



“Carta Autorización del autor(es) para uso didáctico del Trabajo Final de Graduación”

Vigente a partir del 31 de Mayo de 2016

Instrucción: Complete el formulario en PDF, imprima, firme, escanee y adjunte en la página correspondiente del Trabajo Final de Graduación.

Yo (Nosotros):

Escriba Apellidos, