pronósticos.

2.3.2.4. Clasificación ABC

Dentro de una misma familia de productos no todos los productos poseen el mismo volumen de ventas. Por ello, “el concepto 80-20 se deriva de que el volumen de ventas es generado por relativamente pocos productos (…). Es decir, 80 % de las ventas de una empresa se generan por 20 % de los artículos de la línea de productos” (Ballou, 2004, p. 68). A esto se le conoce como la ley de Pareto y es importante reconocerlo para entender las variaciones de la demanda de cada uno de los productos.

2.3.2.5. Sistema logístico de distribución

También es importante dividir el pronóstico por países, regiones y canales de venta, ya que la red de aprovisionamiento debe imaginarse como una red de suministro de producto terminado, “como una red de eslabones y nodos (…). Los eslabones de la red representan el movimiento de bienes entre distintos puntos de almacenamiento de inventario. Estos puntos de almacenamiento (tiendas al menudeo, almacenes, fábricas o vendedores) son los nodos” (Ballou, 2004, p. 41). El pronóstico de venta de un mismo producto puede ser diferente para cada país, región o canal de venta. Si bien la industria alimenticia vende en varios países, en esta investigación se analizó únicamente la proyección de ventas del mercado doméstico de Guatemala.

2.3.2.6. Recolección de datos

Dentro de cada red de suministro de producto, de cada empresa, “existe una red de flujos de información. La información se deriva de los ingresos por ventas (…). Los nodos son los distintos puntos de recolección de información” (Ballou, 2004, p. 42). En la industria alimenticia de esta investigación existen

diferentes regiones, canales de ventas y clientes. Se recolectaron los datos de ventas facturadas de cada uno de los nodos dando como resultado una base de datos histórica consolidada de Guatemala.

2.3.2.7. Limpieza de datos

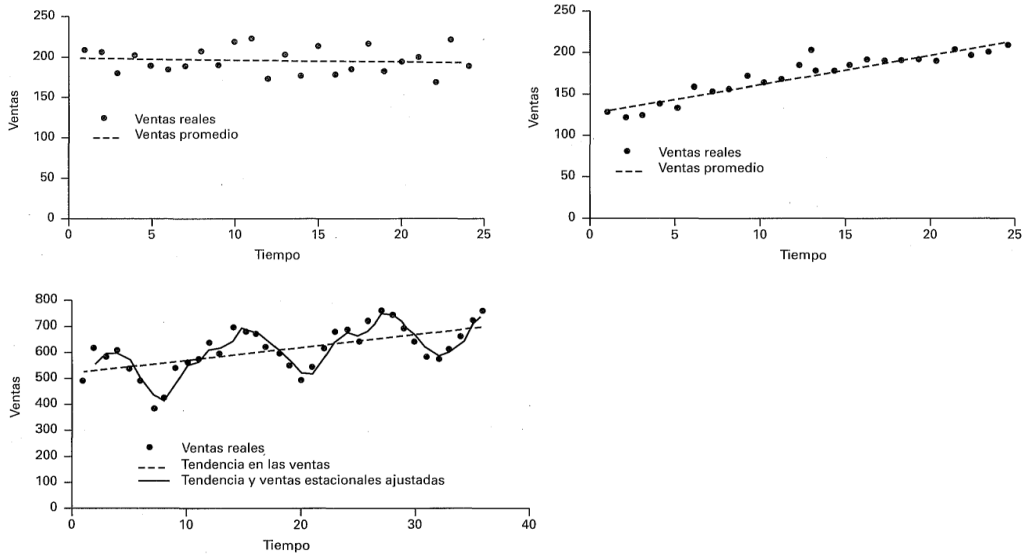
Una vez que se han recopilado los datos es necesario realizar una limpieza de estos porque “Algunos datos quizá no sean pertinentes. En la práctica, a algunos datos les faltan valores que deban estimarse (…). Normalmente se requiere algún esfuerzo para obtener datos en la forma requerida, para usar ciertos procedimientos para pronosticar” (Hanke & Wichern, 2010, p. 5). También puede utilizarse un criterio o factor de rechazo de ciertos datos de ventas que tienen un incremento debido a algún evento externo que no es repetible en el futuro. En otros casos, hay quiebres de inventario que provocaron un sesgo hacia abajo en la venta histórica, por lo que se deben complementar con la venta perdida; en esta investigación se complementó la facturación con los pedidos insatisfechos, con el objetivo de representar de mejor manera las ventas naturales o reales de la industria o empresa analizada.

2.3.2.8. Métodos estadísticos de pronósticos

Cada producto tiene un historial de ventas particular o un patrón de demanda distinto de otro producto; esto se hace más evidente si se comparan productos de distintas familias. “Los patrones de demanda por lo regular pueden descomponerse en componentes de tendencia, estacionales y aleatorios” (Ballou, 2004, p. 288). En la figura 5 se observan estos patrones.

Figura 5.

Patrones generales de demanda regular



Nota. La gráfica muestra cuatro patrones generales de la demanda: a) Patrón de demanda aleatorio o nivelado sin elementos estacionales o de tendencia. b) Patrón de demanda aleatorio con tendencia creciente, pero sin elementos estacionales. c) Un Patrón de demanda aleatorio, tanto con elementos de tendencia como estacionales. Obtenido de R. Ballou (2004). *Logística. Administración de la cadena de suministro*. (p. 289). Pearson, Prentice Hall.

Los métodos estadísticos de pronósticos son herramientas matemáticas que permiten calcular pronósticos de ventas. A nivel general, existen varios métodos de pronóstico y “se han dispuesto en tres grupos: cualitativos, de proyección histórica, y causales” (Ballou, 2004, p. 291). En esta investigación se usaron los métodos de proyección histórica debido a que se tiene una base de datos anual y mensual con información suficiente para detectar patrones de tendencia, estacionales y aleatorios, para dicha industria alimenticia. Los métodos de proyección histórica también son conocidos como series de tiempo; su uso es recomendable si “las series de tiempo son estables y bien definidas, la

proyección de esta información al futuro puede ser una forma efectiva de pronóstico para el corto plazo" (Ballou, 2004, p. 291).

2.3.2.9. Medidas de error de pronósticos

Ya que no existen métodos estadísticos perfectos debe esperarse un error de pronóstico asociado; tomando en cuenta que "el término error se refiere a la diferencia entre el valor de pronóstico y lo que ocurrió en realidad" (Chase, Jacobs y Aquilano, 2009, p. 480). Aunque hay diferentes formas de medir el error del pronóstico, en esta investigación se utilizó MAPE y WMAPE para medir el error de cada uno de los métodos estadísticos de pronóstico.

2.3.2.10. *Software* de pronóstico ForecastPro®

Como cada producto tiene distinto patrón de demanda "ningún modelo de pronóstico individual puede ser el mejor en toda ocasión. En vez de ello, la combinación de los resultados de varios modelos puede generar pronósticos más estables y precisos" (Ballou, 2004, p.312). Es decir que, a partir del historial de ventas deben calcularse diferentes métodos estadísticos de pronóstico para cada producto y estimar cuál método es el que genera menor error de pronóstico. Sin embargo, calcular todos los métodos y errores estadísticos para cada uno de los productos del catálogo de ventas es impráctico porque llevaría mucho tiempo; por ello en esta investigación se utilizó un *software* de pronóstico.

Los *software* o programas de pronóstico permiten hacer varios cálculos en menor cantidad de tiempo. El uso de "un método del sistema experto para combinar métodos de pronóstico ha mostrado prometedores resultados, en especial para periodos de pronóstico de corto plazo menores a un año" (Ballou, 2004, pp. 313-314). En esta investigación se usó el *software* ForecastPro® para

encontrar el método estadístico de pronóstico que tenga el menor error de pronóstico para cada uno de los productos analizados.

2.3.2.11. Modelo de generación de pronósticos

Debe aceptarse que no es posible obtener pronósticos perfectos, pero “esto no quiere decir que no se trate de mejorar el modelo o la metodología de pronosticar, pero lo que debe hacerse es tratar de encontrar y usar el mejor método de pronóstico disponible, dentro de lo razonable” (Chase, Jacobs y Aquilano, 2009, p. 468). Debe diseñarse un proceso de pronósticos eficiente, al mismo tiempo que sea práctico por medio del uso de un *software* de pronósticos.

2.3.2.12. Consolidación de pronósticos

El responsable del diseño del proceso de pronósticos “debe decidir si toma un pronóstico de la demanda total y la distribuye proporcionalmente por regiones (…). o si pronostica cada región en forma independiente. La cuestión es lograr la mayor precisión en el pronóstico a nivel regional” (Ballou, 2004, p. 311). Hay discrepancias sobre cuál de los dos métodos es el que genera menor error de pronósticos; por ello es importante que se realice un análisis detallado antes de tomar una decisión. En esta investigación se utilizó un pronóstico de demanda total, que luego se distribuyó por regiones.

2.3.3. Planificación de la demanda

Dentro del modelo S&OP es importante entender que es necesario tomar en cuenta personas, procesos y tecnologías para lograr diseñar un proceso eficiente y práctico; “el modelo de pronóstico que una empresa debe utilizar depende de: el horizonte de tiempo que se va a pronosticar; la disponibilidad de

datos; la precisión requerida; el tamaño del presupuesto de pronóstico y la disponibilidad de personal calificado" (Chase, Jacobs y Aquilano, 2009, p. 474). También debe definirse la estrategia para abastecer la demanda del cliente, ya que "existen principalmente dos variedades de estrategia de planificación: fabricación contra *stock* (MTS) y fabricación bajo pedido (MTO). En la estrategia MTS (…). el producto se pone a disposición antes de la demanda real" (Sinha, Mane, Kusters & Jandhyala, 2018, p. 98).

2.3.3.1. Horizonte de planificación

Regularmente para un proceso de S&OP se necesita cubrir un periodo mayor que el *lead time* máximo de la cadena de abastecimiento, desde los proveedores hasta los clientes; y que deseablemente su horizonte mensual termine por habilitar el presupuesto; "la planeación a mediano plazo casi siempre cubre un periodo de 3 a 18 meses (…). Las actividades a mediano plazo incluyen el pronóstico y el manejo de la demanda, así como la planeación de ventas y operaciones" (Chase, Jacobs y Aquilano, 2009, p. 517). Este rango de tiempo también debe permitir al departamento de producción prever temas de capacidad de producción y también al departamento de compras hacer contratos de largo plazo con proveedores que aprueban negociar los precios.

2.3.3.2. Calendario de planificación

Usualmente "la planeación de ventas y operaciones ocurre en un ciclo mensual" (Chase, Jacobs y Aquilano, 2009, p. 516). Deben acordarse revisiones mensuales y generarse los calendarios anuales en donde se establezcan los responsables de cada actividad y ser publicada, aceptada y comprendida por todos los participantes del modelo S&OP. Estas reuniones deben agendarse y

cumplirse con seriedad para generar un ritmo ininterrumpido entre todos los integrantes.

2.3.3.3. Integrantes de reunión de demanda

El proceso de planificación de demanda es un proceso colaborativo entre diferentes áreas como: logística, planificación, comercial, mercadeo, inteligencia de mercados, entre otros. Regularmente se designa al gerente de planificación como líder de la reunión, sin embargo, el departamento responsable de cumplir el pronóstico obtenido es el departamento comercial. “La colaboración eficaz requiere coparticipación, coordinación, compromiso y entendimiento (…). Sin embargo, los beneficios de un pronóstico más preciso (…). bien pueden justificar el esfuerzo extra requerido para operar en una alianza” (Ballou, 2004, p. 315).

2.3.3.4. Plan de demanda consensuado

Durante la reunión de planificación de demanda, se arranca con un pronóstico, pero luego de una revisión colaborativa se debe establecer un plan de demanda consensuado; “el pronóstico de colaboración se refiere al desarrollo de pronósticos utilizando las entradas de múltiples participantes (…). El objetivo es reducir el error de pronóstico” (Ballou, 2004, p. 315). Se debe realizar un análisis producto por producto y cada integrante debe aportar activamente su punto de vista para obtener el mejor pronóstico posible.

2.3.4. Puntos críticos de planificación de demanda

Hay diversos factores que afectan el resultado de la venta, tales como “promociones, pocos compradores que adquieren en grandes cantidades, compras estacionales/cíclicas, y demanda creada por desastres naturales crean

un problema especial" (Ballou, 2004, p. 314). Es importante lograr detectar dentro de la información histórica dichos eventos para poderlos considerar dentro de las proyecciones futuras.

2.3.4.1. Nuevos productos

El responsable de conocer los nuevos productos, en la reunión de planificación de demanda, es el departamento de mercadeo; deben mostrar un prototipo, establecer el propósito del producto, los clientes potenciales, volumen esperado del nuevo proyecto, costo y precio. Lo anterior es importante para definir: "la estimación inicial (…). hasta que se comience a desarrollar un historial de ventas (…). a partir del patrón de demanda de productos similares dentro de la línea" (Ballou, 2004, p. 310). O dentro de la familia de productos.

2.3.4.2. Productos *In&Out*

Dentro de los nuevos productos hay un concepto de productos llamado *In&Out* y como lo indica su nombre son productos destinados a entrar y salir, permaneciendo durante un tiempo limitado, previamente definido por mercadeo. Su propósito es llevar nuevas noticias al consumidor, experimentar y posicionarse en nuevos sectores del mercado, crear la idea de un catálogo más grande en el consumidor, entre otros. Este tipo de producto puede afectar el pronóstico de su familia de productos incrementando las ventas o canibalizando las ventas de los productos ya establecidos.

2.3.4.3. Promociones

Es importante que se controle y se le dé seguimiento a las promociones que se realizan para alcanzar los objetivos de ventas. Como indica Peña (2017)

existen diferentes tipos de promociones que buscan darle un valor agregado al cliente, entre ellas están: mejores precios, agregar demos, unidades o contenido extra, atados de otros productos u objetos, cupones, entre otros. Todas las promociones son diseñadas para incrementar potencialmente la venta.

2.3.4.4. Precios

Como indica Peña (2017) es importante conocer la evolución de los precios para saber hacia dónde se dirige el negocio. De igual manera, hay que conocer los precios de la competencia para poder posicionar los propios; ya que en algunos mercados el precio relativo provoca que las ventas incrementen o disminuyan. También es importante entender cómo cambia el precio de cada producto en función del canal de ventas al que se distribuya; con el objetivo de saber cuál es la rentabilidad total que se puede alcanzar.

2.3.4.5. Historial del *back order*

Back order se refiere a una estrategia de ventas en la que se factura producto sin revisar si se encuentra o no en inventario; por lo tanto, *back order* se refiere a los pedidos pendientes que se encuentran a la espera de inventario y producción para ser facturados. Por ello, para encontrar la demanda total de un producto se debe sumar los pedidos despachados y los pedidos pendientes; dicho de otra forma, la demanda total es la suma de la facturación histórica y el *back order* histórico.

Dentro del *back order* hay una componente activa que corresponde a los pedidos pendientes que aún esperan los clientes y el resto del *back order* son pedidos que deben ser descartados; especialmente en el canal moderno (supermercados) los sistemas de reposición de los clientes multiplican los

pedidos hasta que la empresa pueda satisfacer su demanda. Este factor genera una falsa expectativa en la demanda. Para encontrar la demanda total solamente se debe tomar en cuenta el *back order* activo; por ello, es importante que la industria o empresa mantenga activo solamente el *back order* que aún espera el cliente.

2.3.5. Beneficios de un modelo de planificación

Dentro de los beneficios de tener un modelo de planificación, como el modelo S&OP, podemos encontrar: el mejoramiento del cumplimiento de ventas, por medio de la disminución de los faltantes de producto terminado, al mismo tiempo que se obtiene una reducción de los inventarios. También es importante mencionar que la implementación del modelo de planificación nos permite hacer una previsión de la capacidad instalada a futuro.

2.3.5.1. Cumplimiento de ventas

El responsable de cumplir el plan consensuado de ventas es el departamento comercial; “este plan de ventas casi siempre se expresa en unidades del conjunto de grupos de productos y está asociado con los programas de incentivos de ventas y otras actividades de mercadotecnia” (Chase, Jacobs y Aquilano, 2009, p. 488). Los incentivos alineados al cumplimiento del plan de ventas permiten que el personal operativo mejore la confiabilidad de la proyección de ventas, poniendo más cuidado en el cumplimiento de todos los productos del catálogo de ventas y no solamente en algunos productos tipo A.

2.3.5.2. Disminución de faltantes de producto

Por medio del mejoramiento del pronóstico se puede realizar un plan de demanda más preciso. Basado en este plan de demanda o requerimiento de ventas se puede hacer un plan de suministro u ofrecimiento de producción que minimice los quiebres de inventario, disminuyendo de esta forma los pedidos pendientes de despacho e incrementando las ventas efectivas durante ese mismo periodo. Si el pronóstico de ventas tiene una confiabilidad del pronóstico alta es menos probable experimentar incrementos de ventas sorpresivos.

2.3.5.3. Reducción de inventarios de producto

De igual manera, por medio de un pronóstico con una alta precisión se pueden realizar un plan de inventarios más robusto que permita la disminución de los inventarios inmovilizados, los inventarios de baja rotación y los excesos de inventarios de alta rotación. Con un inventario sano se puede disminuir la inversión de capital en este rubro, sin descuidar el servicio a los clientes.

2.3.5.4. Previsión de la capacidad instalada

Dado que la planificación de demanda debe tener un horizonte mayor que el *lead time* de la red de aprovisionamiento, se pueden prever los problemas futuros de falta de capacidad instalada de producción; “si se cuenta con la capacidad suficiente, los programadores de productos individuales (…)., pueden manejar el lanzamiento diario y semanal de pedidos de productos individuales para cubrir la demanda a corto plazo” (Chase, Jacobs y Aquilano, 2009, p. 516). Como indica Heizer & Render (2007) si no se prevé la capacidad de producción se puede generar una enorme limitante para el crecimiento de la venta de la empresa, pudiendo perder cuota de mercado.

3. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

En este capítulo se describe la metodología y las técnicas de análisis de información que se utilizaron para desarrollar esta investigación. Por medio de estos pasos se evaluó el procedimiento utilizado para la administración de la demanda y se desarrolló un procedimiento propuesto; finalmente se evaluó la efectividad de ambos procedimientos por medio de una simulación de datos.

3.1. Metodología

Dentro de las *técnicas de recolección* usadas se encuentran el *análisis de documentos* de planificación de la demanda (Anexo 1), el análisis de informes del sistema de gestión de calidad (SGC) y el sistema de pago variable. En la tercera fase se emplearon encuestas impresas (Apéndice 2) basadas en el nivel de madurez y las claves de mejora. En la fase 4, para simular los beneficios de la propuesta sugerida en este trabajo de graduación se utilizó el análisis de datos secundarios del ERP (transacciones de ventas) de dicha industria alimenticia.

3.1.1. Fase 1. Revisión documental

Durante esta fase se revisaron los procedimientos dentro del sistema de gestión de calidad, de dicha industria alimenticia. Los procedimientos específicos que se evaluaron fueron todos aquellos que tuvieron relación con el proceso de la planificación de la demanda y con la elaboración de la proyección de ventas; de igual manera se revisaron los descriptores de puestos relacionados.

3.1.2. Fase 2. Verificación de procesos

En esta fase se desarrolló el diagrama SIPOC del proceso que se describió para la planificación de la demanda, de acuerdo con los procedimientos descritos dentro del sistema de gestión de calidad, SGC. También se confirmó si se cumplió el procedimiento y el descriptor de puestos, por medio de las auditorías del SGC y el cumplimiento de los indicadores respectivamente; esto permitió hacer una actualización del diagrama SIPOC del proceso usado.

3.1.3. Fase 3. Identificación de puntos críticos

Se diseñaron las encuestas para la recolección de la información con el objetivo de determinar el nivel de madurez S&OP del proceso usado para la planificación de la demanda, de dicha industria alimenticia. Adicionalmente se definió el nivel de madurez S&OP deseado por gerencia general. Considerando el nivel de madurez usado y el nivel de madurez deseado se buscaron los puntos críticos para cerrar las brechas y así establecer el plan de acción para mejorar el proceso de planificación de la demanda; para ello se realizó un análisis GAP.

3.1.4. Fase 4. Evaluación de los beneficios

Tomando en consideración los puntos críticos a solucionar, se diseñó un modelo propuesto para la planificación de la demanda; para ello, se desarrolló el diagrama SIPOC del modelo deseado. En seguida se realizó una simulación para evaluar la efectividad del modelo utilizado y la efectividad del modelo propuesto para la planificación de la demanda. Con los datos e indicadores que se obtuvieron en la simulación para el proceso usado y el proceso propuesto se estimaron los beneficios teóricos.

3.2. Técnicas de análisis de información

Las técnicas de análisis que se utilizaron para procesar y comprender la información encontrada en este trabajo de investigación incluyeron: el análisis estadístico descriptivo para resumir y analizar datos numéricos, el análisis de series temporales para identificar tendencias y estacionalidades, y el análisis de escenarios y riesgos evaluó los diferentes impactos negativos; durante el desarrollo de las fases de: revisión documental, verificación de procesos, identificación de los puntos críticos y evaluación de beneficios. También se usó el análisis baremo y el análisis GAP.

3.2.1. Fase 1. Revisión documental

Durante la revisión documental se encontró que el procedimiento de planificación de demanda y el descriptor del puesto del planificador de demanda delimitaron el procedimiento utilizado para la planificación de la demanda. Esta fase solamente fue de revisión documental por lo que no se realizó ningún análisis de información.

3.2.2. Fase 2. Verificación de procesos

Para verificar que si se cumplió con el procedimiento de planificación de la demanda se revisó el resultado de las auditorías de gestión de calidad realizadas entre agosto 2022 y junio 2023. Por otro lado, para verificar si se cumplió con el descriptor del puesto del planificador de demanda se revisó el resultado de los cuatro indicadores KPI del pago variable mensual desde octubre 2022 hasta junio 2023. En ambos casos, el análisis que se realizó fue de carácter cuantitativo. Finalmente se elaboró el diagrama SIPOC del proceso usado para la planificación de la demanda, en dicha industria alimenticia.

3.2.3. Fase 3. Identificación de puntos críticos

Se diseñaron dos encuestas para la recopilación de la información cualitativa, con el propósito de conocer la efectividad del proceso usado para la planificación de la demanda, con respecto a estándares S&OP de clase mundial. La primera encuesta midió el nivel de madurez del modelo S&OP y la segunda encuesta midió las claves de mejora del pronóstico. Con los resultados obtenidos en las encuestas se realizó un análisis estadístico descriptivo por medio del cual se obtuvo la media, moda, desviación estándar, asimetría y coeficiente de curtosis de cada una de las preguntas, lo cual permitió identificar los puntos críticos del proceso usado; para reforzar esto se realizó un análisis baremo de dos dimensiones. Adicionalmente se estableció el nivel de madurez deseado S&OP y se creó un plan de acción por medio de un análisis GAP entre el proceso usado y el deseado.

3.2.4. Fase 4. Evaluación de los beneficios

Se estableció el procedimiento de planificación de demanda deseado por medio de un diagrama SIPOC. Se estableció la población y la muestra estadística de los productos vendidos durante los años 2019 a 2022. Para el procedimiento usado para la planificación de la demanda se utilizó el promedio móvil de seis meses para generar el pronóstico mensual del año 2022, como se describe en la Figura 6. Para el procedimiento de planificación propuesto se utilizó Forecastpro® para generar el pronóstico mensual del año 2022, a partir de la demanda histórica mensual del 2019 al 2021 (análisis de series temporales). Se compararon ambos pronósticos de ventas con la venta real del año 2022 y se calcularon los indicadores: error del pronóstico, error del pronóstico ponderado, sesgo del error del pronóstico y precisión del pronóstico; también se calculó el *back order*. Luego, se realizó una comparación de los indicadores resultantes en

ambos procedimientos y se evaluaron los beneficios de mejorar el procedimiento de planificación (análisis de escenarios y riesgos).

4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

El objetivo de esta investigación fue diseñar un modelo de planificación de demanda para garantizar la mejora de la confiabilidad del pronóstico. A continuación, los resultados que se obtuvieron en función de los objetivos específicos que se plantearon en esta investigación.

4.1. Objetivo 1. Revisión del procedimiento usado

Revisar el procedimiento de elaboración del pronóstico de ventas dentro del modelo usado para la planificación de la demanda de esta industria alimenticia ubicada en Guatemala.

Este objetivo se evaluó durante la fase 1 y 2. Se encontró que el SGC describió claramente el proceso de planificación de demanda usado, por medio del documento del procedimiento y del descriptor de puesto (Apéndice 7). En la Tabla 4 se encuentran los resultados de las auditorías SGC de agosto 2022 a junio 2023.

Tabla 4.

Auditorías SGC del proceso de demanda usado

Fecha	Nombre	Tipo	Inconformidades	Observaciones	Total
25-ago	FSSC/ISO 9001	Externa	0	0	100%
23-jul	ISO 9001 2015	Interna	0	0	100%
1-oct	ISO 9001 2015	Externa	0	1	95%
6-jun	FSSC/ISO 9001	Interna	0	0	100%

Nota. Auditorías ISO 9001 realizadas en la industria. Elaboración propia, realizado con Excel.

En la Tabla 5 se observan los resultados mensuales que se obtuvieron en los cuatro KPI que fueron usados para medir el cumplimiento del descriptor de puesto del planificador de demanda, desde octubre 2022 a junio 2023.

Tabla 5.

Indicadores del pago variable del proceso de demanda usado

Detalle:				**oct-22**	**Resumen: nov-22**		**Resumen: dic-22**	
Inciso	Resultado	Rango	Ponderacion	Punteo	Resultado	Punteo	Resultado	Punteo
2	93%	90%	50%	45%	89%	40%	93%	45%
3	1	90%	10%	9%	1	9%	1	9%
4	1	90%	10%	9%	0	10%	1	9%
6	0	100%	30%	30%	1	27%	2	24%
Total				**93%**		**86%**		**87%**

Detalle:				**ene-23**	**Resumen: feb-23**		**Resumen: mar-23**	
Inciso	Resultado	Rango	Ponderacion	Punteo	Resultado	Punteo	Resultado	Punteo
2	91%	90%	50%	45%	88%	40%	89%	40%
3	1	90%	10%	9%	0	10%	1	9%
4	1	90%	10%	9%	0	10%	1	9%
6	1	90%	30%	27%	1	27%	0	30%
Total				**90%**		**87%**		**88%**

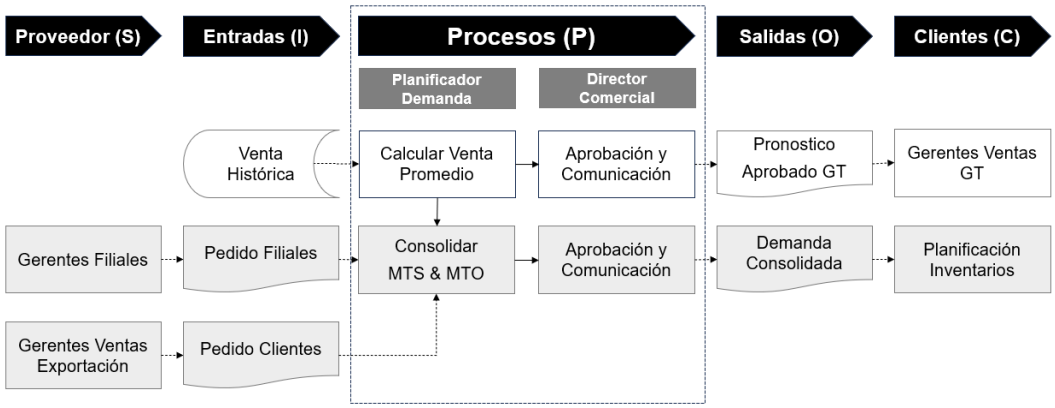
Detalle:				**abr-23**	**Resumen: may-23**		**Resumen: jun-23**	
Inciso	Resultado	Rango	Ponderacion	Punteo	Resultado	Punteo	Resultado	Punteo
2	93%	90%	50%	45%	87%	40%	89%	40%
3	1	90%	10%	9%	0	10%	0	10%
4	1	90%	10%	9%	1	9%	0	10%
6	2	80%	30%	24%	0	30%	0	30%
Total				**87%**		**89%**		**90%**

Nota. La tabla muestra los resultados de los KPI utilizados para el pago variable del jefe de administración de la demanda. Elaboración propia, realizado con Excel.

Finalmente, se realizó el diagrama SIPOC del procedimiento de administración de la demanda y pronósticos utilizado (Figura 6), por medio de las auditorías del sistema de gestión de calidad y los indicadores del sistema de pago variable de dicha industria alimenticia.

Figura 6.

Procedimiento de planificación de demanda usado



Nota. La figura muestra el diagrama SIPOC del procedimiento de planificación de demanda usado (validado por las auditorías SGC y el pago variable). Elaboración propia, realizado con Word.

4.2. Objetivo 2. Identificación de puntos críticos

Identificar los puntos críticos del modelo usado que ocasionan una baja precisión del pronóstico de ventas de dicha industria alimenticia ubicada en Guatemala.

Este objetivo se evaluó durante el desarrollo de la fase 3: identificación de puntos críticos. Para ello, se diseñó dos encuestas con las que se evaluó el procedimiento usado desde la perspectiva de los estándares S&OP de clase mundial; ver encuestas en el Apéndice 2. En la primera encuesta se evaluó el nivel de madurez del modelo S&OP según Grimson y Pyke (Ver Tabla 2). En la segunda encuesta se evaluó las claves de mejora del pronóstico según Mentzer (Ver Tabla 3).

De una población de 71, se encuestó un total de 60 personas de 17 diferentes departamentos de toda la cadena de suministros. Los resultados que se obtuvieron se mostraron en el apéndice 3 y el análisis estadístico descriptivo se muestra en la tabla 6; con estos resultados se determinaron los puntos críticos del proceso de planificación de demanda y el nivel de madurez S&OP.

Tabla 6.

Análisis estadístico descriptivo de las encuestas

Variable	Media	ErrorEst	DesvEst	Moda	N Moda	% Moda	Asimetría	Curtosis
NM-1	1.82	0.12	0.89	1	26	43.3%	1.12	1.48
NM-2	1.60	0.10	0.79	1	32	53.3%	1.72	4.61
NM-3	1.45	0.11	0.85	1	42	70.0%	2.37	6.01
NM-4	1.60	0.10	0.79	1	32	53.3%	1.72	4.61
NM-5	2.28	0.11	0.83	2	26	43.3%	0.36	0.73
CM-1	1.62	0.13	0.98	1	38	63.3%	1.64	2.13
CM-2	2.80	0.11	0.88	3	30	50.0%	0.10	0.36
CM-3	1.47	0.12	0.89	1	43	71.7%	2.18	4.65
CM-4	2.20	0.12	0.92	2	28	46.7%	0.68	0.46
CM-5	2.93	0.12	0.94	3	32	53.3%	0.39	0.54
CM-6	1.60	0.13	0.98	1	39	65.0%	1.68	2.21
CM-7	2.13	0.12	0.95	2	26	43.3%	0.72	0.33
CM-8	2.10	0.12	0.93	2	25	41.7%	0.70	0.40
CM-9	1.47	0.11	0.83	1	41	68.3%	2.20	5.50
CM-10	2.22	0.12	0.96	2	26	43.3%	0.62	0.10

Nota. La tabla muestra el análisis estadístico descriptivo del resultado de las encuestas del apéndice 3. Elaboración propia, realizado con Minitab.

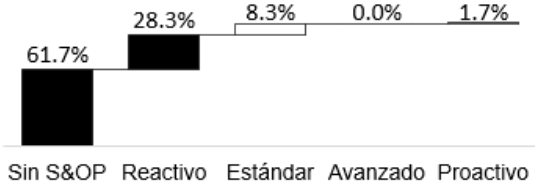
Se utilizaron las encuestas para evaluar la satisfacción de las partes interesadas clave, como el equipo de ventas, mercadeo, logística, planificación, compras y otros clientes internos, con el procedimiento de administración de la demanda utilizado. Esto también permitió encontrar las áreas críticas del proceso. Se llevó a cabo un análisis de baremos en la Tabla 7, para comprender la dimensión total de la encuesta sobre el nivel de madurez y la dimensión total de la encuesta sobre las claves de mejora.

Tabla 7.

Análisis Baremo de dimensiones de las encuestas

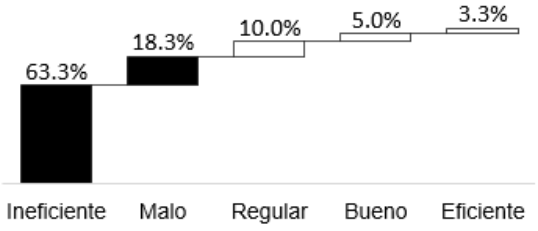
A-Nivel de Madurez del Proceso S&OP Usado

Dimension	Nivel	Rango	Cantidad	%
D1	Sin S&OP	(5-9)	37	61.7%
	Reactivo	(9-13)	17	28.3%
	Estándar	(13-17)	5	8.3%
	Avanzado	(17-21)	0	0.0%
	Proactivo	(21-25)	1	1.7%
	Total		60	100.0%



B-Claves de Mejora del Pronóstico Usado

Dimension	Nivel	Rango	Cantidad	%
D2	Ineficiente	(10-18)	38	63.3%
	Malo	(18-26)	11	18.3%
	Regular	(26-34)	6	10.0%
	Bueno	(34-42)	3	5.0%
	Eficiente	(42-50)	2	3.3%
	Total		60	100.0%

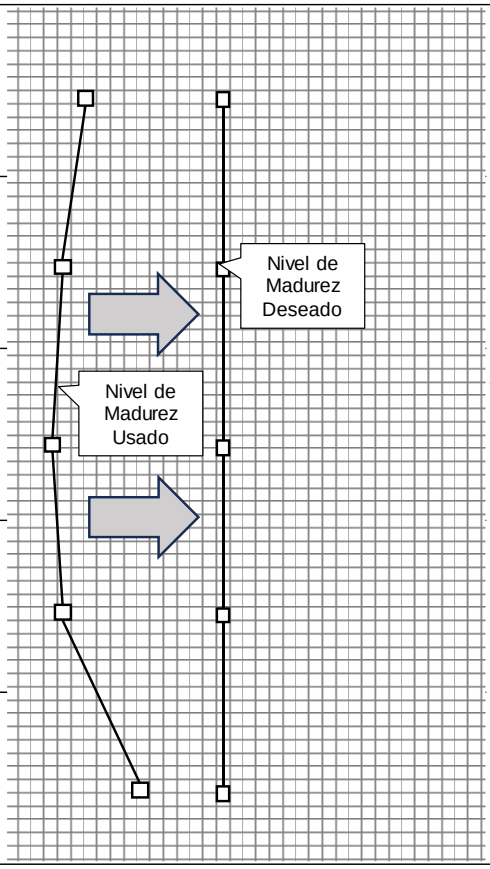


Nota. La tabla muestra el análisis de la dimensión total del nivel de madurez del procedimiento de administración de la demanda y el análisis de la dimensión total de las claves de mejora de la elaboración del pronóstico; usando como fuente de datos el resultado de las encuestas (apéndice 3). Elaboración propia, realizado con Minitab.

Además, se presentaron a la gerencia general los resultados del análisis estadístico descriptivo de las encuestas, el análisis de Baremos de las dimensiones de cada una de las encuestas y los puntos críticos del proceso de planificación de demanda que se encontraron. Durante la reunión, la gerencia general estableció el nivel de madurez S&OP deseado. Posteriormente, se creó un plan de acción para cerrar las brechas y avanzar del nivel de madurez S&OP utilizado hacia el nivel de madurez S&OP deseado por gerencia general, para ello se utilizó un análisis GAP (consultar Tabla 8). Todo esto se basó en la mejora integral del proceso, de las personas y de la tecnología.

Tabla 8.

Análisis GAP entre el nivel de madurez usado y deseado

	Current State		Desired State			GAP Analysis *[personas, procesos y tecnología]*	
	Etapa 1 Sin S&OP	Etapa 2 Reactivo	Etapa 3 Estándar	Etapa 4 Avanzado	Etapa 5 Proactivo	*Gap Description*	*Action Plan to Close Gap*
NM-1 Reuniones y colaboración						NM-3: No se mide la eficiencia del procedimiento usado. NM-2: No se cuenta con una estructura organizacional con responsabilidades definidas. NM-4: No se cuenta con las tecnologías de información adecuadas. CM-3: En la empresa se usa el historial de facturación como fuente única para elaborar el pronóstico. CM-9: No se cuenta con un historial de la precisión del pronóstico que permita confirmar si está mejorando. CM-6: En la empresa solamente se utilizan los datos cuantitativos para pronosticar y se obvian los datos cualitativos. CM-1: En la empresa es más importante implementar sistemas informáticos, que mejorar procesos y controles de gestión	1. Actualizar procedimiento de Planificación de la Demanda [Proceso] NM2&CM1 2. Definir lider de Demand Planning y realizar coaching 6 meses [Personas]. NM2&CM1. 3. Integrar a todos los departamentos clave en las reuniones de Demand Planning [Personas]. NM2&CM1/CM3/CM6. Realizar *Matriz de Responsabilidad RACI.* 4. Establecer calendario de Reuniones de Demanda y Pre Demanda por canal de venta [Proceso]. NM2&CM1 5. Implementar ForecastPro para análisis de pronósticos Bottom-Up /Top-Down, por canal de venta. [Tecnología]. NM4&CM1 6. Generar pronóstico consensuado, incorporando Building Blocks [Proceso]. NM2&CM1/CM3/CM6 7. Medir el Forecast Accuracy (MAPE, WMAPE, BIAS, FA), BO. [Proceso]. NM3&CM1/CM3/CM9
NM-2 Organización							
NM-3 Medición							
NM4-Tecnologías de Información							
NM-5 Integración de planes S&OP							

Nota. La tabla muestra los siete puntos críticos del procedimiento de administración de la demanda utilizado: NM3, NM2, NM4, CM3, CM9, CM6, CM1, que generan una brecha entre el proceso utilizado y el propuesto. El plan de acción propuesto de siete pasos fue diseñado para cerrar la brecha entre el procedimiento de administración de la demanda utilizado y el deseado. Elaboración propia, realizado con Excel.

4.3. Objetivo 3. Evaluación de beneficios

Evaluar los beneficios que se obtienen mediante la simulación del modelo propuesto para la planificación de la demanda de esta industria alimenticia ubicada en Guatemala.

Se probó el modelo usado (Figura 6) y el modelo propuesto (Figura 7) usando una simulación de resultados. Para ello, fue obtenida la venta histórica mensual de los productos desde el 2019 hasta el 2022. Se calculó una muestra de 127 productos (con nivel de confianza del 95 %, error de estimación máximo de 5 % y una desviación estándar poblacional de 0.5). Los resultados obtenidos mediante la simulación del procedimiento usado para la planificación de demanda se anotaron en la Tabla 9.

Tabla 9.

Resultado de la simulación del proceso usado

	ene-22	feb-22	mar-22	abr-22	may-22	jun-22	jul-22	ago-22	sep-22	oct-22	nov-22	dic-22	Total
Pt	6,205	6,239	6,234	6,458	6,473	6,443	6,518	6,525	6,511	6,362	6,265	6,192	76,426
Vt	6,450	6,303	7,171	6,267	6,421	6,497	6,489	6,222	6,277	5,685	5,984	5,928	75,694
MAPE	**1109.2%**	**123.2%**	**241.4%**	**597.9%**	**428.5%**	**2185.4%**	**91.5%**	**193.8%**	**1242.4%**	**418.3%**	**973.3%**	**176.0%**	**648.4%**
WMAPE	28.4%	16.4%	22.9%	22.4%	14.2%	19.1%	24.4%	19.3%	19.7%	19.0%	20.2%	28.2%	21.2%
BIAS	1064.4%	98.4%	129.8%	-469.4%	399.0%	2156.8%	69.4%	171.2%	1118.7%	309.6%	-178.8%	146.5%	418.0%
FA	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	8.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
BO	**1,221**	**694**	**1,381**	**649**	**438**	**653**	**784**	**462**	**533**	**387**	**594**	**800**	**8,596**
BO rate	15.9%	9.9%	16.1%	9.4%	6.4%	9.1%	10.8%	6.9%	7.8%	6.4%	9.0%	11.9%	10.2%

Nota. La tabla muestra los beneficios obtenidos mediante la simulación del proceso usado para la administración de la demanda. Elaboración propia, realizado con Excel.

Para el procedimiento propuesto, se empleó Forecastpro® (modo experto) para generar los pronósticos mensuales de cada uno de los productos para el año 2022, basándose en las ventas históricas del periodo 2019 al 2021. Antes de utilizar Forecastpro®, se realizó un proceso de filtrado para seleccionar

únicamente los productos que formaban parte del catálogo de ventas activo, y en caso necesario, se migró el historial de ventas de los productos inactivos a los productos activos correspondientes. Luego, se aplicaron niveles de agregación por familias, subfamilias, marcas y canales de ventas, con el fin de llevar a cabo los pronósticos por canal de venta. La decisión de realizar pronósticos por canal de venta posibilitó la generación de objetivos específicos para cada responsable comercial, en lugar de depender de un número único que no permitiera asignar responsabilidades de manera clara. Los resultados obtenidos mediante la simulación del procedimiento propuesto, hasta la etapa de la colocación de los niveles de agregación, se presentan en la Tabla 10.

Tabla 10.

Resultado de la simulación del proceso deseado

	ene-22	feb-22	mar-22	abr-22	may-22	jun-22	jul-22	ago-22	sep-22	oct-22	nov-22	dic-22	Total
Pt	5,976	5,906	5,960	5,976	6,167	6,085	6,165	6,029	5,961	5,780	5,811	5,768	71,582
Vt	6,361	6,226	7,117	6,212	6,339	6,445	6,453	6,179	6,238	5,639	5,928	5,642	74,779
MAPE	**494.6%**	**161.0%**	**88.9%**	**672.1%**	**91.7%**	**57.1%**	**72.4%**	**233.4%**	**216.7%**	**76.0%**	**88.9%**	**359.1%**	**217.7%**
WMAPE	21.7%	23.8%	28.0%	31.3%	27.4%	29.1%	36.0%	30.3%	28.6%	30.6%	30.8%	31.0%	29.0%
BIAS	459.0%	132.4%	53.5%	-442.7%	53.0%	14.1%	33.3%	193.6%	12.5%	37.0%	46.4%	318.9%	75.9%
FA	0.0%	0.0%	11.1%	0.0%	8.3%	42.9%	27.6%	0.0%	0.0%	24.0%	11.1%	0.0%	0.0%
BO	**981**	**974**	**1,672**	**1,195**	**1,055**	**1,201**	**1,400**	**1,109**	**1,152**	**1,029**	**1,182**	**1,015**	**13,966**
BO rate	13.4%	13.5%	19.0%	16.1%	14.3%	15.7%	17.8%	15.2%	15.6%	15.4%	16.6%	15.3%	15.7%

Nota. La tabla muestra los beneficios obtenidos mediante la simulación del proceso propuesto hasta la colocación de los niveles de agregación. Elaboración propia, realizado con Excel.

Antes de llevar a cabo el pronóstico consensuado durante la reunión de administración de la demanda, se realizó un análisis ABC-XYZ. Esto tenía como objetivo comprender cuáles productos eran los más significativos y, de esta manera, facilitar una reunión de administración de la demanda más precisa y eficiente, otorgando prioridad a los productos más relevantes. Los productos más relevantes fueron identificados como AX, AY y BX; estos productos fueron

consensuados con todo el equipo de ventas en la segunda fase del procedimiento propuesto (Tabla 11).

Tabla 11.

Análisis de prioridades ABC-XYZ

B-Distribución porcentual ABC-XYZ por Volumen

	X	Y	Z	Total
A	25.68%	42.13%	11.68%	79.49%
B	9.24%	3.31%	2.73%	15.28%
C	1.43%	1.41%	2.39%	5.23%
Total	36.35%	46.85%	16.80%	100.00%

C-Distribución porcentual ABC-XYZ por SKU

	X	Y	Z	Total
A	8.18%	13.64%	4.55%	79.49%
B	11.82%	4.55%	4.55%	15.28%
C	6.36%	13.64%	32.73%	5.23%
Total	36.35%	46.85%	16.80%	100.00%

A-Acuerdo previo de nivel de servicio

ABC	%Acum	XYZ	Covariancia
A	0-80%	X	0-30%
B	80-95%	Y	30-50%
C	95-100%	Z	>50%

D-Analisis de prioridades ABC-XYZ

	%SKUs	Volumen	Nivel	Proceso
AX-AY-BX	33.64%	77.05%	Nivel 1	**Consensuar**
AZ-BY-CX	15.45%	16.42%	Nivel 2	ForecastPro
BZ-CY-CZ	50.91%	6.53%	Nivel 3	ForecastPro

Nota. (A) Se estableció el nivel de servicio. (B y C) Se realizó el análisis y distribución ABC-XYZ porcentual por volumen y SKU; (D) Se encontró el listado de productos AX, AY y BX cuyo pronóstico se consensuó en la reunión del plan de la demanda. Elaboración propia, realizado con Excel.

Posteriormente, se procedió al consenso del pronóstico en colaboración con las gerencias de cada uno de los canales de venta (industria, mayoreo, supermercados y detallista); cada canal de venta estaba bajo la supervisión de un gerente de ventas, quien lideraba su respectivo equipo de trabajo. Se llevó a cabo una primera reunión de demanda piloto con cada equipo de ventas por separado, en la cual se presentó el historial de ventas correspondiente y el pronóstico matemático obtenido a través de ForecastPro®. Asimismo, se examinaron los *Building Blocks*, como promociones, lanzamientos de productos, ajustes en precios, nuevos clientes, entre otros; con el objetivo de comprender las variables cualitativas que influyeron en el pronóstico. Las modificaciones acordadas se registraron en la ventana de consenso de pronósticos de

ForecastPro® (ver Apéndice 7). El pronóstico consensuado por canal de ventas y la inclusión de los *Building Blocks*, se presentan en la Tabla 12.

Tabla 12.

Resultado de la simulación del proceso consensuado

	ene-22	feb-22	mar-22	abr-22	may-22	jun-22	jul-22	ago-22	sep-22	oct-22	nov-22	dic-22	Total
Pt	6,686	6,859	7,180	6,871	6,851	6,771	6,824	7,154	6,633	6,623	6,764	6,567	81,782
Vt	6,361	6,226	7,117	6,212	6,339	6,445	6,453	6,179	6,238	5,639	5,928	5,642	74,779
MAPE	**38.6%**	**80.6%**	**90.8%**	**114.2%**	**83.0%**	**56.9%**	**65.2%**	**202.9%**	**176.1%**	**69.4%**	**79.7%**	**97.0%**	**96.2%**
WMAPE	16.1%	16.7%	18.4%	21.6%	19.9%	18.6%	27.0%	29.9%	16.3%	22.0%	21.2%	26.7%	21.1%
BIAS	6.7%	59.0%	64.2%	82.6%	51.1%	19.5%	33.3%	170.6%	-23.4%	34.7%	43.3%	57.6%	49.9%
FA	61.4%	19.4%	9.2%	0.0%	17.0%	43.1%	34.8%	0.0%	0.0%	30.6%	20.3%	3.0%	3.8%
BO	**368**	**203**	**625**	**343**	**375**	**436**	**687**	**442**	**350**	**309**	**376**	**455**	**4,969**
BO rate	5.5%	3.2%	8.1%	5.2%	5.6%	6.3%	9.6%	6.7%	5.3%	5.2%	6.0%	7.5%	6.2%

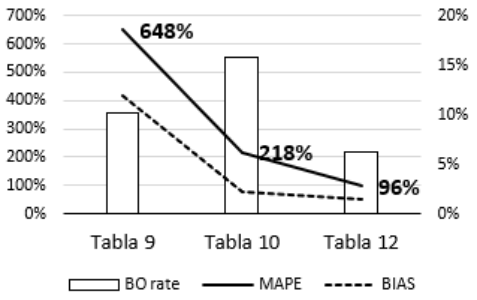
Nota. La tabla muestra los beneficios obtenidos mediante la simulación del proceso propuesto hasta el consenso grupal y la agregación de Building Blocks. Elaboración propia, realizado con Excel.

Finalmente, en la Tabla 13, se llevaron a cabo evaluaciones comparativas entre las variables de las Tablas 9, 10 y 12 para analizar los beneficios derivados de la mejora del procedimiento de planificación a través de la implementación de S&OP.

Tabla 13.

Comparativo de las simulaciones

Cuadro Comparativo de Diferentes Procesos				
	Tabla 9	**Tabla 10**	**Tabla 12**	**Mejora**
Pt	76,426	71,582	81,782	
Vt	75,694	74,779	74,779	
MAPE	**648.4%**	**217.7%**	**96.2%**	**-85.2%**
WMAPE	21.2%	29.0%	21.1%	
BIAS	**418.0%**	**75.9%**	**49.9%**	**-88.1%**
FA	0.0%	0.0%	3.8%	
BO	8,596	13,966	4,969	-42.2%
BO rate	**10.2%**	**15.7%**	**6.2%**	



Nota. La tabla muestra las tres simulaciones y su porcentaje de mejora respecto del procedimiento de administración de la demanda utilizado según SGC. Elaboración propia, realizado con Excel.

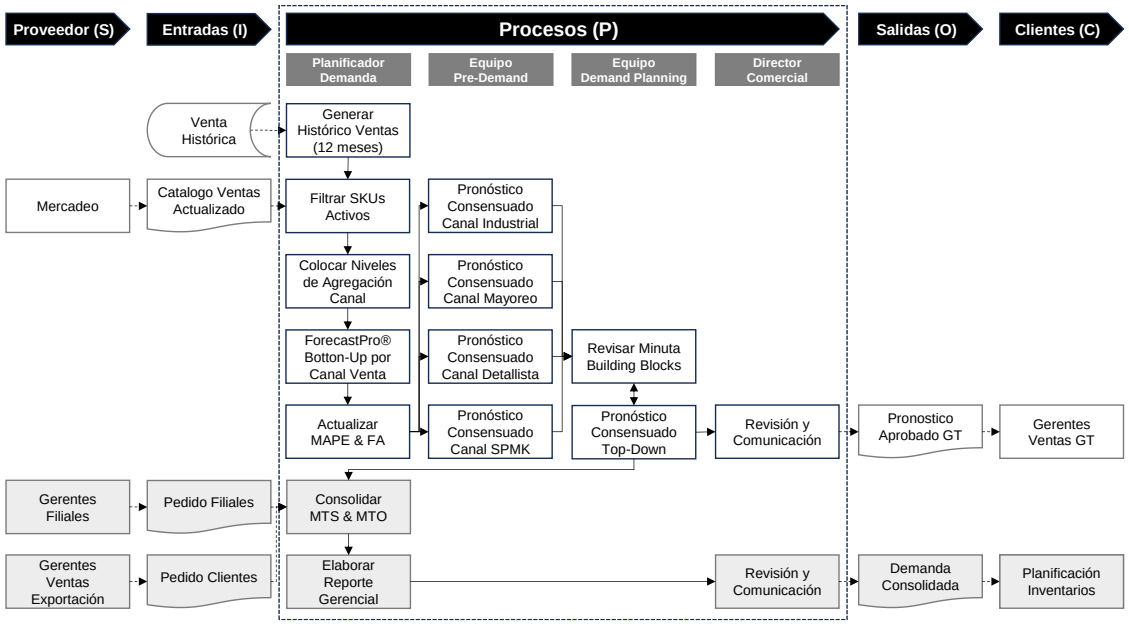
4.4. Objetivo general diseño del modelo de planificación

Diseñar un modelo de planificación de la demanda que garantice la mejora de la precisión del pronóstico de ventas de una industria alimenticia ubicada en Guatemala.

Finalmente, se estableció el diagrama SIPOC del procedimiento propuesto (Figura 7), basado en el plan de acción obtenido en el análisis GAP (Tabla 8) del procedimiento de administración de la demanda; de acuerdo con el modelo S&OP.

Figura 7.

Procedimiento de planificación de demanda deseado



Nota. La figura muestra el diagrama SIPOC del procedimiento de planificación de demanda propuesto, que cumple con un modelo S&OP de clase mundial. Elaboración propia, realizado con Word.

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El objetivo general de este trabajo de investigación fue diseñar un modelo de administración de la demanda que garantizara la mejora de la precisión de la proyección de ventas. Para ello, se presentó esta discusión de resultados ordenada en función de los objetivos específicos de este trabajo de investigación.

5.1. Objetivo 1. Revisión del procedimiento usado

Revisar el procedimiento de elaboración del pronóstico de ventas dentro del modelo usado para la planificación de la demanda de esta industria alimenticia ubicada en Guatemala.

Durante la fase 1 de revisión documental se encontró que, en esta industria alimenticia, se definía la administración de la demanda en función de dos elementos principales: a) el procedimiento de planificación de demanda y b) el descriptor de puesto del jefe de planificación de demanda (ver Apéndice 7). Posteriormente, en la fase 2, se llevó a cabo la verificación de estos procesos, lo que arrojó los siguientes resultados:

- Como se observa en la Tabla 4, a través de las auditorías del sistema de gestión de calidad, SGC (ISO 9001), se verificó que el procedimiento de planificación de la demanda se cumplía en promedio con un 98.8 % (con una desviación estándar de 2.5 %), con respecto al diagrama SIPOC de la Figura 6. No se encontró incongruencia entre el procedimiento documentado en el SGC y el proceso usado para la administración de la demanda.

- Como se evidencia en la Tabla 5, a través de la revisión del pago variable del jefe de planificación de demanda, se verificó que se cumplían en promedio con un 88.6 % (con una desviación estándar de 2.2 %) los indicadores de gestión orientados al cumplimiento de ventas y al tiempo de entrega de información. No se encontró incongruencia entre el descriptor de puesto del SGC y las acciones que realizó el jefe de planificación de la demanda.

- Se identificó una deficiencia en el indicador de cumplimiento de ventas, con un promedio de 84.4 % (desviación estándar de 5.3 %), siendo este el indicador con el mayor porcentaje de ponderación sobre el resultado mensual. Se determinó que el procedimiento de administración de la demanda utilizado y los indicadores de gestión no estaban orientados hacia la mejora de la confiabilidad de la proyección de ventas.

En esta industria alimenticia, se identificó una oportunidad de mejora. Ya que, estudios previos realizados por Manjarres y Mogollón (2017) e Ibarra (2020) han demostrado que la mejora del proceso de administración de la demanda puede conducir a mejoras significativas en la precisión de los pronósticos y el rendimiento general de la cadena de suministro. Esto porque "el pronóstico (…) proporciona los datos de entrada para la planeación y control de todas las áreas funcionales, incluyendo logística, *marketing*, producción y finanzas" (Ballou, 2004, p. 287).

5.2. Objetivo 2. Identificación de puntos críticos

Identificar los puntos críticos del modelo usado que ocasionan una baja precisión del pronóstico de ventas de dicha industria alimenticia ubicada en Guatemala.

Durante la fase 3, se diseñó una encuesta basada en las matrices de evaluación de dos aspectos clave: 1) el nivel de madurez del proceso S&OP según Grimson y Pyke y 2) las claves para mejorar el pronóstico según Mentzer. El propósito de estas encuestas fue comparar el procedimiento de planificación utilizado con las mejores prácticas a nivel mundial; las encuestas se encuentran detalladas en el apéndice 2. Se entrevistó a una muestra de 60 personas, con un nivel de confianza del 95 %, un error de estimación máximo del 5 % y una desviación estándar poblacional de 0.5; los resultados se presentan en el Apéndice 3. Estas personas vinieron de diversas áreas de la cadena de suministro e incluyeron administración, ventas, compras, control de calidad, costos, investigación y desarrollo, logística, mantenimiento, mercadeo, operaciones, planificación, producción, recursos humanos y tecnología, entre otras. A continuación, se discuten los resultados obtenidos:

- Según el análisis estadístico descriptivo, se encontró que el 70.0 % de las personas encuestadas indicaron que no se medía la eficiencia del procedimiento utilizado para la planificación de la demanda. Este resultado correspondía a un nivel etapa 1 (sin S&OP) en el nivel de madurez. Dicho resultado tenía una media de 1.45 y una desviación estándar de 0.85, como se puede observar en la tabla 6 bajo la categoría NM-3 medición.

- Según el análisis estadístico descriptivo, el 53.3 % de las personas encuestadas informaron que no hay un grupo de colaboradores responsables del modelo S&OP. Este resultado correspondía al nivel etapa 1 (sin S&OP) según el nivel de madurez. Este resultado tenía una media de 1.60 y una desviación estándar de 0.79, como se refleja en la tabla 6 bajo la categoría NM-2 organización.

- Según el análisis estadístico descriptivo, el 53.3 % de las personas encuestadas señalaron que no se contaba con las tecnologías de información adecuadas para la planificación de la demanda. Este resultado correspondía a un nivel etapa 1 (sin S&OP) en el nivel de madurez. Dicho resultado tenía una media de 1.60 y una desviación estándar de 0.79, tal como muestra la tabla 6 bajo la categoría NM-4 tecnologías de información.

- Según el análisis baremo de dimensiones, se descubrió que el 61.7 % de las personas encuestadas señaló que el nivel de madurez del modelo S&OP utilizado en la industria alimenticia se encontraba en la etapa 1 - sin S&OP. Otro 28.3 % de las personas seleccionó un proceso en la etapa 2 - reactivo, como se detalla en la tabla 7 bajo la categoría D1 - nivel de madurez del proceso S&OP usado.

- Según el análisis estadístico descriptivo, el 71.7 % de las personas encuestadas señaló que en la empresa se utilizaba el historial de facturación como fuente única para elaborar el pronóstico, en lugar de la demanda real. Por lo tanto, se consideró indispensable identificar las fuentes de información (*buildings blocks)* de la demanda. Este resultado tuvo una media de 1.47 y una desviación estándar de 0.89, como se puede observar en la tabla 6 bajo la categoría CM-3 pronostique la demanda, planifique la oferta.

- Según el análisis estadístico descriptivo, el 68.3 % de las personas encuestadas expresó que en la empresa no se disponía de un historial de la confiabilidad del pronóstico que permitiera confirmar si estaba mejorando. Por lo tanto, se consideró necesario medir la precisión en el lugar donde se ajustaron los pronósticos, en los canales de venta. Este

resultado presentó una media de 1.47 y una desviación estándar de 0.83, como se evidencia en la tabla 6, en la categoría CM-9 medir, medir, medir.

- Según el análisis estadístico descriptivo, el 65.0 % de las personas encuestadas señaló que en la empresa solo se hacía uso de datos cuantitativos para realizar pronósticos, dejando de lado los datos cualitativos. Esto mostró la necesidad de integrar tanto métodos cuantitativos como cualitativos en el proceso de pronóstico, identificando fuentes de mayor y menor precisión. Estos resultados tenían una media de 1.60 y una desviación estándar de 0.98, tal como se refleja en la tabla 6, bajo la categoría CM-6 usar correctamente las herramientas.

- Según el análisis estadístico descriptivo, el 63.3 % de las personas encuestadas manifestó que en la empresa se daba mayor importancia a la implementación de sistemas informáticos en lugar de mejorar los procesos y controles de gestión. Por lo tanto, se consideró fundamental la implementación de sistemas de control de gestión antes de seleccionar el *software* de pronóstico, así como el establecimiento de un grupo de pronóstico que incluyera un líder y la integración de departamentos clave en la reunión de planificación de la demanda. Este resultado mostró una media de 1.62 y una desviación estándar de 0.98, tal como se registró en la tabla 6, bajo la categoría CM-1 comprender qué es y qué no es la previsión.

- Según el análisis realizado en el Baremo de dimensiones, se observó que el 63.3 % de las personas encuestadas señaló que el proceso de elaboración del pronóstico utilizado en dicha industria alimenticia se encontraba en un nivel ineficiente. Adicionalmente, un 18.3 % de las personas seleccionó la categoría de nivel 2, que indicaba un nivel de

eficiencia catalogado como malo. Estos resultados se detallan en la Tabla 7, específicamente en la sección denominada D2 – claves de mejora del pronóstico usado.

5.2.1. Nivel de madurez usado

Basándose en las indicaciones previas de Grimson & Pyke (2007) y Wilson & Keating (2009), se identificaron los puntos críticos en la industria alimenticia, que incluían: la falta de medición de la eficiencia del procedimiento utilizado. La carencia de una estructura organizacional con responsabilidades definidas. La ausencia de tecnologías de información adecuadas. La práctica de utilizar exclusivamente el historial de facturación como fuente única para elaborar el pronóstico. La carencia de un historial de la confiabilidad del pronóstico que permitiera confirmar si había mejorado. La limitación en el uso de datos cuantitativos para realizar pronósticos, omitiendo datos cualitativos. La priorización de la implementación de sistemas informáticos sobre la mejora de procesos y controles de gestión.

Además, se determinó que el nivel de madurez S&OP en dicha industria alimenticia se encontraba en la etapa 1 (sin S&OP), y el proceso de elaboración del pronóstico se calificó como ineficiente. Estos hallazgos se basaron en los resultados de las encuestas mencionadas y los resultados estadísticos obtenidos en este estudio.

5.2.2. Nivel de madurez deseado

Se presentó a la gerencia general la matriz de cinco niveles de madurez del proceso S&OP, conforme a la propuesta de Grimson & Pyke (ver Tabla 2). Además, se comunicó que el resultado de la encuesta realizada a 60

profesionales de la industria alimenticia mostró que el nivel de madurez del proceso de administración de la demanda utilizado se encontraba en la etapa-1 (sin S&OP). Posteriormente, después de exponer los puntos críticos identificados, la directriz de la gerencia general fue la de elevar el proceso de planificación de demanda y pronósticos al nivel de madurez de la etapa-3 (S&OP estándar); para lograr este objetivo, se solicitó la realización de un análisis de cierre de brechas (ACB).

La etapa-3 (S&OP estándar) se caracteriza por la integración de la reunión previa S&OP y la reunión ejecutiva, ver Figura 4. Esto implica la necesidad de segmentar la información por familias y designar un líder S&OP desde la reunión de planificación de la demanda. La activa participación de los departamentos de ventas y *supply chain* en las reuniones de planificación de la demanda. Para lograrlo, es crucial una adecuada integración de todos los departamentos clave con el fin de consensuar el pronóstico y garantizar la inclusión de los *building blocks* que lo afectan. La medición de la confiabilidad del pronóstico, lo que requiere el establecimiento del mejor indicador de error de pronóstico. La realización de la demanda mediante un *software* de planificación, lo que implica la necesidad de contar con un sistema robusto de pronósticos que permita realizar anotaciones y seguimientos de los acuerdos alcanzados en las reuniones de planificación de la demanda. El cálculo de la proyección de ventas por SKU, lo que exige que el *software* cuente con herramientas *Bottom-Up*.

5.2.3. Análisis de brechas

Una vez que fueron establecidos los puntos críticos del proceso de demanda y pronósticos usados (nivel de madurez: etapa-1 sin S&OP) y se determinaron las cualidades del proceso de demanda y pronósticos deseados (nivel de madurez: etapa-3 estándar), se creó un plan de acción de cierre de

brechas para avanzar del nivel de madurez usado al nivel de madurez S&OP deseado. Este proceso se basó en un análisis GAP (ver Tabla 8) que se fundamentó en la mejora integral de procesos, personas y tecnologías. El plan de acción propuesto para el cierre de brechas es el siguiente:

- Actualización del procedimiento de pronóstico y planificación de la demanda: dentro de los puntos críticos, se estableció que para la organización era más importante implementar sistemas informáticos que mejorar los procesos y los controles de gestión. Esto indicó la importancia de mejorar primero el procedimiento de pronósticos y demanda antes de la implementación de un *software* de pronósticos o de una actualización de las responsabilidades definidas dentro de la estructura organizacional usada. En la Figura 7 se muestra el procedimiento de planificación de demanda que se estableció, dentro del concepto del modelo S&OP, para cumplir con este propósito; para ello se estableció un diagrama SIPOC para entender proveedores, entradas, proceso, salidas y clientes. Este procedimiento representó una mejora con respecto al procedimiento utilizado anteriormente (figura 6), lo que implicó una mejora en el área de procesos.

- Definir líder del plan de demanda: como se mostró en la Figura 4, existen cuatro fases del modelo S&OP. Aunque debe existir un líder S&OP general, también es recomendable tener un líder en cada fase; por lo tanto, fue importante definir un líder específico para el plan de demanda. "Alguien debe ser el líder del proceso y proporcionar la comunicación necesaria y los calendarios de juntas del grupo" (Ballou, 2004, p. 315). En este caso, se designó al jefe de planificación de demanda, por ser el líder natural de este proceso.

Como uno de los puntos críticos identificados fue la falta de una estructura organizacional con responsabilidades definidas, la designación de un líder del plan de demanda ayudaría a solucionarlo, lo que representó una mejora en el área de personas. Aunque no fue identificado como uno de los puntos más críticos, se observó que el desarrollador de pronósticos carecía de una comprensión completa del impacto de un buen o mal pronóstico en toda la cadena de suministro. Para abordar esta cuestión, se propuso proporcionar coaching al jefe de planificación de demanda a través de la guía de un especialista o asesor en el modelo S&OP.

- Integrar a todos los departamentos clave en las reuniones de planificación de demanda: los departamentos considerados cruciales para participar en estas reuniones incluyeron logística, planificación, inteligencia de mercados, comercial, mercadeo, entre otros. Se estableció como objetivo "la reducción del error de pronóstico, reconociendo que esto se puede lograr de manera más efectiva cuando cada departamento aporta una perspectiva única del proceso de pronóstico" (Ballou, 2004, p. 315). Aunque el jefe de planificación fue designado como líder de la reunión, los responsables de cumplir con el pronóstico obtenido fueron todos los representantes de los departamentos clave mencionados.

La definición de los integrantes clave de la reunión del plan de demanda también contribuyó a solucionar el punto crítico que indicó la falta de una estructura organizacional con responsabilidades bien definidas. En la empresa, se había utilizado únicamente el historial de facturación como fuente para elaborar el pronóstico y se habían omitido los datos cualitativos. Sin embargo, al definir los integrantes clave de la reunión del plan de demanda se obtuvieron diferentes perspectivas en forma de información cualitativa. Esto implicó una mejora en el área de personas.

- Establecer el calendario de reuniones de demanda y pre-demanda: se diseñó un calendario mensual formal del periodo 2022 (Apéndice 4) y se asignó responsables para cada actividad en una matriz RACI (Apéndice 5), la cual se publicó oportunamente al grupo de integrantes clave de la reunión de planificación de la demanda. La creación de este calendario de reuniones de demanda representó una mejora en el proceso al establecer responsabilidades y promover la participación efectiva de los asistentes. Esto implicó una mejora en el área de procesos.

- Usar ForecastPro® para análisis de pronósticos rápidos: se atendió la recomendación de Yate y Aránzazu (2018), quienes destacaron la eficacia de ForecastPro® como una herramienta tecnológica clave en la implementación del modelo S&OP. La adopción de ForecastPro® resolvió uno de los puntos críticos que se había identificado, que era la falta de tecnologías de información adecuadas. Con ForecastPro®, se logró realizar pronósticos con una gran variedad de herramientas estadísticas y, además, facilitó el seguimiento y control de los cambios consensuados y acordados durante las reuniones de demanda. La implementación de ForecastPro® representó una mejora notable en el área de tecnología (Apéndice 8).

- Generar pronóstico consensuado, incorporando *building blocks*: se tuvo en cuenta la diversidad de perspectivas y puntos de vista entre los participantes de la reunión de demanda, los cuales se consideraron que afectarían el pronóstico de la demanda. Entre los factores o *building blocks* considerados se incluyeron elementos como: promociones, lanzamientos de productos, cambios en los precios, adquisición de nuevos clientes, modificaciones en la presentación de productos, ciclos de productos *In&Out*, entre otros.

Se realizó una reunión de demanda de prueba piloto junto con las gerencias de mercadeo y ventas. Se arrancó con el pronóstico experto de ForecastPro® y luego de un análisis colaborativo se estableció la demanda consensuada, tomando en cuenta los building blocks para cada producto AX, AY y BX revisado (Tabla 11).

- Medir la precisión del pronóstico: se midió la confiabilidad del pronóstico de la demanda consensuada, obtenido de la reunión de prueba piloto, bajo tres escenarios complementarios (ver Tabla 9, 10 y 12). Dado que se detectó que no se medía la eficiencia del plan de demanda y que no se contaba con un historial de la confiabilidad del pronóstico que permitiera confirmar si se estaba gestionando su mejora, en este trabajo de investigación se evaluaron diferentes medidas del error del pronóstico tales como MAPE, WMAPE y BIAS; esto implica una mejora en el área de proceso. Se consideró que WMAPE representaba de mejor forma el error de pronóstico de un grupo de productos, ya que asigna pesos ponderados de acuerdo con el volumen de cada uno.

5.3. Objetivo 3. Evaluación de beneficios

Evaluar los beneficios que se obtienen mediante la simulación del modelo propuesto para la planificación de la demanda de esta industria alimenticia ubicada en Guatemala.

5.3.1. Evaluación del modelo usado

Para evaluar el modelo usado y el modelo deseado se obtuvo la venta histórica mensual del periodo 2019 hasta el 2022 y se utilizó una muestra de 127 productos. Se procedió a calcular el pronóstico mensual de cada uno de los

productos para el año 2022, tomando como base la venta histórica del periodo 2019 al 2021 se calculó el promedio de venta de los últimos 6 meses como referencia. Los resultados de esta simulación del procedimiento utilizado para la planificación de la demanda se anotaron en la Tabla 9 (se obtuvo Pt con 13,608 iteraciones). El pronóstico anual para 2022 arrojó un total de 76,426 unidades y al compararlo con la venta real de 75,694 unidades durante el mismo periodo, se obtuvieron los siguientes resultados: MAPE= 648.4 %, WMAPE= 21.2 %, BIAS= 418 % y FA= 0 %, con un resultado neto de pedidos insatisfechos o BO= 8,596 unidades (10.2 %).

5.3.2. Evaluación del modelo deseado

Para evaluar el modelo usado y el modelo deseado se obtuvo la venta histórica mensual del 2019 hasta el 2022; con una muestra que incluyó 127 productos. Se procedió a calcular el pronóstico mensual de cada uno de los productos para el año 2022, tomando como base la venta histórica del periodo 2019 al 2021 y se usó ForecastPro® en modo experto. Antes de utilizar ForecastPro®, se realizó una depuración de los productos que ya no formaban parte del catálogo de ventas activo, y su historial de ventas se migró a los productos correspondientes. Además, se aplicaron niveles de agregación por familias, subfamilias, marcas y canales de ventas.

Los resultados de esta simulación del procedimiento deseado para la planificación de la demanda se presentan en la Tabla 10 (se obtuvo Pt con 306,000 iteraciones). El pronóstico anual para 2022 fue de 71,582 unidades y al compararlo con la venta real de 74,779 unidades durante el mismo periodo, se obtuvieron los siguientes resultados: MAPE= 217.7 %, WMAPE= 29.0 %, BIAS= 75.9 % y FA= 0 %, con un resultado neto de pedidos insatisfechos o BO= 13,966 unidades (15.7 %). Esto implica que el error de pronóstico aumentó al usar la

herramienta estadística de ForecastPro®, en comparación con el procedimiento usado.

5.3.3. Evaluación del modelo deseado y consensuado

Primeramente, se llevó a cabo un análisis ABC-XYZ para identificar los productos que serían revisados en la segunda fase del procedimiento propuesto. Los resultados de este análisis de prioridades ABC-XYZ se presentan en la Tabla 11. Se propuso consensuar los productos AX, AY, BX, los cuales representan el 33.64 % de los productos y que generaban el 77.05 % del volumen vendido. Se utilizó el pronóstico generado previamente por ForecastPro® y se procedió a consensuar el pronóstico con las gerencias relacionadas con los canales de ventas de industria, mayoristas, detallistas y supermercados. Durante este proceso, se incorporaron los *Building Blocks*, que incluían elementos como promociones, lanzamientos, ajustes de precios, adquisición de nuevos clientes, entre otros.

En la Tabla 12 se representan los resultados obtenidos a través de la simulación del procedimiento deseado para la planificación de la demanda (se obtuvo Pt con 306,000 iteraciones). Se obtuvo un pronóstico anual para el año 2022 de 81,782 unidades. Al compararlo con las ventas reales que ascendieron a 74,779 unidades durante el mismo periodo, se obtuvieron los siguientes resultados: MAPE= 96.2 %, WMAPE= 21.1 %, BIAS= 49.9 % y FA= 3.8 %, con un resultado neto de pedidos insatisfechos o BO= 4,969 unidades (6.2 %). Estos resultados indican que el error de pronóstico disminuyó al consensuar el pronóstico a partir de los datos obtenidos con la herramienta estadística de ForecastPro®, en comparación con el método usado.

En la Tabla 13 se evaluó el beneficio de la mejora del proceso de planificación de la demanda mediante el enfoque S&OP. Los resultados revelaron una reducción del 42.2 % en los pedidos insatisfechos (BO), una disminución del 85.2 % en el error del pronóstico (MAPE) y una reducción del 88.1 % en el sesgo del error del pronóstico (BIAS). Se destacó la recomendación de medir el error de pronóstico con WMAPE, debido a su capacidad para dar una mayor ponderación al error de pronóstico de los productos con un mayor volumen de ventas. Es importante señalar que, en todas las simulaciones se partió de la suposición de que no existía inventario disponible.

5.4. Objetivo general diseño del modelo de planificación

Diseñar un modelo de planificación de la demanda que garantice la mejora de la precisión del pronóstico de ventas de una industria alimenticia ubicada en Guatemala.

Con base en el plan de acción obtenido por medio del análisis GAP (Tabla 8), se estableció el procedimiento propuesto para la reunión del plan de demanda (Figura 7), basado en el modelo S&OP. El proceso propuesto implicó: 1-generar el histórico de ventas, 2-filtrar los productos activos, 3-colocar niveles de agregación por marca y canal, 4-Generar el pronóstico con ForecastPro®, 5-actualizar el error del pronóstico, 6-consensuar el pronóstico por canal de venta, 7-Revisar minuta de *building blocks* y 8-Realizar demanda agregada de ventas. En la Tabla 13 se evaluaron los beneficios de este modelo de planificación de demanda.

Entre las fortalezas del procedimiento propuesto se encontraban la integración de datos cualitativos, la participación de varios departamentos y el uso de una herramienta estadística como ForecastPro® que podría mejorar la

confiabilidad del pronóstico. Sin embargo, entre las debilidades del procedimiento propuesto se incluían la coordinación de múltiples departamentos durante las reuniones lo cual exigía un mayor liderazgo y la mayor carga de trabajo al consensuar una mayor cantidad de datos en múltiples niveles de agregación. En última instancia, la adopción del modelo deseado dependería de la capacidad de la organización para abordar estos desafíos y su disposición para invertir en la mejora de la administración de la demanda; el cronograma de implementación de este proyecto se muestra en el Apéndice 6.

CONCLUSIONES

1. Se revisó el procedimiento de elaboración del pronóstico de ventas dentro del modelo usado para la administración de la demanda y se constató que el responsable del procedimiento lo cumplía en un 98.8 % (desviación 2.5 %) con respecto a las auditorías del sistema de gestión de calidad. Además, se determinó que el procedimiento de planificación de la demanda utilizado en dicha industria alimentaria correspondía a una Etapa 1 (sin S&OP) según el modelo de Grimson & Pyke.

2. Se identificaron siete puntos críticos del procedimiento de planificación de demanda usado que ocasionan una baja confiabilidad del pronóstico de ventas; los cuales son: no se mide la eficiencia del procedimiento usado, no se cuenta con una estructura organizacional con responsabilidades definidas, no se cuenta con las tecnologías de información adecuadas, en la empresa se usa el historial de facturación como fuente única para elaborar el pronóstico, no se cuenta con un historial de la confiabilidad del pronóstico que permita confirmar si está mejorando, en la empresa solamente se utilizan los datos cuantitativos para pronosticar y se obvian los datos cualitativos, en la empresa es más importante implementar sistemas informáticos, que mejorar procesos y controles de gestión.

3. Se evaluaron los beneficios de la adopción del modelo propuesto de administración de la demanda mediante una simulación y el uso de datos consensuados; los resultados revelaron una reducción significativa del 42.2 % en los pedidos insatisfechos (BO), una disminución del 85.2 % en

el error del pronóstico (MAPE) y una reducción del 88.1 % en el sesgo del error del pronóstico (BIAS).

4. Se diseñó un modelo de planificación de la demanda de ocho pasos que garantiza la mejora de la confiabilidad del pronóstico de ventas de esta industria alimenticia; los cuales son: 1-generar el histórico de ventas, 2-filtrar los productos activos, 3-colocar niveles de agregación por marca y canal, 4-generar el pronóstico de ventas con ForecastPro®, 5-actualizar el error del pronóstico, 6-consensuar el pronóstico por canal de venta, 7-revisar minuta de *building blocks* y 8-realizar demanda agregada de ventas.

RECOMENDACIONES

1. Realizar auditorías mensuales del cumplimiento del procedimiento de elaboración del pronóstico dentro del modelo de planificación de la demanda; incluyendo el respectivo sistema de pago variable. Con responsabilidad sobre el Gerente del Sistema de Gestión de Calidad (SGC) de la industria alimenticia.

2. Evaluar mensualmente la mejora de los siete puntos críticos que afectan la precisión del pronóstico. Estos puntos críticos incluyen que: no se mide la eficiencia del procedimiento usado, no se cuenta con una estructura organizacional con responsabilidades definidas, no se cuenta con las tecnologías de información adecuadas, en la empresa se usa el historial de facturación como fuente única para elaborar el pronóstico, no se cuenta con un historial de la confiabilidad del pronóstico que permita confirmar si está mejorando, en la empresa solamente se utilizan los datos cuantitativos para pronosticar y se obvian los datos cualitativos, en la empresa es más importante implementar sistemas informáticos, que mejorar procesos y controles de gestión. Con responsabilidad sobre el Gerente del Sistema de Gestión de Calidad (SGC) de dicha industria alimenticia.

3. Calcular mensualmente los beneficios obtenidos por la planificación de la demanda mediante la medición de: los pedidos insatisfechos, BO; el error del pronóstico, MAPE y WMAPE; y el sesgo del error del pronóstico, BIAS. Con responsabilidad sobre el Gerente del Sistema de Gestión de Calidad (SGC) de dicha industria alimenticia.

4. Autorizar la implementación del procedimiento de planificación de la demanda propuesto en este trabajo de investigación. Este procedimiento garantiza la mejora de la precisión del pronóstico, como lo demostraron los resultados de la simulación de procesos (con una reducción del -42.2 % en BO; -85.2 % en MAPE; -88.1 % en BIAS). El procedimiento propuesto comprende las siguientes etapas: 1-generar el histórico de ventas, 2-filtrar los productos activos, 3-colocar niveles de agregación por marca y canal, 4-generar el pronóstico con ForecastPro®, 5-actualizar el error del pronóstico, 6-consensuar el pronóstico por canal de venta, 7-revisar minuta de *building blocks* y 8-Realizar demanda agregada de ventas. Con responsabilidad sobre el Gerente General de la industria alimenticia.

5. Revisar el procedimiento de elaboración del pronóstico utilizado por los clientes que requieren producción *make to order* (MTO). Con recomendación a los estudiantes de maestría de Gestión Industrial.

6. Analizar los puntos críticos del procedimiento de planificación de demanda, con los modelos de Lapide (2005), Cacere, Barret & Mooraj (2009) y Wagner, Ullrich & Transchel (2014). Con recomendación a los estudiantes de maestría de Gestión Industrial.

7. Rediseñar el proceso de administración de la demanda, para incluir el presupuesto del volumen de ventas como indicador mínimo de cumplimiento; generando las dinámicas comerciales necesarias para cumplirlo. Con responsabilidad sobre la Gerencia Financiera de dicha industria alimenticia.

REFERENCIAS

Ballou, R. (2004). *Logística. Administración de la cadena de suministro*. Prentice Hall.

Cacere, L., Barret, J. & Mooraj, H. (2009). Sales and Operations Planning: Transformation from Tradition [Planificación de ventas y operaciones: transformación de la tradición]. *Industry Value Chain Strategies, 5*(1), 1-9. https://docplayer.net/32332894-Sales-and-operations-planning-transformation-from-tradition.html

Castañeda, S. (2020). *Modelo de Planificación para el Requerimiento de Materiales en la Fabricación de Tapadera para Envases de Linaza, utilizando la Herramienta MRP I en una Empresa Manufacturera de Plásticos.* [Tesis de maestría, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Archivo digital. http://www.repositorio.usac.edu.gt/13324/1/Sandy%20Zucely%20Casta%C3%B1eda%20Choc.pdf

Castellanos, K. (2019). *Evaluación de una Metodología Matemática de Mínimos Cuadrados para Optimizar Pronósticos de Venta de Productos de Confitería Aireados, en una Fábrica Ubicada en el Municipio de Escuintla.* [Tesis de maestría, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Archivo digital. http://www.repositorio.usac.edu.gt/13069/1/Laura%20Mar%C3%ADa%20Castellanos%20Falla.pdf

Chase, R., Jacobs, F. y Aquilano, N. (2009). *Administración de operaciones. Producción y cadena de suministros*. Mc Graw Hill.

Chopra, S. & Meindl, P. (2008). *Administración de la cadena de suministro. Estrategia, planeación y operación*. Pearson.

Estrada, J. (2020). *Diseño de un Plan Maestro de Producción para Mejorar la Eficiencia de Maquinaria utilizada en una Empresa de Fabricación de Plástico.* [Tesis de maestría, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Archivo digital. http://www.repositorio.usac.edu.gt/15579/1/Jonathan%20Javier%20Estrada%20P%C3%A9rez.pdf

Grimson, J. & Pyke, D. (2007). Sales & Operations Planning: An Exploratory Study and Framework [Planificación de ventas y operaciones: un estudio y un marco exploratorios]. *The International Journal of Logistics Management,* *18*(3), 322-346. https://www.researchgate.net/publication/247621017_Sales_and_operations_planning_An_exploratory_study_and_framework/link/0046352a67f7fc6923000000/download

Hanke, J. & Wichern, D. (2010). *Pronósticos en los Negocios*. Prentice Hall.

Heizer, J. & Render, B. (2007). *Dirección de la Producción y de Operaciones, Decisiones Estratégicas*. Pearson.

Ibáñez, S. (2019). *Sales and operation planning y su impacto estratégico en signify* [Planificación de ventas y operaciones y su impacto estratégico en signify] [Tesis de maestría, Universidad de Chile]. Archivo digital.

https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/170978/Sales-and-operation-planning-%28S%26OP%29-y-su-impacto-estrategico.pdf

Ibarra, M. (2020). *Desarrollo de un Modelo de Planeación de la Demanda Estacional de la Cadena de Suministro en Tiendas de Conveniencia.* [Tesis de maestría, Universidad de Sonora México]. Archivo digital. http://www.irsitio.com/refbase/documentos/419_IbarraRodriguez2020.pdf

Lapide, L. (2005). Sales and Operations Planning Part III: A Diagnostic Model [Planificación de ventas y operaciones Parte III: Un modelo de diagnóstico]. *The Journal of Business Forecasting, 24*(1), 13-16. https://ctl.mit.edu/sites/default/files/library/public/article_jbf_soplanningiii_lapide.pdf

Manjarres, E.y Mogollón, J. (2017). *Diseño de una Herramienta de Pronóstico, para una Línea de Envasados de una Planta que elabora Productos de Consumo Masivo.* [Tesis de maestría, Universidad del Norte de Barranquilla de Colombia]. Archivo digital. http://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/7746/130144.pdf

Meleán, R. y Velasco, J. (2017). Proceso de comercialización de productos derivados de la ganadería bovina doble propósito. *Negotium, 13*(37), 47-61. https://www.redalyc.org/pdf/782/78252811004.pdf

Peña, C. (2017). *Planificación de Ventas y Operaciones S&OP en 14 claves*. Marge Books.

Reyes, M. (2017). *Implementación de un Sistema de Administración y Manejo de Inventarios en la Bodega de Materia Prima de una Empresa Productora de Agroquímicos, mediante un Sistema ABC.* [Tesis de maestría, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Archivo digital. http://www.repositorio.usac.edu.gt/8259/1/Menphis%20Sofonias%20Reyes%20Mazariegos.pdf

Sinha, A., Mane, P., Kusters, J. & Jandhyala, R. (2018). *Sales and Operations Planning with SAP IBP* [Planificación de ventas y operaciones con SAP IBP]. Rheinwerk Publishing.

Wagner, S., Ullrich, K., & Transchel, S. (2014). The game plan for aligning the organization [The game plan for aligning the organization]. *Business Horizons, 57*(2), 189-201. https://www.studocu.com/pe/document/universidad-privada-del-norte/ingenieria/article-the-game-plan-for-aligning-the-organization-kelley-school-of-businessenes-espanol/67449508

Wilson, J. & Keating, B. (2009). *Business Forecasting with ForecastX* [Previsión empresarial con ForecastX]. McGraw-Hill.

Yate, M. y Aránzazu, O. (2018). *El S&OP como estrategia para mejorar el cumplimiento de la promesa de servicio en "C.I El Globo S.A.S".* [Tesis de maestría, Universidad Esumer Medellín Colombia]. Archivo digital. https://repositorio.esumer.edu.co/jspui/bitstream/esumer/1253/2/Esumer_promesa.pdf

APÉNDICES

Apéndice 1.

Matriz de coherencia

Línea	Sistemas integrados de gestión – gestión de la cadena de suministros.
Título	Propuesta de un modelo de planificación de la demanda que garantice la mejora de la precisión del pronóstico de ventas de una industria alimenticia ubicada en Guatemala, aplicando el proceso S&OP
Problema	En 2022, el 648.4 % del error del pronóstico promedio generó el 62.4 % de los pedidos insatisfechos de producto terminado en dicha Industria Alimenticia ubicada en Guatemala.
Pregunta central	¿Cuál es el modelo de planificación de la demanda que garantiza la mejora de la precisión del pronóstico de ventas de una Industria alimenticia ubicada en Guatemala?
Pregunta auxiliar 1	¿Cómo se elabora el pronóstico de ventas dentro del modelo usado para la planificación de la demanda de esta industria alimenticia ubicada en Guatemala?
Pregunta auxiliar 2	¿Cuáles son los puntos críticos del modelo usado que ocasionan una baja precisión del pronóstico de ventas de dicha industria alimenticia ubicada en Guatemala?
Pregunta auxiliar 3	¿Qué beneficios se obtienen mediante la simulación del modelo propuesto para la planificación de la demanda de esta industria alimenticia ubicada en Guatemala?
Objetivo central	Diseñar un modelo de planificación de la demanda que garantice la mejora de la precisión del pronóstico de ventas de una industria alimenticia ubicada en Guatemala.
Objetivo específico 1	Revisar el procedimiento de elaboración del pronóstico de ventas dentro del modelo usado para la planificación de la demanda de esta industria alimenticia ubicada en Guatemala.

Continuación del apéndice 1.

Objetivo específico 2	Identificar los puntos críticos del modelo usado que ocasionan una baja precisión del pronóstico de ventas de dicha industria alimenticia ubicada en Guatemala.
Objetivo específico 3	Evaluar los beneficios que se obtienen mediante la simulación del modelo propuesto para la planificación de la demanda de esta industria alimenticia ubicada en Guatemala.
Conclusión central	Se diseñó un modelo de planificación de la demanda de ocho pasos que garantiza la mejora de la confiabilidad del pronóstico de ventas de esta industria alimenticia; los cuales son: 1-Generar el histórico de ventas, 2-Filtrar los productos activos, 3-Colocar niveles de agregación por marca y canal, 4-Generar el pronóstico de ventas con ForecastPro®, 5-Actualizar el error del pronóstico, 6-Consensuar el pronóstico por canal de venta, 7-Revisar minuta de building blocks y 8-Realizar demanda agregada de ventas.
Conclusión específica 1	Se revisó el procedimiento de elaboración del pronóstico de ventas dentro del modelo usado para la administración de la demanda y se constató que el responsable del procedimiento lo cumplía en un 98.8 % (desviación 2.5 %) con respecto a las auditorías del sistema de gestión de calidad; Además, se determinó que el procedimiento de planificación de la demanda utilizado en dicha industria alimentaria correspondía a una etapa 1 (sin S&OP) según Grimson & Pyke.
Conclusión específica 2	Se identificaron siete puntos críticos del procedimiento de planificación de demanda usado que ocasionan una baja confiabilidad del pronóstico de ventas; los cuales son: a) no se mide la eficiencia del procedimiento usado, b) no se cuenta con una estructura organizacional con responsabilidades definidas, c) no se cuenta con las tecnologías de información adecuadas, d) en la empresa se usa el historial de facturación como fuente única para elaborar el pronóstico, e) no se cuenta con un historial de la confiabilidad del pronóstico que permita confirmar si está mejorando, f) en la empresa solamente se utilizan los datos cuantitativos para pronosticar y se obvian los datos cualitativos, g) en la empresa es más importante implementar sistemas informáticos, que mejorar procesos y controles de gestión.

Continuación del apéndice 1.

Conclusión específica 3	Se evaluaron los beneficios de la adopción del modelo propuesto de administración de la demanda mediante una simulación y el uso de datos consensuados; los resultados revelaron una reducción significativa del 42.2 % en los pedidos insatisfechos (BO), una disminución del 85.2 % en el error del pronóstico (MAPE) y una reducción del 88.1 % en el sesgo del error del pronóstico (BIAS).
Recomendación central	Al Gerente General de la industria alimenticia ubicada en Guatemala, se recomienda que autorice la implementación del procedimiento de planificación de la demanda propuesto en este trabajo de investigación. Este procedimiento garantiza la mejora de la precisión del pronóstico, como lo demostraron los resultados de la simulación de procesos (con reducción del -42.2 % en BO; -85.2 % en MAPE; -88.1 % en BIAS). El procedimiento propuesto comprende las siguientes etapas: 1-Generar el histórico de ventas, 2-Filtrar los productos activos, 3-Colocar niveles de agregación por marca y canal, 4-Generar el pronóstico con ForecastPro®, 5-Actualizar el error del pronóstico, 6-Consensuar el pronóstico por canal de venta, 7-Revisar minuta de building blocks y 8-Realizar demanda agregada de ventas.
Recomendación específica 1	Al Gerente del Sistema de Gestión de Calidad (SGC) de la industria alimenticia ubicada en Guatemala, se recomienda realizar auditorías mensuales del cumplimiento del procedimiento de elaboración del pronóstico dentro del modelo de la planificación de la demanda; incluyendo el respectivo sistema de pago variable.

Continuación del apéndice 1.

Recomendación Específica 2	Al Gerente del Sistema de Gestión de Calidad (SGC) de la industria alimenticia ubicada en Guatemala, se recomienda llevar a cabo revisiones mensuales para evaluar el avance en la mejora de los siete puntos críticos que afectan la precisión del pronóstico. Estos puntos críticos incluyen que: a) no se mide la eficiencia del procedimiento usado, b) no se cuenta con una estructura organizacional con responsabilidades definidas, c) no se cuenta con las tecnologías de información adecuadas, d) en la empresa se usa el historial de facturación como fuente única para elaborar el pronóstico, e) no se cuenta con un historial de la confiabilidad del pronóstico que permita confirmar si está mejorando, f) en la empresa solamente se utilizan los datos cuantitativos para pronosticar y se obvian los datos cualitativos, g) en la empresa es más importante implementar sistemas informáticos, que mejorar procesos y controles de gestión.
Recomendación Específica 3	Al Gerente del Sistema de Gestión de Calidad (SGC) de la industria alimenticia ubicada en Guatemala, se recomienda evaluar mensualmente los beneficios obtenidos por la planificación de la demanda mediante la medición de: a) los pedidos insatisfechos, BO; b) el error del pronóstico, MAPE y WMAPE; y c) el sesgo del error del pronóstico, BIAS.
Otras Recomendaciones:	
A los estudiantes de maestría de Gestión Industrial, se recomienda revisar el procedimiento de elaboración del pronóstico utilizado por los clientes que requieren make to order (MTO).	
A los estudiantes de maestría de Gestión Industrial, se recomienda que además de evaluar los puntos críticos, del procedimiento de planificación de demanda, con el nivel de madurez S&OP de Grimson & Pyke (2007), también utilicen los modelos de Lapide (2005), Cacere, Barret & Mooraj (2009) y Wagner, Ullrich & Transchel (2014).	
A la industria alimenticia, se recomienda rediseñar el proceso de administración de la demanda para incluir el presupuesto del volumen de ventas como indicador mínimo de cumplimiento; guiando al departamento de ventas a generar las dinámicas comerciales necesarias para cumplirlo.	

Nota. Matriz comparativa del título, preguntas, objetivos, conclusiones y recomendaciones del Trabajo de Investigación. Elaboración propia.

Apéndice 2.

Cuestionario de la Encuesta

Cuestionario AP2-1

Encuesta de Nivel de Madurez del Proceso S&OP

Fecha: _____**Departamento/Puesto:** _____

Nombre: _____

Instrucciones: Tomando en cuenta la descripción de cada uno de los cinco niveles de madurez del modelo S&OP de Grimson & Pyke que se le explica en cada una de las preguntas, responda marcando con una "X" el nivel del 1 al 5 que más se ajusta al proceso de planificación de demanda.

NM-1 Reuniones y Colaboración. ¿En qué nivel de reuniones y colaboración del modelo S&OP se encuentra el proceso de planificación de la demanda de la empresa?

☐ Nivel 1 SinS&OP	☐ Nivel 2 Reactivo	☐ Nivel 3 Estándar	☐ Nivel 4 Avanzado	☐ Nivel 5 Proactivo

NM-2 Organización. ¿En qué nivel de organización del modelo S&OP se encuentra el proceso de planificación de la demanda de la empresa?

☐ Nivel 1 SinS&OP	☐ Nivel 2 Reactivo	☐ Nivel 3 Estándar	☐ Nivel 4 Avanzado	☐ Nivel 5 Proactivo

NM-3 Medición. ¿En qué nivel de medición del modelo S&OP se encuentra el proceso de planificación de la demanda de la empresa?

☐ Nivel 1 SinS&OP	☐ Nivel 2 Reactivo	☐ Nivel 3 Estándar	☐ Nivel 4 Avanzado	☐ Nivel 5 Proactivo

NM-4 Tecnologías de Información. ¿En qué nivel de tecnología de información del modelo S&OP se encuentra el proceso de planificación de la demanda de la empresa?

☐ Nivel 1 SinS&OP	☐ Nivel 2 Reactivo	☐ Nivel 3 Estándar	☐ Nivel 4 Avanzado	☐ Nivel 5 Proactivo

NM-5 Integración de Planes S&OP. ¿En qué nivel de integración de planes del modelo S&OP se encuentra el proceso de planificación de la demanda de la empresa?

☐ Nivel 1 SinS&OP	☐ Nivel 2 Reactivo	☐ Nivel 3 Estándar	☐ Nivel 4 Avanzado	☐ Nivel 5 Proactivo

Continuación del apéndice 2.

Cuestionario AP2-2

Encuesta de Claves de Mejora del Pronóstico

Fecha: _____Departamento/Puesto: _____

Nombre: _____

Instrucciones: Tomando en cuenta la descripción de cada una de las claves de mejora del pronóstico de ventas de Mentzer que se le proporcionará en cada una de las preguntas, responda marcando con una "X" su grado de acuerdo o desacuerdo en cada una de las afirmaciones siguientes.

CM-1 Comprender qué es y qué no es la previsión. En la empresa es más importante implementar sistemas informáticos, que mejorar primeramente los procesos y controles de gestión.

☐ Total acuerdo	☐ De acuerdo	☐ No estoy seguro	☐ En Desacuerdo	☐ Total Desacuerdo

CM-2 Comprender qué es y qué no es la previsión. En la empresa las personas no distinguen entre pronósticos, planes y metas.

☐ Total acuerdo	☐ De acuerdo	☐ No estoy seguro	☐ En Desacuerdo	☐ Total Desacuerdo

CM-3 Pronosticar la demanda y planificar la oferta. En la empresa se usa el historial de facturación como fuente única para elaborar el pronóstico, en lugar de la demanda real.

☐ Total acuerdo	☐ De acuerdo	☐ No estoy seguro	☐ En Desacuerdo	☐ TotalDesacuerdo

CM-4 Comunicar, cooperar y colaborar. Los desarrolladores de pronósticos no conocen el impacto de un buen o un mal pronóstico a través de cada una de las áreas de la empresa.

☐ Total acuerdo	☐ De acuerdo	☐ No estoy seguro	☐ En Desacuerdo	☐ TotalDesacuerdo

CM-5 Eliminar islas de análisis. En la empresa cada departamento realiza su propio pronóstico, porque existe desconfianza del pronóstico oficial.

☐ Total acuerdo	☐ De acuerdo	☐ No estoy seguro	☐ En Desacuerdo	☐ TotalDesacuerdo

Continuación del apéndice 2.

CM-6 Usar correctamente las herramientas. En la empresa solamente se utilizan datos cuantitativos para pronosticar y se obvian los datos cualitativos.

☐ Total acuerdo	☐ De acuerdo	☐ No estoy seguro	☐ En Desacuerdo	☐ Total Desacuerdo

CM-7 Dar importancia. Aunque continuamente se oficializan malos pronósticos no existe responsabilidad alguna para mejorarlos.

☐ Total acuerdo	☐ De acuerdo	☐ No estoy seguro	☐ En Desacuerdo	☐ Total Desacuerdo

CM-8 Dar importancia. Los desarrolladores no entienden para que se usan los pronósticos en las demás áreas de la empresa.

☐ Total acuerdo	☐ De acuerdo	☐ No estoy seguro	☐ En Desacuerdo	☐ Total Desacuerdo

CM-9 Medir, medir, medir. No se cuenta con un historial de la precisión del pronóstico que permita confirmar si se está mejorando; ni por canal de venta, ni de manera general.

☐ Total acuerdo	☐ De acuerdo	☐ No estoy seguro	☐ En Desacuerdo	☐ TotalDesacuerdo

CM-10 Medir, medir, medir. No se conocen las causas por las que existe un alto error de pronóstico.

☐ Total acuerdo	☐ De acuerdo	☐ No estoy seguro	☐ En Desacuerdo	☐ TotalDesacuerdo

---

Nota. Los resultados del cuestionario se mostraron en el apéndice 3. Elaboración propia.

Apéndice 3.

Análisis de datos

Recopilación de datos de las encuestas: El procedimiento que se usó para recopilar los datos de las encuestas fue: 1) se diseñaron e imprimieron las encuestas, 2) se formó grupos pequeños ordenados por departamento, 3) Se realizó una capacitación general sobre S&OP, el nivel de madurez y las claves de mejora de los pronósticos, 4) se presentó los formatos de las encuestas y 5) se solicitó a las personas responder la encuesta. La matriz de datos de los resultados se muestra en la Tabla AP3-1.

Tabla AP3-1

Matriz de datos de los resultados de las encuestas:

		D1					D2										*Sumatoria*		
Departamento	Puesto	NM-1	NM-2	NM-3	NM-4	NM-5	CM-1	CM-2	CM-3	CM-4	CM-5	CM-6	CM-7	CM-8	CM-9	CM-10	*D1*	*D2*	*V1*
Administracion	Coordinador	1	1	1	1	2	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	*6*	*12*	*18*
Administracion	Coordinador	2	1	2	2	3	1	3	1	2	3	1	2	2	1	2	*10*	*18*	*28*
Administracion	Coordinador	3	1	1	2	3	2	3	2	3	3	2	3	3	2	3	*10*	*26*	*36*
Administracion	Gerente	1	1	1	1	2	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	*6*	*12*	*18*
Administracion	Gerente	1	1	1	1	2	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	*6*	*12*	*18*
Administracion	Jefe	1	1	1	1	2	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	*6*	*12*	*18*
Administracion	Jefe	1	1	1	2	3	1	3	1	2	3	1	2	2	1	2	*8*	*18*	*26*
Clientes	Gerente	1	1	1	1	2	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	*6*	*12*	*18*
Clientes	Gerente	2	2	1	1	2	1	3	1	2	3	1	2	2	1	2	*8*	*18*	*26*
Clientes	Gerente	2	2	1	1	2	1	3	1	2	3	1	2	2	1	2	*8*	*18*	*26*
Clientes	Gerente	2	2	1	1	2	2	3	1	2	3	1	2	2	1	2	*8*	*19*	*27*
Comercial	Coordinador	2	2	1	2	3	2	3	2	3	3	2	3	3	2	3	*10*	*26*	*36*
Comercial	Coordinador	3	2	1	2	3	3	4	2	3	4	3	3	3	2	3	*11*	*30*	*41*
Comercial	Director	3	3	4	3	3	4	4	4	4	5	4	4	4	3	4	*16*	*40*	*56*
Comercial	Gerente	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	*6*	*11*	*17*
Comercial	Gerente	2	1	1	1	2	1	3	1	2	3	1	2	2	1	2	*7*	*18*	*25*
Comercial	Gerente	3	3	2	2	3	2	3	2	3	3	2	3	3	2	3	*13*	*26*	*39*
Comercial	Gerente	3	2	2	2	3	3	4	2	3	4	3	3	3	2	3	*12*	*30*	*42*
Compras	Coordinador	2	1	1	1	2	1	3	1	2	3	1	2	2	1	2	*7*	*18*	*25*
Compras	Gerente	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	*6*	*11*	*17*
Compras	Gerente	2	1	1	1	1	1	2	1	2	3	1	2	2	1	2	*6*	*17*	*23*
Compras	Gerente	2	1	1	1	2	1	3	1	2	2	1	2	2	1	2	*7*	*17*	*24*
Control de Calidad	Gerente	1	1	1	1	2	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	*6*	*12*	*18*
Control de Calidad	Jefe	1	1	1	1	2	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	*6*	*12*	*18*
Costos	Gerente	1	1	1	1	2	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	*6*	*12*	*18*

Continuación del apéndice 3.

		D1					D2										*Sumatoria*		
Departamento	Puesto	NM-1	NM-2	NM-3	NM-4	NM-5	CM-1	CM-2	CM-3	CM-4	CM-5	CM-6	CM-7	CM-8	CM-9	CM-10	*D1*	*D2*	*V1*
Costos	Jefe	2	2	1	2	3	1	3	1	2	3	1	2	2	1	2	*10*	*18*	*28*
General	Gerente	2	3	5	3	4	4	5	4	5	5	4	5	4	4	4	*17*	*44*	*61*
Investigación y Desarı	Gerente	1	1	1	1	2	1	2	1	2	3	1	2	2	1	2	*6*	*17*	*23*
Investigación y Desarı	Gerente	1	2	1	1	1	1	3	1	2	3	1	2	2	1	2	*6*	*18*	*24*
Logistica	Gerente	1	1	1	1	2	1	2	1	1	3	1	1	1	1	1	*6*	*13*	*19*
Logistica	Gerente	2	2	1	2	3	2	3	1	2	3	1	2	2	1	2	*10*	*19*	*29*
Logistica	Gerente	2	2	2	1	3	2	3	2	3	3	2	3	3	2	3	*10*	*26*	*36*
Mantenimiento	Gerente	1	2	1	1	1	1	3	1	2	3	1	2	2	1	2	*6*	*18*	*24*
Mercadeo	Gerente	2	1	1	1	2	1	3	1	2	3	1	2	2	1	2	*7*	*18*	*25*
Mercadeo	Gerente	1	2	2	1	2	1	3	1	2	3	1	2	2	1	2	*8*	*18*	*26*
Mercadeo	Gerente	5	2	2	2	3	3	4	3	3	4	3	3	3	2	3	*14*	*31*	*45*
Mercadeo	Gerente	3	2	3	3	3	3	4	3	4	5	3	4	3	3	4	*14*	*36*	*50*
Operaciones	Director	4	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	*23*	*48*	*71*
Operaciones	Gerente	2	2	2	1	3	2	3	1	2	3	2	2	2	1	2	*10*	*20*	*30*
Planificacion	Gerente	3	3	2	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	4	*14*	*33*	*47*
Planificacion	Jefe	2	1	1	1	3	1	3	1	2	3	1	2	2	1	2	*8*	*18*	*26*
Planificacion	Jefe	2	1	2	1	3	1	3	1	2	3	1	2	2	1	2	*9*	*18*	*27*
Planificacion	Jefe	2	2	1	2	3	2	3	1	3	3	2	3	3	2	3	*10*	*25*	*35*
Produccion	Coordinador	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	*6*	*11*	*17*
Produccion	Coordinador	1	1	1	1	2	1	2	1	2	3	1	2	1	1	2	*6*	*16*	*22*
Produccion	Coordinador	1	1	2	1	1	1	3	1	2	2	1	2	2	1	2	*6*	*17*	*23*
Produccion	Coordinador	1	1	1	2	1	1	3	1	2	3	1	2	2	1	2	*6*	*18*	*24*
Produccion	Gerente	1	1	1	2	2	1	3	1	2	3	1	2	2	1	2	*7*	*18*	*25*
Produccion	Gerente	1	2	1	1	2	1	3	1	2	3	1	2	2	1	2	*7*	*18*	*25*
Produccion	Jefe	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	*6*	*12*	*18*
Produccion	Jefe	1	1	1	2	2	1	2	1	2	3	1	2	2	1	2	*7*	*17*	*24*
Produccion	Operador	1	1	1	2	1	1	2	1	2	2	1	1	1	1	2	*6*	*14*	*20*
Produccion	Operador	1	1	1	2	1	1	2	1	2	2	1	1	1	1	3	*6*	*15*	*21*
Produccion	Superintendente	2	2	1	2	3	2	3	1	3	3	2	2	2	2	3	*10*	*23*	*33*
Produccion	Superintendente	2	2	2	1	3	2	3	1	3	3	2	3	3	2	3	*10*	*25*	*35*
Proveedores	Asesor	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	*6*	*11*	*17*
Recursos Humanos	Jefe	3	2	1	2	3	2	3	2	3	3	2	3	3	2	3	*11*	*26*	*37*
Tecnologia	Coordinador	3	2	2	2	2	2	3	2	3	4	2	3	3	2	3	*11*	*27*	*38*
Tecnologia	Coordinador	3	2	2	3	2	3	4	2	3	4	3	3	3	2	3	*12*	*30*	*42*
Tecnologia	Gerente	2	3	3	2	3	4	4	3	4	5	4	4	4	3	4	*13*	*39*	*52*

Nota. Muestra las 900 respuestas de las encuestas sobre el nivel de madurez (NM) de Grimson & Pyke y las claves de mejora del pronóstico (CM) de Mentzer. Las 60 personas pertenecen 17 departamentos de la cadena de abastecimiento: clientes, comercial, planificación, producción, RRHH, control calidad, I&D, mantenimiento, administración, compras, proveedores, operaciones, logística, mercadeo, costos, tecnología y gerencia general. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Continuación del apéndice 3.

Luego se calcularon los valores D1, D2, y V1 para cada persona encuestada; es decir, las sumatorias de los valores para cada persona. Por ejemplo, para la primera persona que aparece en la Tabla AP3-1 se obtuvo D1 sumando los valores de las respuestas de NM1 a NM5 dando como resultado 6. Se obtuvo D2 sumando las respuestas de CM1 a CM10 dando como resultado 12. Se obtuvo V1 sumando D1 y D2 dando como resultado 6+12=18. Los resultados obtenidos para cada persona se anotaron en la tabla AP3-1.

Análisis baremo: en la tabla AP3-2, se estableció el rango, nivel y amplitud para cada una de las dimensiones y variables. Donde, las preguntas del nivel de madurez desde NM-1 hasta NM-5 corresponden a la dimensión D1, las preguntas de las claves de mejora del pronóstico desde CM1 hasta CM10 corresponden a la dimensión D2 y todas las preguntas corresponden a la variable V1. En la encuesta, cada persona contestó cada pregunta con un valor mínimo de 1 y un valor máximo de 5; fueron 5 niveles de respuesta. En D1 con 5 preguntas el valor mínimo fue 5*1=5 y su valor máximo fue 5*5=25. El rango se calculó por diferencia entre el máximo y mínimo, en D1 fue 25-5=20. La amplitud es el rango dividido por el nivel, en D1 es 20/5=4.

Tabla AP3-2

Cálculo del baremo para dimensiones y variables

Dimension	Min	Max	Rango	Niveles	Amplitud
D1	5	25	20	5	4
D2	10	50	40	5	8
V1	15	75	60	5	12

Nota. Se calculó el rango y amplitud. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Continuación del apéndice 3.

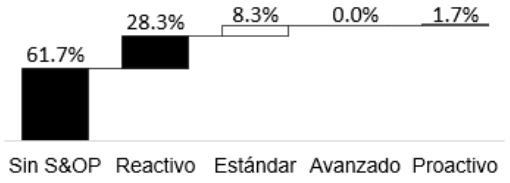
En la tabla AP3-3 se estableció los rangos y los porcentajes según los resultados de las encuestas. Por ejemplo, para D1 el primer nivel sin S&OP comenzó su rango con el mínimo de 5 y finalizó en 5+Amplitud= 5+4=9. El segundo nivel reactivo comenzó en 9 y finalizó en 9+Amplitud= 9+4=13 y así sucesivamente se estableció un rango de 13 a 17 para el tercer nivel estándar, 17 a 21 para el cuarto nivel avanzado y 21 a 25 para el quinto nivel proactivo. Una vez establecidos los rangos se contabilizó cuantas personas encuestadas cayeron dentro de cada rango, según la tabla AP3-1. Por ejemplo, para la primera persona con un valor D1= 6 se contabiliza en el primer nivel sin S&OP (pues su rango va de 5 a 9). Para la segunda persona con un valor D1=10 se contabiliza en el segundo nivel reactivo (pues su rango va de 9 a 13). Para la tercera persona con un valor D2=26 se contabiliza en el segundo nivel malo. Luego de terminar de categorizar todos los resultados se calculó el porcentaje por cada rango y finalmente se realizó un diagrama de Pareto.

Continuación del apéndice 3.

Tabla AP3-3

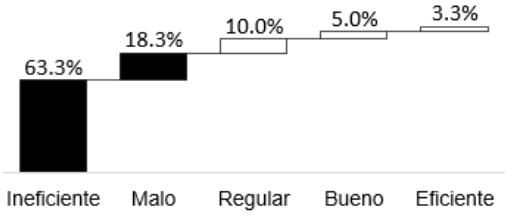
A-Nivel de Madurez del Proceso S&OP Usado

Dimension	Nivel	Rango	Cantidad	%
D1	Sin S&OP	(5-9)	37	61.7%
	Reactivo	(9-13)	17	28.3%
	Estándar	(13-17)	5	8.3%
	Avanzado	(17-21)	0	0.0%
	Proactivo	(21-25)	1	1.7%
	Total		60	100.0%



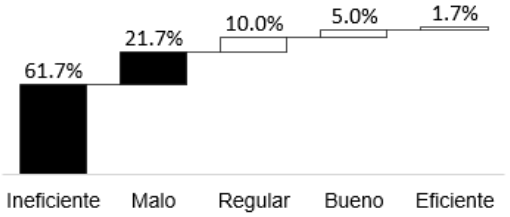
B-Claves de Mejora del Pronóstico Usado

Dimension	Nivel	Rango	Cantidad	%
D2	Ineficiente	(10-18)	38	63.3%
	Malo	(18-26)	11	18.3%
	Regular	(26-34)	6	10.0%
	Bueno	(34-42)	3	5.0%
	Eficiente	(42-50)	2	3.3%
	Total		60	100.0%



C-Evaluación General

Dimension	Nivel	Rango	Cantidad	%
V1	Ineficiente	(15-27)	37	61.7%
	Malo	(27-39)	13	21.7%
	Regular	(39-51)	6	10.0%
	Bueno	(51-63)	3	5.0%
	Eficiente	(63-75)	1	1.7%
	Total		60	100.0%



Nota. Muestra los resultados porcentuales de las encuestas de acuerdo con los rangos establecidos para el análisis baremo de D1, D2 y V1. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Análisis descriptivo: respondió a la pregunta ¿qué pasó? Para ello, se utilizó los resultados de las encuestas de la Tabla AP3-1 y se usó las fórmulas de la matriz de consistencia de variables e indicadores de la Tabla 1. El tamaño de la muestra o cantidad de colaboradores entrevistados se calculó de la siguiente forma:

Continuación del apéndice 3.

$$n = \frac{N\sigma^2 Z^2}{e^2(N-1) + \sigma^2 Z^2} \quad \text{Ecuación AP3-1}$$

En dónde: n = tamaño de la muestra; N = tamaño de la población (71 colaboradores); σ = desviación estándar poblacional (0.5 por convención); Z = nivel de confianza (1.96 para 95 % confianza); e = error de estimación máximo esperado (5 %).

$$n = \frac{71(0.5)^2(1.96)^2}{(0.05)^2(71-1) + (0.5)^2(1.96)^2} = 60$$

La matriz de datos de resultados de la encuesta a 60 colaboradores se muestra en la Tabla AP3-1. Con ello, se calculó la **media** usando como muestra los resultados de la primer pregunta NM-1 mostrados en la Tabla AP3-4 A, de la siguiente forma:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{t=1}^{n} x_t}{n} \quad \text{Ecuación AP3-2}$$

En dónde: X = Promedio aritmético; x_t = Valor de la observación t; t = Evento t dentro del total de las observaciones analizadas; n = Cantidad total de las observaciones analizadas.

$$\bar{X} = \frac{(1+2+3+\cdots+3+3+2)}{60} = \frac{109}{60} = 1.82$$

Continuación del apéndice 3.

Dando como resultado una media de 1.82 para NM-1. De igual forma se calculó la media para cada una de las 15 preguntas, para ello se usó el *software* Minitab®; los resultados se anotaron en la Tabla AP3-6.

Tabla AP3-4

Sumatorias estadísticas de la pregunta NM-1

A-Resultados de la encuesta a la pregunta NM-1 Reuniones y Colaboración															109
Del 1 al 15	1	2	3	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	1
Del 16 al 30	2	3	3	2	2	2	2	1	1	1	2	2	1	1	1
Del 31 al 45	2	2	1	2	1	5	3	4	2	3	2	2	2	1	1
Del 46 al 60	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	3	3	3	2
B-Sumatoria de (xi-X)															
Del 1 al 15	-0.82	0.18	1.18	-0.82	-0.82	-0.82	-0.82	-0.82	0.18	0.18	0.18	0.18	1.18	1.18	-0.82
Del 16 al 30	0.18	1.18	1.18	0.18	0.18	0.18	0.18	-0.82	-0.82	-0.82	0.18	0.18	-0.82	-0.82	-0.82
Del 31 al 45	0.18	0.18	-0.82	0.18	-0.82	3.18	1.18	2.18	0.18	1.18	0.18	0.18	0.18	-0.82	-0.82
Del 46 al 60	-0.82	-0.82	-0.82	-0.82	-0.82	-0.82	-0.82	-0.82	0.18	0.18	-0.82	1.18	1.18	1.18	0.18
C-Sumatoria de (xi-X) a la potencia=2															46.98
Del 1 al 15	0.67	0.03	1.40	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.03	0.03	0.03	0.03	1.40	1.40	0.67
Del 16 al 30	0.03	1.40	1.40	0.03	0.03	0.03	0.03	0.67	0.67	0.67	0.03	0.03	0.67	0.67	0.67
Del 31 al 45	0.03	0.03	0.67	0.03	0.67	10.1	1.40	4.77	0.03	1.40	0.03	0.03	0.03	0.67	0.67
Del 46 al 60	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.03	0.03	0.67	1.40	1.40	1.40	0.03
D-Sumatoria de (xi-X)/σ a la potencia=3															63.62
Del 1 al 15	-0.77	0.01	2.33	-0.77	-0.77	-0.77	-0.77	-0.77	0.01	0.01	0.01	0.01	2.33	2.33	-0.77
Del 16 al 30	0.01	2.33	2.33	0.01	0.01	0.01	0.01	-0.77	-0.77	-0.77	0.01	0.01	-0.77	-0.77	-0.77
Del 31 al 45	0.01	0.01	-0.77	0.01	-0.77	45.4	2.33	14.6	0.01	2.33	0.01	0.01	0.01	-0.77	-0.77
Del 46 al 60	-0.77	-0.77	-0.77	-0.77	-0.77	-0.77	-0.77	-0.77	0.01	0.01	-0.77	2.33	2.33	2.33	0.01
E-Sumatoria de (xi-X)/σ a la potencia=4															246.97
Del 1 al 15	0.70	0.00	3.09	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	3.09	3.09	0.70
Del 16 al 30	0.00	3.09	3.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	0.70	0.70	0.00	0.00	0.70	0.70	0.70
Del 31 al 45	0.00	0.00	0.70	0.00	0.70	162	3.09	35.8	0.00	3.09	0.00	0.00	0.00	0.70	0.70
Del 46 al 60	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.00	0.00	0.70	3.09	3.09	3.09	0.00
F-Sumatoria de (xi-X)/σ a la potencia=5															689.67
Del 1 al 15	-0.64	0.00	4.10	-0.64	-0.64	-0.64	-0.64	-0.64	0.00	0.00	0.00	0.00	4.10	4.10	-0.64
Del 16 al 30	0.00	4.10	4.10	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.64	-0.64	-0.64	0.00	0.00	-0.64	-0.64	-0.64
Del 31 al 45	0.00	0.00	-0.64	0.00	-0.64	577.7	4.10	87.7	0.00	4.10	0.00	0.00	0.00	-0.64	-0.64
Del 46 al 60	-0.64	-0.64	-0.64	-0.64	-0.64	-0.64	-0.64	-0.64	0.00	0.00	-0.64	4.10	4.10	4.10	0.00

Nota. Sumatorias para calcular variables estadísticas. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Continuación del apéndice 3.

Luego se calculó la desviación estándar usando la sumatoria de la primer pregunta NM-1 mostrada en la Tabla AP3-4 C, de la siguiente forma:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{n}(x_t - \bar{X})^2}{n-1}} \quad \text{Ecuación AP3-3}$$

En donde: σ = Desviación estándar; X = Promedio aritmético; x_t = Resultado o valor de la observación t; t = Evento t dentro del total de las observaciones analizadas; n = Cantidad total de observaciones analizadas.

$$\sigma = \sqrt{\frac{0.67 + 0.03 + 1.40 + \cdots + 1.40 + 1.40 + 0.03}{60-1}} = \sqrt{\frac{46.98}{59}} = 0.89$$

Dando como resultado una desviación estándar de 0.89 para NM-1. De igual forma se calculó la desviación estándar para cada una de las 15 preguntas, para ello se utilizó el *software* Minitab®; los resultados se anotaron en la Tabla AP3-6. Luego se calculó el error estándar de la siguiente forma:

$$\sigma_X = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{0.89}{\sqrt{60}} = 0.12 \quad \text{Ecuación AP3-4}$$

En dónde: σ_X = error estándar de la media; σ = desviación estándar; n = cantidad total de las observaciones analizadas. Dando como resultado un error estándar de 0.12 para NM-1. De la tabla AP3-5 se estableció que la N moda más alta es 26, por lo que la moda es 1 y el % moda es 26/60=43.3 %. De igual forma se calculó el error estándar, N moda, moda y % moda para cada una de las 15 preguntas, para ello se usó el *software* Minitab®; los resultados se anotaron en la Tabla AP3-6.

Tabla AP3-5

Tabla de contingencia para análisis de categorías modales

	Departamento																	
Fase	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	N Moda
1	5	1	1	0	2	1	0	2	1	1	1	0	0	10	1	0	0	26
2	1	3	2	4	0	1	1	0	2	0	1	1	3	2	0	0	1	22
3	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	2	10
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
																		60

Nota. Análisis de moda para NM1. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

También se calculó el coeficiente de asimetría usando la sumatoria de la primer pregunta NM-1 mostrada en la Tabla AP3-4 D, como sigue:

$$S = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{t=1}^{n} \left(\frac{x_t - \bar{X}}{\sigma} \right)^3 \quad \text{Ecuación AP3-5}$$

Continuación del apéndice 3.

En donde: S = coeficiente de asimetría; σ = Desviación estándar; X = Promedio aritmético; x_t = Resultado o valor de la observación t; t = Evento t dentro del total de las observaciones analizadas; n = Cantidad total de observaciones analizadas.

$$S = \frac{60}{(60-1)(60-2)}(63.62) = 1.12$$

Dando como resultado un coeficiente de asimetría de 1.12 para NM-1 (asimétrica positiva). De igual forma se calculó el coeficiente de asimetría para cada una de las 15 preguntas, para ello se utilizó el *software* Minitab®; los resultados se anotaron en la Tabla AP3-6. Luego se calculó el coeficiente de curtosis usando la sumatoria de la primer pregunta NM-1 mostrada en la Tabla AP3-4 E, como sigue:

$$K = \frac{n(n+1)}{(n-1)(n-2)(n-3)}\sum_{t=1}^{n}\left(\frac{x_t - \bar{X}}{\sigma}\right)^4 - \frac{3(n-1)^2}{(n-2)(n-3)}$$ Ecuación AP3-6

En donde: K = coeficiente de curtosis; σ = Desviación estándar; X = Promedio aritmético; x_t = Resultado o valor de la observación t; t = Evento t dentro del total de las observaciones analizadas; n = Cantidad total de observaciones analizadas.

$$K = \frac{60(60+1)}{(60-1)(60-2)(60-3)}(246.97) - \frac{3(60-1)^2}{(60-2)(60-3)} = 1.48$$

Continuación del apéndice 3.

Dando como resultado un coeficiente de curtosis de 1.48 para NM-1 (Leptocúrtica, *K>0*). También se calculó el coeficiente de curtosis para cada una de las 15 preguntas, para ello se utilizó el *software* Minitab®; los resultados se anotaron en la Tabla AP3-6.

Tabla AP3-6

Estadística descriptiva de la encuesta

Variable	Media	ErrorEst	DesvEst	Moda	N Moda	% Moda	Asimetría	Curtosis
NM-1	1.82	0.12	0.89	1	26	43.3%	1.12	1.48
NM-2	1.60	0.10	0.79	1	32	53.3%	1.72	4.61
NM-3	1.45	0.11	0.85	1	42	70.0%	2.37	6.01
NM-4	1.60	0.10	0.79	1	32	53.3%	1.72	4.61
NM-5	2.28	0.11	0.83	2	26	43.3%	0.36	0.73
CM-1	1.62	0.13	0.98	1	38	63.3%	1.64	2.13
CM-2	2.80	0.11	0.88	3	30	50.0%	0.10	0.36
CM-3	1.47	0.12	0.89	1	43	71.7%	2.18	4.65
CM-4	2.20	0.12	0.92	2	28	46.7%	0.68	0.46
CM-5	2.93	0.12	0.94	3	32	53.3%	0.39	0.54
CM-6	1.60	0.13	0.98	1	39	65.0%	1.68	2.21
CM-7	2.13	0.12	0.95	2	26	43.3%	0.72	0.33
CM-8	2.10	0.12	0.93	2	25	41.7%	0.70	0.40
CM-9	1.47	0.11	0.83	1	41	68.3%	2.20	5.50
CM-10	2.22	0.12	0.96	2	26	43.3%	0.62	0.10

Nota. Resultados usando el *software* Minitab®. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Análisis diagnóstico: respondió a la pregunta ¿por qué sucedió? Para ello se utilizaron los resultados de la Tabla AP3-3 y AP3-6 con las que se definió el nivel de madurez usado y por medio del análisis GAP se comparó con el nivel de madurez deseado mostrado en la Tabla 8. El análisis diagnóstico se discutió ampliamente en la discusión de resultados (Capítulo 5), específicamente dentro del Análisis de brechas (Subcapítulo 5.2.3).

Continuación del apéndice 3.

Análisis predictivo: respondió a la pregunta ¿qué podría pasar después? Se simuló el procedimiento usado de la Figura 6 y el procedimiento deseado de la Figura 7. Para ello, se calculó el pronóstico del 2022, junto con las variables MAPE, WMAPE, BIAS, FA y principalmente el BO; específicamente para el Producto-002.

El pronóstico del procedimiento usado se calculó con el promedio móvil de los últimos 6 meses de venta (V_t); por ejemplo, para el Producto-002 se calculó el pronóstico P_t de enero 2022 con el promedio de la venta mensual desde julio 2021 hasta diciembre 2021 que se encuentran en la Tabla AP3-7, de la siguiente forma:

$$P_1 = \frac{(552.8 + 391.7 + 365.4 + 421.8 + 598.1 + 595.3)}{6} = 487.5$$

En la Tabla AP3-7, se anotaron los resultados de P_t para cada uno de los meses del 2022, para ello se utilizó el procedimiento anterior. Luego se calculó el error del pronóstico e_t, usando la ecuación AP3-7; en donde, P_t es el pronóstico del periodo t y V_t es la venta del periodo t. Para enero 2022 el error se calculó como:

$$e_t = P_t - V_t \quad \text{Ecuación AP3-7}$$

$$e_1 = 487.5 - 601.0$$

$$e_1 = -113.4$$

Continuación del apéndice 3.

Tabla AP3-7

KPI Producto-002 del proceso usado (pronóstico promedio móvil n=6)

Mes	Vt 19	Vt 20	Vt 21	Vt 22	Pt 22	e	BIAS	MAPE	Peso	WMAPE	FA	Exceso	Deficit	BO
1	581.6	623.4	574.2	601.0	487.5	-113.4	-18.9%	18.9%	9.4%	1.8%	81.1%	0.0	113.4	18.9%
2	517.1	529.4	563.3	471.2	495.5	24.4	5.2%	5.2%	7.4%	0.4%	94.8%	24.4	0.0	0.0%
3	558.6	350.1	659.7	513.6	508.8	-4.8	-0.9%	0.9%	8.0%	0.1%	99.1%	0.0	4.8	0.9%
4	488.9	317.6	578.2	475.0	533.5	58.5	12.3%	12.3%	7.4%	0.9%	87.7%	58.5	0.0	0.0%
5	607.2	563.0	436.2	546.0	542.4	-3.7	-0.7%	0.7%	8.5%	0.1%	99.3%	0.0	3.7	0.7%
6	463.6	605.0	470.5	452.9	533.7	80.8	17.8%	17.8%	7.1%	1.3%	82.2%	80.8	0.0	0.0%
7	504.7	602.0	552.8	428.5	509.9	81.4	19.0%	19.0%	6.7%	1.3%	81.0%	81.4	0.0	0.0%
8	487.7	426.9	391.7	456.7	481.2	24.5	5.4%	5.4%	7.1%	0.4%	94.6%	24.5	0.0	0.0%
9	570.3	556.5	365.4	502.3	478.8	-23.5	-4.7%	4.7%	7.9%	0.4%	95.3%	0.0	23.5	4.7%
10	581.2	648.2	421.8	607.7	476.9	-130.8	-21.5%	21.5%	9.5%	2.0%	78.5%	0.0	130.8	21.5%
11	560.8	636.2	598.1	653.4	499.0	-154.4	-23.6%	23.6%	10.2%	2.4%	76.4%	0.0	154.4	23.6%
12	496.9	522.2	595.3	689.7	516.9	-172.8	-25.0%	25.0%	10.8%	2.7%	75.0%	0.0	172.8	25.0%
	6,418.5	6,380.3	6,207.2	6,398.0	6,064.2	-333.8	-3.0%	12.9%	100.0%	13.6%	87.1%	269.6	603.5	9.4%

Nota. Resultados MAPE, WMAPE, BIAS, FA y BO. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

En la Tabla AP3-7, se anotaron los resultados de e_t para cada uno de los meses del 2022, para ello se utilizó el procedimiento anterior. También se calculó el error del pronóstico BIAS, usando la ecuación AP3-8; para enero 2022 se calculó como:

$$BIAS_t = e_t/F_t \quad \text{Ecuación AP3-8}$$

$$BIAS_1 = -113.4/601.0$$

$$BIAS_1 = -18.9\ \%$$

En la Tabla AP3-7, se anotaron los resultados de $BIAS_t$ para cada uno de los meses del 2022, para ello se utilizó el procedimiento anterior. Luego se calculó el error del pronóstico MAPE, usando la ecuación AP3-9; Para enero 2022 se calculó como:

Continuación del apéndice 3.

$$MAPE_t = |BIAS_t| \quad \text{Ecuación AP3-9}$$

$$MAPE_1 = |-18.9\ \%|$$

$$MAPE_1 = 18.9\ \%$$

En la Tabla AP3-7, se anotaron los resultados de $MAPE_t$ para cada uno de los meses del 2022, para ello se utilizó el procedimiento anterior. También se calculó el peso de la venta, $peso_t$, usando la Ecuación AP3-10; en donde V_t es la venta del mes t y V es la venta anual correspondiente. Para enero 2022 se calculó como:

$$Peso_t = V_t/V \quad \text{Ecuación AP3-10}$$

$$Peso_1 = 601.0/6{,}398.0$$

$$Peso_1 = 9.4\ \%$$

En la Tabla AP3-7, se anotaron los resultados de $peso_t$ para cada uno de los meses del 2022, para ello se utilizó el procedimiento anterior. Luego se calculó el error del pronóstico WMAPE, usando la ecuación AP3-11; Para enero 2022 se calculó como:

$$WMAPE_t = Peso_t . MAPE_t \quad \text{Ecuación AP3-11}$$

$$WMAPE_1 = (9.4\ \%)(18.9\ \%)$$

Continuación del apéndice 3.

$$WMAPE_1 = 1.8\ \%$$

En la Tabla AP3-7, se anotaron los resultados de $WMAPE_t$ para cada uno de los meses del 2022, para ello se utilizó el procedimiento anterior. Luego se calculó la precisión del pronóstico FA_t, usando la ecuación AP3-12; Para enero 2022 se calculó como:

$$FA_t = 100\ \% - MAPE \quad \text{Ecuación AP3-12}$$

$$FA_1 = 100\ \% - 18.9\ \%$$

$$FA_1 = 81.1\ \%$$

En la Tabla AP3-7, se anotaron los resultados de FA_t para cada uno de los meses del 2022, para ello se utilizó el procedimiento anterior. Asumiendo que no se planifica inventario de seguridad de producto terminado y que cada mes se arranca con cero inventarios, se calculó el exceso de *stock*, usando la ecuación AP3-13 (si el resultado es negativo, entonces Exceso = 0). Para enero 2022 se calculó como:

$$Exceso_t = P_t - V_t \quad \text{Ecuación AP3-13}$$

$$Exceso_1 = 487.5 - 601.0$$

$$Exceso_1 = -113.4 = 0$$

Continuación del apéndice 3.

En la Tabla AP3-7, se anotaron los resultados de $exceso_t$ para cada uno de los meses del 2022, para ello se utilizó el procedimiento anterior. Se calculó el déficit de *stock*, usando la ecuación AP3-14 (si el resultado es negativo, entonces Déficit = 0). Para enero 2022 se calculó como:

$$Deficit_t = V_t - P_t \quad \text{Ecuación AP3-14}$$

$$Deficit_1 = 601.0 - 487.5$$

$$Deficit_1 = 113.4$$

En la Tabla AP3-7, se anotaron los resultados de $deficit_t$ para cada uno de los meses del 2022, para ello se utilizó el procedimiento anterior. Luego se calculó el *back order* BO_t, usando la ecuación AP3-15; Para enero 2022 se calculó como:

$$BO_t = Deficit_t / V_t \quad \text{Ecuación AP3-15}$$

$$BO_1 = 113.4/601.0$$

$$BO_1 = 18.9\ \%$$

En la Tabla AP3-7, se anotaron los resultados del BO_t para cada uno de los meses del 2022, para ello se utilizó el procedimiento anterior. Se realizó el cálculo para todos los meses del 2022 del producto-002 y se encontró un MAPE de 12.9 %, WMAPE de 13.6 % y BO de 9.4 % anual para el pronóstico que se calculó con el método del promedio móvil.

Continuación del apéndice 3.

Para el cálculo del pronóstico del procedimiento deseado se usó el *software* ForecastPro® con el cual se encontró el método de pronóstico con el mejor resultado de MAPE, WMAPE y BO, entre más de 30 modelos de pronóstico que su algoritmo permitió comparar (ver apéndice 8 tabla AN2-1); el *software* ForecastPro® calculó el mejor modelo de pronóstico para cada uno de los productos que fueron analizados. Para entender el algoritmo de ForecastPro® se calculó el pronóstico del producto-002 con cuatro diferentes métodos y se escogió el pronóstico con el mejor resultado de MAPE, WMAPE y BO. Los cuatro modelos de pronóstico que se evaluaron son: el método del promedio ponderado, el método de suavización exponencial, el método Holt y el método Winter.

Se calculó el pronóstico ponderado (t=3), para ello se utilizó la Ecuación AP3-16, en donde P_t es el pronóstico del periodo t, V_t es la venta del periodo t y f_t los factores de ponderación (en donde $f_1 = 0.5$, $f_2 = 0.3$ y $f_3 = 0.2$); se utilizó los datos de la Tabla A3-8 y enero 2022 se calculó como:

$$P_t = V_{t-1}f_1 + V_{t-2}f_2 + V_{t-3}f_3 \quad \text{Ecuación AP3-16}$$

$$P_1 = 595.3(0.5) + 598.1(0.3) + 421.8(0.2) = 561.5$$

Luego se realizó el cálculo para todos los meses del 2022 del producto-002 y finalmente se encontró un MAPE de 12.3 %, WMAPE de 12.4 % y BO de 7.4 % anual para el pronóstico que se calculó con el método del promedio ponderado.

Continuación del apéndice 3.

Tabla A3-8

KPI Producto-002 del proceso deseado (Modelo 2: promedio ponderado)

Mes	Vt 19	Vt 20	Vt 21	Vt 22	Pt 22	e	BIAS	MAPE	Peso	WMAPE	FA	Exceso	Deficit	BO
1	581.6	623.4	574.2	601.0	561.5	-39.5	-6.6%	6.6%	9.4%	0.6%	93.4%	0.0	39.5	6.6%
2	517.1	529.4	563.3	471.2	598.7	127.5	27.1%	27.1%	7.4%	2.0%	72.9%	127.5	0.0	0.0%
3	558.6	350.1	659.7	513.6	534.9	21.3	4.1%	4.1%	8.0%	0.3%	95.9%	21.3	0.0	0.0%
4	488.9	317.6	578.2	475.0	518.4	43.4	9.1%	9.1%	7.4%	0.7%	90.9%	43.4	0.0	0.0%
5	607.2	563.0	436.2	546.0	485.8	-60.2	-11.0%	11.0%	8.5%	0.9%	89.0%	0.0	60.2	11.0%
6	463.6	605.0	470.5	452.9	518.2	65.4	14.4%	14.4%	7.1%	1.0%	85.6%	65.4	0.0	0.0%
7	504.7	602.0	552.8	428.5	485.2	56.7	13.2%	13.2%	6.7%	0.9%	86.8%	56.7	0.0	0.0%
8	487.7	426.9	391.7	456.7	459.3	2.6	0.6%	0.6%	7.1%	0.0%	99.4%	2.6	0.0	0.0%
9	570.3	556.5	365.4	502.3	447.5	-54.8	-10.9%	10.9%	7.9%	0.9%	89.1%	0.0	54.8	10.9%
10	581.2	648.2	421.8	607.7	473.9	-133.9	-22.0%	22.0%	9.5%	2.1%	78.0%	0.0	133.9	22.0%
11	560.8	636.2	598.1	653.4	545.9	-107.5	-16.5%	16.5%	10.2%	1.7%	83.5%	0.0	107.5	16.5%
12	496.9	522.2	595.3	689.7	609.5	-80.2	-11.6%	11.6%	10.8%	1.3%	88.4%	0.0	80.2	11.6%
	6,418.5	6,380.3	6,207.2	6,398.0	6,238.8	-159.2	-0.8%	12.3%	100.0%	12.4%	87.7%	316.9	476.1	7.4%

Nota. Resultados MAPE, WMAPE, BIAS, FA y BO. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

También se calculó el pronóstico con el método de suavización exponencial simple, para ello se utilizó la Ecuación AP3-18, en donde P_t es el pronóstico del periodo t, V_t es la venta del periodo t y α es la constante de suavizamiento de nivel; se utilizó los datos de la Tabla A3-9 y para enero y febrero 2022 se calculó como:

$$P_1 = V_{2021}/12 = 6207.2/12 = 517.3 \quad \text{(solo para dato inicial)}$$

$$\alpha = 2/(t+1) \quad \text{Ecuación AP3-17}$$

$$\alpha = 2/(12+1) = 0.1538$$

$$P_t = V_{t-1}\alpha + P_{t-1}(1-\alpha) \quad \text{Ecuación AP3-18}$$

Continuación del apéndice 3.

$$P_2 = 601.0(0.1538) + 517.3(1 - 0.1538) = 530.1$$

Luego se realizó el cálculo para todos los meses del 2022 del producto-002 y finalmente se encontró un MAPE de 12.6 %, WMAPE de 13.2 % y BO de 8.6 % anual, para el pronóstico que se calculó con el método de suavizamiento exponencial simple.

Tabla A3-9

KPI Producto-002 del proceso deseado (Modelo 3: suavización exponencial simple)

Mes	Vt 19	Vt 20	Vt 21	Vt 22	Pt 22	e	BIAS	MAPE	Peso	WMAPE	FA	Exceso	Deficit	BO
1	581.6	623.4	574.2	601.0	517.3	-83.7	-13.9%	13.9%	9.4%	1.3%	86.1%	0.0	83.7	13.9%
2	517.1	529.4	563.3	471.2	530.1	59.0	12.5%	12.5%	7.4%	0.9%	87.5%	59.0	0.0	0.0%
3	558.6	350.1	659.7	513.6	521.1	7.4	1.4%	1.4%	8.0%	0.1%	98.6%	7.4	0.0	0.0%
4	488.9	317.6	578.2	475.0	519.9	44.9	9.5%	9.5%	7.4%	0.7%	90.5%	44.9	0.0	0.0%
5	607.2	563.0	436.2	546.0	513.0	-33.0	-6.0%	6.0%	8.5%	0.5%	94.0%	0.0	33.0	6.0%
6	463.6	605.0	470.5	452.9	518.1	65.2	14.4%	14.4%	7.1%	1.0%	85.6%	65.2	0.0	0.0%
7	504.7	602.0	552.8	428.5	508.1	79.5	18.6%	18.6%	6.7%	1.2%	81.4%	79.5	0.0	0.0%
8	487.7	426.9	391.7	456.7	495.8	39.1	8.6%	8.6%	7.1%	0.6%	91.4%	39.1	0.0	0.0%
9	570.3	556.5	365.4	502.3	489.8	-12.5	-2.5%	2.5%	7.9%	0.2%	97.5%	0.0	12.5	2.5%
10	581.2	648.2	421.8	607.7	491.7	-116.0	-19.1%	19.1%	9.5%	1.8%	80.9%	0.0	116.0	19.1%
11	560.8	636.2	598.1	653.4	509.6	-143.9	-22.0%	22.0%	10.2%	2.2%	78.0%	0.0	143.9	22.0%
12	496.9	522.2	595.3	689.7	531.7	-158.0	-22.9%	22.9%	10.8%	2.5%	77.1%	0.0	158.0	22.9%
	6,418.5	6,380.3	6,207.2	6,398.0	6,146.2	-251.9	-1.8%	12.6%	100.0%	13.2%	87.4%	295.2	547.1	8.6%

Nota. Resultados MAPE, WMAPE, BIAS, FA y BO. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Continuación del apéndice 3.

También se calculó el pronóstico con el método Holt usando la ecuación AP3-19, AP3-20 y AP3-21, en donde P_t es el pronóstico del periodo t, F_t es el valor suavizado del periodo t, T_t es la estimación de tendencia del periodo t, V_t es la venta del periodo t, m es el número de periodo en el rango a pronosticar, α es la constante de suavizamiento de nivel y β es la constante de suavización para la estimación de la tendencia (se usó α = 0.05 y β = 0.05 optimizada con Solver Excel); se utilizó los datos de la tabla A3-10 y para enero y febrero 2022 se calculó como:

$$F_1 = V_{2021}/12 = 6207.2/12 = 517.3 \quad \text{(solo para dato inicial)}$$

$$T_1 = 0 \text{ (solo para dato inicial)}$$

$$P_t = F_t + mT_t \quad \text{Ecuación AP3-19}$$

$$P_1 = 517.3 + (1)(0) = 517.3$$

$$F_t = V_{t-1}\alpha + (F_{t-1} + T_{t-1})(1 - \alpha) \quad \text{Ecuación AP3-20}$$

$$F_2 = (601.0)(0.05) + (517.3 + 0)(1 - 0.05) = 521.4$$

$$T_t = (F_t - F_{t-1})\beta + T_{t-1}(1 - \beta) \quad \text{Ecuación AP3-21}$$

$$T_2 = (521.4 - 517.3)(0.05) + (0)(1 - 0.05) = 0.2$$

$$P_2 = 521.4 + (2)(0.2) = 521.9$$

Continuación del apéndice 3.

Luego se realizó el cálculo para todos los meses del 2022 del producto-002 y finalmente se encontró un MAPE de 12.5 %, WMAPE de 13.1 % y BO de 8.3 % anual, para el pronóstico que se calculó con el método Holt o suavizado exponencial doble.

Tabla A3-10

KPI Producto-002 del proceso deseado (Modelo 4: Holt o suavizamiento exponencial doble)

Mes	Vt 21	Vt 22	Ft	Tt	Pt 22	e	BIAS	MAPE	Peso	WMAPE	FA	Exceso	Deficit	BO
1	574.2	601.0	517.3	0.0	517.3	-83.7	-13.9%	13.9%	9.4%	1.3%	86.1%	0.0	83.7	13.9%
2	563.3	471.2	521.4	0.2	521.9	50.7	10.8%	10.8%	7.4%	0.8%	89.2%	50.7	0.0	0.0%
3	659.7	513.6	519.1	0.1	519.4	5.7	1.1%	1.1%	8.0%	0.1%	98.9%	5.7	0.0	0.0%
4	578.2	475.0	518.9	0.1	519.2	44.2	9.3%	9.3%	7.4%	0.7%	90.7%	44.2	0.0	0.0%
5	436.2	546.0	516.8	0.0	516.6	-29.4	-5.4%	5.4%	8.5%	0.5%	94.6%	0.0	29.4	5.4%
6	470.5	452.9	518.2	0.0	518.4	65.5	14.5%	14.5%	7.1%	1.0%	85.5%	65.5	0.0	0.0%
7	552.8	428.5	515.0	-0.1	514.1	85.6	20.0%	20.0%	6.7%	1.3%	80.0%	85.6	0.0	0.0%
8	391.7	456.7	510.5	-0.3	507.8	51.1	11.2%	11.2%	7.1%	0.8%	88.8%	51.1	0.0	0.0%
9	365.4	502.3	507.5	-0.5	503.2	0.9	0.2%	0.2%	7.9%	0.0%	99.8%	0.9	0.0	0.0%
10	421.8	607.7	506.8	-0.5	501.9	-105.9	-17.4%	17.4%	9.5%	1.7%	82.6%	0.0	105.9	17.4%
11	598.1	653.4	511.4	-0.2	508.8	-144.7	-22.1%	22.1%	10.2%	2.3%	77.9%	0.0	144.7	22.1%
12	595.3	689.7	518.3	0.1	519.7	-170.0	-24.7%	24.7%	10.8%	2.7%	75.3%	0.0	170.0	24.7%
	6,207.2	6,398.0			6,168.0	-230.0	-1.4%	12.5%	100.0%	13.1%	87.5%	303.7	533.7	8.3%

Nota. Resultados MAPE, WMAPE, BIAS, FA y BO. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

También se calculó los valores estacionales históricos con el método Winter usando la ecuación AP3-22, AP3-23, AP3-24, AP3-25, AP3-26, AP3-27 y AP3-28, en donde V_p es la venta mensual promedio histórica por trimestre, p es el número de periodo dentro del ciclo estacional anual (4), D_a es la venta mensual promedio histórica por año, T_0 es la estimación de tendencia del periodo histórico, F_0 es el valor suavizado del periodo histórico, F_p es el valor suavizado del periodo p y S_p es el factor estacional histórico del periodo p; se utilizó los datos de la tabla A3-11 se calculó como:

Continuación del apéndice 3.

$$V_p = (V_t + V_{t+1} + V_{t+2})/3 \qquad \text{Ecuación AP3-22}$$

$$V_1 = (623.4 + 529.4 + 350.1)/3 = 500.95$$

$$D_a = \left(V_p + V_{p+1} + V_{p+2} + V_{p+3}\right)/p \qquad \text{Ecuación AP3-23}$$

$$D_{2020} = (500.95 + 495.19 + 528.45 + 602.18)/4 = 531.69$$

$$T_0 = (D_{a+1} - D_a)/p \qquad \text{Ecuación AP3-24}$$

$$\mathrm{T}_0 = (517.26 - 531.69)/4 = -3.61$$

$$F_0 = D_a - ((p+1)/2)T_0 \qquad \text{Ecuación AP3-25}$$

$$\mathrm{F}_0 = 531.69 - ((4+1)/2)(-3.61) = 540.71$$

$$F_p = F_0 + pT_0 \qquad \text{Ecuación AP3-26}$$

$$\mathrm{F}_1 = 540.71 + (1)(-3.61) = 537.10$$

$$S_p = V_p/F_p \qquad \text{Ecuación AP3-27}$$

$$S_1 = 500.95/537.10 = 0.93$$

$$\bar{S}_p = (S_{p,a} + S_{p,a+1})/2 \qquad \text{Ecuación AP3-28}$$

$$\bar{S}_1 = (0.93 + 1.15)/2 = 1.04$$

Continuación del apéndice 3.

Luego se realizó el cálculo para todos los meses del 2022 del producto-002 y finalmente se encontró un F_0 = 540.71 y valores trimestrales promedio de S_{1prom} = 1.04, S_{2prom} = 0.94, S_{3prom} = 0.92 y S_{4prom} = 1.10.

Tabla A3-11

Valores estacionales históricos para el Método Winter

Año	p	Vp	Da	To	Fo	Fp	Sp	Sp prom
2020	1	500.95	531.69	-3.61	540.71	537.10	0.93	
2020	2	495.19				533.50	0.93	
2020	3	528.45				529.89	1.00	
2020	4	602.18				526.28	1.14	
2021	5	599.05	517.26			522.67	1.15	1.04
2021	6	494.98				519.07	0.95	0.94
2021	7	436.62				515.46	0.85	0.92
2021	8	538.41				511.85	1.05	1.10

Nota. Resultados Fp y Sp. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Luego se calculó el pronóstico con el método Winter usando la ecuación AP3-29, AP3-30, AP3-31 y AP3-32, en donde P_t es el pronóstico del periodo t, F_t es el valor suavizado del periodo t, T_t es la estimación de tendencia del periodo t, S_t es el factor estacional del periodo t, V_t es la venta del periodo t, α es la constante de suavización de nivel, β es la constante de suavización para la estimación de la tendencia y γ es la constante de suavización para la estimación de estacionalidad (se usó α = 0.05, β = 0.34 y γ = 0.50 optimizada con Solver Excel); se utilizó los datos de la tabla A3-12 y para enero y febrero 2022 se calculó como:

$$F_1 = 540.7 \quad \text{(solo para dato inicial)}$$

Continuación del apéndice 3.

$$T_1 = -3.6 \text{ (solo para dato inicial)}$$

$$S_t = \gamma(V_t/F_t) + (1-\gamma)S_{t-p} \qquad \text{Ecuación AP3-29}$$

$$S_1 = (0.50)(574.2/540.7) + (1-0.50)(1.04) = 1.05$$

$$P_t = (F_t + T_t)S_{t-p} \qquad \text{Ecuación AP3-30}$$

$$P_1 = (540.7 + (-3.6))(1.04) = 558.6$$

$$F_t = \alpha V_t/S_{t-p} + (1-\alpha)(F_{t-1} + T_{t-1}) \qquad \text{Ecuación AP3-31}$$

$$F_2 = (0.05)(574.2/1.04) + (1-0.05)(540.7 + (-3.6)) = 537.9$$

$$T_t = \beta(F_t - F_{t-1}) + (1-\beta)T_{t-1} \qquad \text{Ecuación AP3-32}$$

$$T_2 = (0.34)(537.9 - 540.7) + (1-0.34)(-3.6) = -3.4$$

$$S_2 = (0.50)(563.3/537.9) + (1-0.50)(1.04) = 1.04$$

$$P_2 = (537.9 + (-3.4))(1.04) = 555.9$$

Luego se realizó el cálculo para todos los meses del 2022 del producto-002 y finalmente se encontró un MAPE de 10.4 %, WMAPE de 10.7 % y BO de 6.1 % anual, para el pronóstico que se calculó con el método Winter o suavizado exponencial triple.

Continuación del apéndice 3.

Tabla A3-12

KPI Producto-002 del proceso deseado (Modelo 5: Winter o suavizamiento exponencial triple)

m	Vt 21	Vt 22	Ft	Tt	St	Pt 22	e	BIAS	MAPE	Peso	WMAPE	FA	Exceso	Deficit	BO
1	574.2	601.0	540.7	-3.6	1.05	558.6	-42.4	-7.0%	7.0%	9.4%	0.7%	93.0%	0.0	42.4	7.0%
2	563.3	471.2	537.9	-3.4	1.04	555.9	84.7	18.0%	18.0%	7.4%	1.3%	82.0%	84.7	0.0	0.0%
3	659.7	513.6	534.9	-3.2	1.14	552.9	39.2	7.6%	7.6%	8.0%	0.6%	92.4%	39.2	0.0	0.0%
4	578.2	475.0	536.8	-1.5	1.01	503.2	28.2	5.9%	5.9%	7.4%	0.4%	94.1%	28.2	0.0	0.0%
5	436.2	546.0	539.3	-0.1	0.87	506.8	-39.2	-7.2%	7.2%	8.5%	0.6%	92.8%	0.0	39.2	7.2%
6	470.5	452.9	535.4	-1.4	0.91	501.9	49.1	10.8%	10.8%	7.1%	0.8%	89.2%	49.1	0.0	0.0%
7	552.8	428.5	532.3	-2.0	0.98	487.9	59.4	13.9%	13.9%	6.7%	0.9%	86.1%	59.4	0.0	0.0%
8	391.7	456.7	533.9	-0.8	0.83	490.4	33.7	7.4%	7.4%	7.1%	0.5%	92.6%	33.7	0.0	0.0%
9	365.4	502.3	527.7	-2.6	0.81	483.1	-19.2	-3.8%	3.8%	7.9%	0.3%	96.2%	0.0	19.2	3.8%
10	421.8	607.7	518.7	-4.8	0.96	565.3	-42.4	-7.0%	7.0%	9.5%	0.7%	93.0%	0.0	42.4	7.0%
11	598.1	653.4	507.4	-7.0	1.14	550.5	-103.0	-15.8%	15.8%	10.2%	1.6%	84.2%	0.0	103.0	15.8%
12	595.3	689.7	502.6	-6.3	1.14	546.0	-143.7	-20.8%	20.8%	10.8%	2.2%	79.2%	0.0	143.7	20.8%
	6,207.2	6,398.0				6,302.5	-95.6	0.2%	10.4%	100.0%	10.7%	89.6%	294.3	389.9	6.1%

Nota. Resultados MAPE, WMAPE, BIAS, FA y BO. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

Luego se comparó en la Tabla A3-13 los resultados de los KPI para el modelo del pronóstico usado (M1) y los modelos de pronóstico deseado: el promedio ponderado (M2), el método de suavización exponencial (M3), el método Holt (M4) y el método Winter (M5).

Continuación del apéndice 3.

Tabla A3-13

KPI Producto-002 Diferentes modelos de pronóstico

	Vt 19	Vt 20	Vt 21	Vt 22	M1	M2	M3	M4	M5
Ene	581.6	623.4	574.2	601.0	487.5	561.5	517.3	517.3	558.6
Feb	517.1	529.4	563.3	471.2	495.5	598.7	530.1	521.9	555.9
Mar	558.6	350.1	659.7	513.6	508.8	534.9	521.1	519.4	552.9
Abr	488.9	317.6	578.2	475.0	533.5	518.4	519.9	519.2	503.2
May	607.2	563.0	436.2	546.0	542.4	485.8	513.0	516.6	506.8
Jun	463.6	605.0	470.5	452.9	533.7	518.2	518.1	518.4	501.9
Jul	504.7	602.0	552.8	428.5	509.9	485.2	508.1	514.1	487.9
Ago	487.7	426.9	391.7	456.7	481.2	459.3	495.8	507.8	490.4
Sep	570.3	556.5	365.4	502.3	478.8	447.5	489.8	503.2	483.1
Oct	581.2	648.2	421.8	607.7	476.9	473.9	491.7	501.9	565.3
Nov	560.8	636.2	598.1	653.4	499.0	545.9	509.6	508.8	550.5
Dic	496.9	522.2	595.3	689.7	516.9	609.5	531.7	519.7	546.0
MAPE					12.9%	12.3%	12.6%	12.5%	10.4%
WMAPE					13.6%	12.4%	13.2%	13.1%	10.7%
FA					87.1%	87.7%	87.4%	87.5%	89.6%
BO					9.4%	7.4%	8.6%	8.3%	6.1%

Nota. Resultados KPI. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel.

En el caso del producto-002, se evaluó el resultado de los KPI: MAPE, WMAPE, FA y BO por lo que se concluyó que el modelo de pronóstico más eficiente es el método Winter o de suavización exponencial triple; pues tuvo el valor más bajo de porcentaje de error de pronóstico MAPE = 10.4 %, el valor más bajo de porcentaje de BO = 6.1 % y el valor más alto de precisión de pronóstico FA = 89.6 %. El *software* ForecastPro® comparó y escogió el resultado más eficiente entre más de 30 modelos de pronóstico (apéndice 7, tabla AN2-1) para cada uno de los productos que fueron analizados.

Nota. Los resultados del cuestionario. Elaboración propia.

Apéndice 4.

Calendario de reuniones S&OP

Generar histórico de ventas
Generar Pronóstico de ventas
Reuniones por Canal de Venta
Reunión Demand Planning
Paros por Codigo de Trabajo

Enero							
Sem.	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do
52						1	2
1	3	4	5	6	7	8	9
2	10	11	12	13	14	15	16
3	17	18	19	20	21	22	23
4	24	25	26	27	28	29	30
5	31						

Febrero							
Sem.	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do
5		1	2	3	4	5	6
6	7	8	9	10	11	12	13
7	14	15	16	17	18	19	20
8	21	22	23	24	25	26	27
9	28						

Marzo							
Sem.	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do
9		1	2	3	4	5	6
10	7	8	9	10	11	12	13
11	14	15	16	17	18	19	20
12	21	22	23	24	25	26	27
13	28	29	30	31			

Abril							
Sem.	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do
13					1	2	3
14	4	5	6	7	8	9	10
15	11	12	13	14	15	16	17
16	18	19	20	21	22	23	24
17	25	26	27	28	29	30	

Mayo							
Sem.	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do
17							1
18	2	3	4	5	6	7	8
19	9	10	11	12	13	14	15
20	16	17	18	19	20	21	22
21	23	24	25	26	27	28	29
22	30	31					

Junio							
Sem.	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do
22			1	2	3	4	5
23	6	7	8	9	10	11	12
24	13	14	15	16	17	18	19
25	20	21	22	23	24	25	26
26	27	28	29	30			

Julio							
Sem.	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do
26					1	2	3
27	4	5	6	7	8	9	10
28	11	12	13	14	15	16	17
29	18	19	20	21	22	23	24
30	25	26	27	28	29	30	31

Agosto							
Sem.	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do
31	1	2	3	4	5	6	7
32	8	9	10	11	12	13	14
33	15	16	17	18	19	20	21
34	22	23	24	25	26	27	28
35	29	30	31				

Septiembre							
Sem.	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do
35				1	2	3	4
36	5	6	7	8	9	10	11
37	12	13	14	15	16	17	18
38	19	20	21	22	23	24	25
39	26	27	28	29	30		

Octubre							
Sem.	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do
39						1	2
40	3	4	5	6	7	8	9
41	10	11	12	13	14	15	16
42	17	18	19	20	21	22	23
43	24	25	26	27	28	29	30
44	31						

Noviembre							
Sem.	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do
44		1	2	3	4	5	6
45	7	8	9	10	11	12	13
46	14	15	16	17	18	19	20
47	21	22	23	24	25	26	27
48	28	29	30				

Diciembre							
Sem.	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do
48				1	2	3	4
49	5	6	7	8	9	10	11
50	12	13	14	15	16	17	18
51	19	20	21	22	23	24	25
52	26	27	28	29	30	31	

Nota. Se anotaron únicamente las fechas propuestas para la reunión de administración de la demanda, en el periodo 2022; faltan las reuniones del ciclo S&OP: Abastecimiento, Pre-S&OP y Executive. Elaboración propia.

Apéndice 5.

Matriz de responsabilidad RACI

R = Responsable
A = Aprobador
C = Consultado
I = Informado

	Jefe de Planificación de Demanda	Jefe de Planificación de Producción	Gerente de Planificación	Gerente de Logística	Jefe de Distribución	Gerente de Ventas Industria	Gerente de Ventas Mayoreo	Gerente de Ventas Detallista	Gerente de Ventas Supermercados	Gerente de Mercadeo	Gerente de Categoría	Jefe de Inteligencia de mercados	Gerente de I&D
	Planificación			**Logística**		**Ventas**				**Mercadeo**		**Otros**	
Generar Histórico de Ventas													
Generar histórico de ventas	R	I	A	I	I	I	I	I	I	I	I	C	I
Generar Pronóstico de ventas													
Filtrar SKUs Activos	R	C	I	I	I	I	I	I	I	C	C	I	C
Colocar Niveles de Agregación	R	I	I	I	I	C	C	C	C	C	C	I	I
Generar ForecastPro® Bottom-Up	R	I	A	I	I	I	I	I	I	I	I	C	I
Actualizar MAPE & FA	R	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Reuniones por Canal de Venta													
Reunión canal Industria	R	I	I	C	C	A	I	I	I	C	C	C	I
Reunión canal Mayoreo	R	I	I	C	C	I	A	I	I	C	C	C	I
Reunión canal Detallista	R	I	I	C	C	I	I	A	I	C	C	C	I
Reunión canal Supermercados	R	I	I	C	C	I	I	I	A	C	C	C	I
Reunión Demand Planning													
Reunión de demanda	R	C	C	C	C	A	A	A	A	C	C	C	I
Revisión Building Blocks	R	C	C	C	C	C	C	C	C	A	C	I	I

Nota. Matriz de las actividades y responsabilidades RACI de las personas clave involucradas en el proceso de planificación de demanda; La persona R (*responsible*) es responsable de llevar a cabo la tarea; son responsables de su ejecución. La persona A (*accountable*) es la que aprueba y toma las decisiones finales. Las personas C (*consulted*) son aquellos a los que se consulta o busca su opinión antes de tomar decisiones. Las personas I (Informed) deben ser informados del progreso y resultados de la tarea. Elaboración propia.

Apéndice 6.

Implementación del proyecto

Como complemento de este estudio, se realizó el acta de constitución y el cronograma de actividades como base para implementar este proyecto, según PMBOK®. A continuación, el desarrollo del acta de constitución:

Datos generales:

Empresa	Alimenticia ubicada en Guatemala
Nombre del proyecto	Diseño del Proceso de Planificación
Cliente del proyecto	Nombre Gerencia General
Gerente de proyecto	Nombre Gerente de Proyectos

Datos del patrocinador

Nombre	Cargo	Departamento	Rama ejecutiva
Nombre 1	Director Comercial	Ventas	Alta dirección
Nombre 2	Director Operaciones	Operaciones	Alta dirección

Propósito o justificación del proyecto

La investigación se llevó a cabo en respuesta a la disminución de la precisión en los pronósticos de ventas y sus consecuencias negativas, como el aumento de inventarios, la escasez de productos, las quejas de los clientes y los problemas de comunicación entre departamentos. Se justificó plenamente la necesidad de la investigación y el proyecto de implementación del nuevo proceso de planificación de demanda.

Continuación del apéndice 6.

Descripción del proyecto/entregables

El proyecto de implementación del nuevo proceso de planificación de demanda se centró en mejorar la gestión de la demanda. Los entregables son: 1-Revisión y diagnóstico del proceso actual; 2-Diseño del nuevo proceso de planificación de demanda; 3-Capacitación de las personas clave; 4-Integración de departamentos clave; 5-Implementación del nuevo proceso piloto; 6-Implementación del nuevo proceso completo; 7-Establecimiento de la matriz de indicadores; 8- Procedimientos y guías del nuevo proceso; 9-Informes de seguimiento del proyecto; 10-Evaluación de la eficiencia del proceso.

Requerimientos del producto

Los requerimientos del producto que se consideraron son: 1-Nuevo proceso de planificación documentado; 2-Mejoramiento de la precisión del pronóstico; 3-Integración de las personas y departamentos clave; 4-Personal capacitado.

Requerimientos del proyecto

Los requerimientos del proyecto que se consideraron son: 1-Equipo de proyecto con habilidades y experiencia; 2-Designación del líder con autoridad; 3-Asignación del presupuesto necesario; 4-Compra de la tecnología requerida; 5-Establecimiento del cronograma de tiempos; 5-Documentación del proceso y registro.

Continuación del apéndice 6.

Objetivos

El objetivo que se estableció es: Diseñar, desarrollar e implementar un proceso de planificación de demanda que optimice la precisión del pronóstico, según S&OP.

Premisas y restricciones

Dentro de las premisas se consideró: 1-Apoyo de la gerencia general; 2-Personas clave con experiencia y habilidades; 3-Aprobación de presupuesto suficiente. Y entre las restricciones se consideró: 1-Plazos ajustados para implementación; 2-Resistencia al cambio; 3-Incertidumbre del mercado.

Cronograma de hitos principales

Hitos	Fecha límite
Finalización de la investigación	Nov-23
Actualización del proceso de planificación	Ene-24
Definición del líder del plan de demanda	Feb-24
Establecimiento del calendario de reuniones (ver Apéndice 4)	Abr-24
Establecimiento de KPI	Abr-24

*Ver cronograma de actividades en este Apéndice Tabla AP6-1

Continuación del apéndice 6.

Presupuesto inicial asignado

Lista de interesados (*stakeholders*)

Nombre	Cargo	Departamento	Rama ejecutiva
Nombre 1	Director comercial	Ventas	Alta dirección
Nombre 2	Director operaciones	Operaciones	Alta dirección
Nombre 3	Gerente General	Administración	Alta dirección
Nombre 4	Gerente ventas	Ventas	Departamento clave
Nombre 5	Gerente mercadeo	Ventas	Departamento clave
Nombre 6	Jefe inteligencia mercados	Ventas	Departamento clave
Nombre 7	Gerente de planificación	Planificación	Departamento clave
Nombre 8	Jefe planificación demanda	Planificación	Departamento clave
Nombre 9	Jefe planificación producción	Planificación	Usuario final
Nombre 10	Jefe planificación materiales	Planificación	Usuario final
Nombre 11	Gerente logística	Logística	Usuario final
Nombre 12	Jefe distribución	Logística	Usuario final
Nombre 13	Gerente de producción	Producción	Usuario final
Nombre 14	Gerente de compras	Compras	Usuario final
Nombre 15	Gerente de proyectos	Proyectos	Equipo proyecto

Requisitos de aprobación del proyecto

Los requisitos de aprobación que se consideró son: 1-Cumplimiento del objetivo del proyecto; 2-Entregables terminados; 3-Retroalimentación positiva de los usuarios.

Continuación del apéndice 6.

Criterios de cierre o cancelación

Los criterios de cancelación que se consideró son: 1-Incumplimiento de objetivos: reducción -42.2 % BO, -85.2 % MAPE y -88.1 % BIAS; 2-Falta de recursos o presupuesto; 3-Directriz de gerencia general por cambio en estrategia empresarial.

Gerente de proyecto

Nombre	Cargo	Departamento	Rama ejecutiva
Nombre 1	Gerente de proyectos	Proyectos	Proyectos

Niveles de autoridad

Área de autoridad	Descripción del nivel de autoridad
Decisiones de personal *(staffing)*	Director Comercial
Gestión de presupuesto y variaciones	Director Comercial y de Operaciones
Decisiones técnicas	Ver Apéndice 5 (Matriz RACI)

Personal y recursos preasignados

Recurso	Departamento	Rama ejecutiva
Presupuesto	Director ventas	Ventas
Equipo preasignado	Ver Apéndice 5 (Matriz RACI)	Todos

Continuación del apéndice 6.

En la Tabla AP6-1, se estableció el cronograma de actividades del proyecto; y se definió la fecha límite para cada una de las actividades necesarias para la implementación del proceso propuesto de planificación de la demanda.

Tabla AP6-1

Cronograma de actividades

		2023												2024					
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J
Investigación:																			
Fase 1: Revisión documental	100%																		
Fase 2: Verificación de procesos	100%																		
Fase 3: Identificación de puntos críticos	100%																		
Fase 4: Evaluación de los beneficios	100%																		
Finalización de la investigación	100%																		
Plan de acción:																			
Actualización del proceso de planificación	0%																		
Definir líder del plan de demanda	0%																		
Capacitación del lider del plan de demanda	0%																		
Establecer calendario de reuniones	0%																		
Integrar departamentos clave	0%																		
Generar Histórico de Ventas																			
Generar histórico de ventas	0%																		
Generar Pronóstico de ventas																			
Filtrar SKUs Activos	0%																		
Colocar Niveles de Agregación	0%																		
Generar ForecastPro® Bottom-Up	0%																		
Actualizar MAPE & FA	0%																		
Reuniones por Canal de Venta																			
Reunión canal Industria	0%																		
Reunión canal Mayoreo	0%																		
Reunión canal Detallista	0%																		
Reunión canal Supermercados	0%																		
Reunión Demand Planning																			
Reunión de demanda	0%																		
Revisión Building Blocks	0%																		

Nota. La tabla muestra el cronograma de implementación del proceso de planificación propuesto y las fechas límite establecidas en la industria alimenticia.

Nota. Implementación y planificación del proyecto. Elaboración propia.

Apéndice 7.

Revisión documental

Por medio de la revisión de la documentación del sistema de la gestión de calidad se encontró el procedimiento que tiene relación con el proceso de planificación de la demanda. A continuación, en la Tabla AN1-1 se muestra un extracto de este.

Tabla AN1-1

Procedimiento de planificación de demanda

OBJETIVO	
Definir el procedimiento para la planificación de la demanda de la empresa.	
PROCEDIMIENTO	
Determinar el pronóstico de ventas local (MTS).	
Descargar la información de la facturación local de los últimos 6 meses.	Jefe planificación demanda
Determinar el promedio de la venta local de los últimos 6 meses.	Jefe planificación demanda
Recopilar el requerimiento de ventas y clientes de exportación (MTO).	
Enviar el requerimiento de ventas de exportación a planificación de demanda; durante los primeros 5 días del mes anterior.	Gerente de país
Enviar el requerimiento de clientes de exportación a planificación de demanda; durante los primeros 5 días del mes anterior.	Gerente ventas exportaciones
Recibir y consolidar el requerimiento MTO de ventas y clientes de exportación.	Jefe planificación demanda
Consolidación de la demanda de ventas.	
Consolidar el promedio de la venta local y el requerimiento de exportación MTO.	Jefe planificación demanda
Revisar y autorizar la demanda de ventas consolidada. Solicitar los cambios necesarios y aprobar.	Director comercial
Enviar el requerimiento de ventas a planificación de inventarios de producto terminado.	Jefe planificación demanda

Nota. Adaptado del procedimiento de SGC sobre la planificación de demanda de la industria alimenticia.

Continuación del apéndice 7.

También mediante la revisión de la documentación del sistema de la gestión de calidad se encontró el perfil del puesto que tiene relación con el proceso de planificación de la demanda. A continuación, en la Tabla AN1-2 se muestra un extracto de este.

Tabla AN1-2

Descriptor del puesto de planificador de demanda

	PROCESO	RESPONSABILIDAD / FUNCION	INDICADOR	META	PERIODICIDAD
1	Determinar venta local futura	1. Descargar la información de la facturación local de los últimos 6 meses. 2. Determinar el promedio de la venta local de los últimos 6 meses.	2. Porcentaje de cumplimiento de ventas mensual.	100=100 % 90-99=90 % 80-89=80 % <79 %=0 %	Mensual
2	Requerir venta de exportaciones a filiales y clientes	3. Solicitar requerimiento de filiales. 4. Solicitar requerimiento de clientes de exportación.	3 y 4. Tiempo de entrega (05-mes)	0 = 100 % +1 día 90 % +2 día 80 % +3 días 0 %	Mensual
3	Consolidar demanda	5. Consolidar el requerimiento de ventas mensual (inciso 2, 3 y 4). 6. Enviar el requerimiento de ventas a planificación de inventarios de producto terminado.	6. Tiempo de entrega (15-mes)	0 = 100 % +1 día 90 % +2 día 80 % +3 días 0 %	Mensual

Nota. Adaptado de los perfiles de puestos del SGC sobre el puesto del jefe de planificación de demanda.

Nota. Revisión documental para la investigación. Elaboración propia.

Apéndice 8.

Software de pronósticos ForecastPro®.

ForecastPro® ofreció un conjunto de métodos matemáticos y estadísticos para obtener el pronóstico de ventas (ver Tabla AN2-1).

Tabla AN2-1

Modelos de pronósticos de ForecastPro®

Método	Descripción
Métodos Simples	Conjunto de modelos sencillos pueden ser extremadamente útiles. Incluye los modelos de *Crecimiento Porcentual*, *Naive*, *Promedios Móviles* y de *Valor Fijo*.
Box-Jenkins	Para conjuntos de datos estables, Forecast Pro admite el modelo *Box-Jenkins Estacional Multiplicativo*. El modelo se puede construir de forma completamente automática o interactiva mediante una gama completa de diagnósticos.
Suavización Exponencial	Proporciona doce modelos diferentes de *Suavizado Exponencial Holt-Winters* para adaptarse a una amplia gama de características de datos. La robustez del suavizado exponencial lo hace ideal cuando no hay indicadores predominantes y cuando los datos son demasiado cortos o volátiles para los modelos Box-Jenkins.
Simplificación Estacional	Es una técnica útil si se pronostican datos con más de 12 observaciones al año. La *simplificación estacional* reduce el número de índices estacionales utilizados para modelar los datos y a menudo, mejora sustancialmente la precisión del pronóstico.
Modelo de Eventos	Los *modelos de eventos* amplían el suavizado exponencial al proporcionar ajustes para eventos especiales como promociones, huelgas u otras ocurrencias irregulares. Puede ajustar eventos de varios tipos diferentes, tales como promociones de diferentes tamaños o tipos, o días festivos móviles como Semana Santa.
Bajo Volumen	El *modelo de Demanda intermitente de Croston* y los *modelos de datos discretos* están incluidos en Forecast Pro para acomodar datos de bajo volumen y escasos.
Productos Nuevos	Contiene varios métodos para pronosticar nuevos productos, incluyendo el *Pronóstico por Analogía*, *Componente*, *Mapeo de Productos* y el modelo de *Difusión de Bass*.
Ajuste a la Curva	El *Ajuste de Curva S* proporciona una forma rápida y sencilla de identificar la forma general de la curva que siguen los datos. Forecast Pro ofrece cuatro tipos de curvas: 1-Línea recta, 2-Cuadrática, 3-Exponencial, 4-Crecimiento (S-curve).

Continuación del apéndice 8.

Método	Descripción
Regresión Dinámica	Si hay indicadores o variables principales importantes, se utiliza la *Regresión Dinámica* de Forecast Pro. Puede incluir variables independientes, variables retrasadas o transformadas y crear *modelos generalizados Cochrane-Orcutt*.
Modelos de Multiniveles	Los *modelos de múltiples niveles* permiten agregar datos en grupos que se pueden conciliar mediante un enfoque *Top-Down* (de arriba hacia abajo) o *Bottom-up* (de abajo hacia arriba) para producir pronósticos coherentes en todos los niveles de agregación. Los índices estacionales y de eventos se pueden extraer de los agregados de nivel superior y aplicarse a los datos de nivel inferior.
Machine Learning	Con los *modelos de Aprendizaje Automático* (ML) de Forecast Pro, utiliza árboles de decisión de aumento de gradiente extremo e incluye un conjunto predefinido de características que le permiten crear modelos de forma completamente automática.

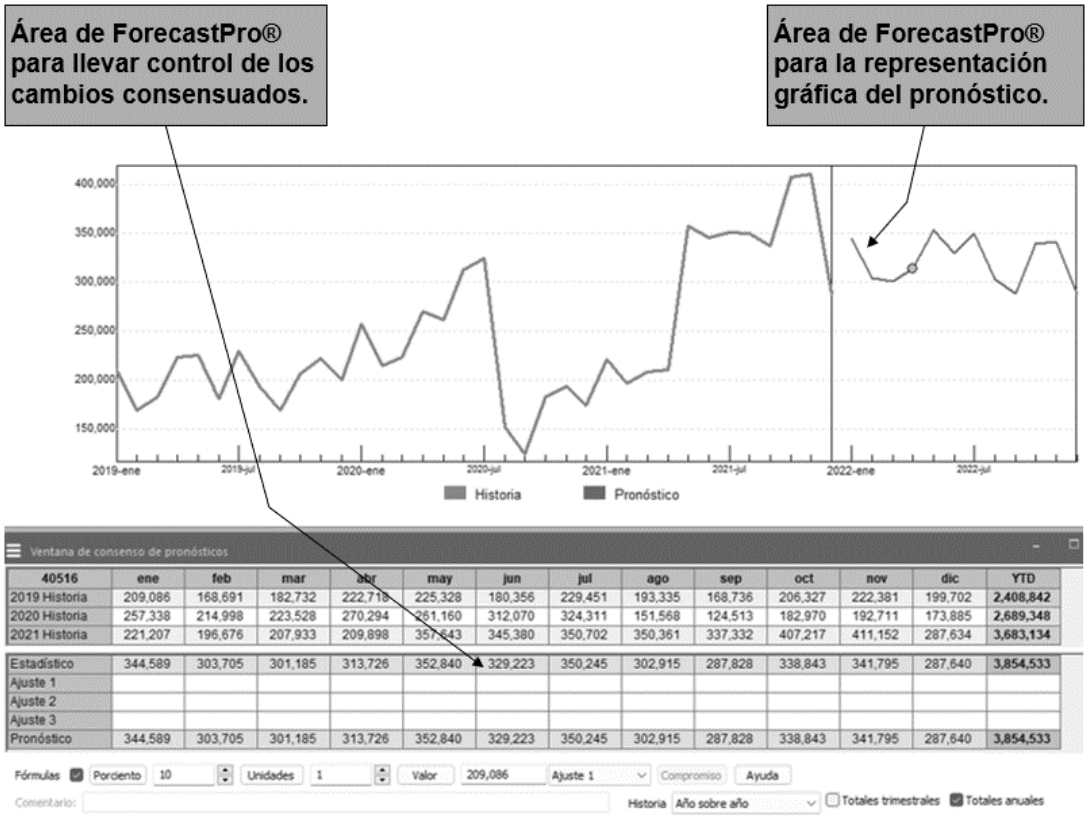
Nota. En modo experto, ForecastPro® selecciona el modelo que mejor ajusta entre más de 30 modelos de pronóstico. Elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

El área para anotar eventos de ForecastPro (ver Figura AN2-1) permitió registrar eventos que influyen en la demanda; tales como: promociones, incrementos de precio, nuevos productos, nuevos clientes, entre otros.

Continuación del apéndice 8.

Figura AN2-1

Ventana de consenso de pronósticos



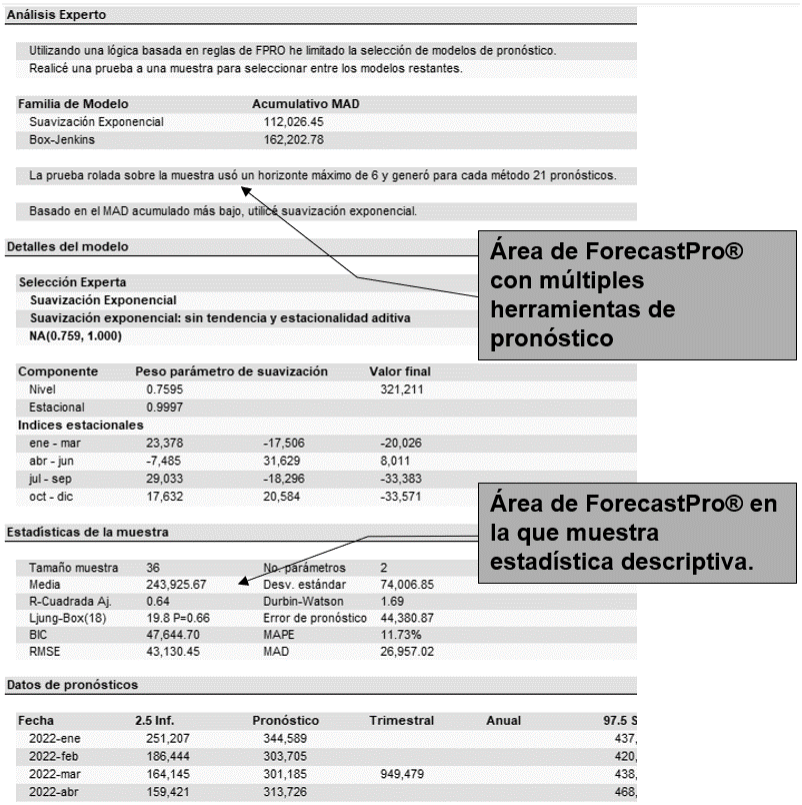
Nota. Áreas de trabajo de ForecastPro® usado para anotar los building blocks durante las reuniones de demanda.

Continuación del apéndice 8.

El área de trabajo de análisis experto, detalles del modelo y estadísticas de la muestra de ForecastPro® mostrado en la Figura AN2-2 permitió evaluar la distribución de datos y la calidad de los modelos predictivos sugeridos por el *software*.

Figura AN2-2

Ventana de análisis experto



Nota. Áreas de trabajo de ForecastPro® con múltiples modelos de pronóstico y la estadística.

Nota. Información de *software*. Elaboración propia.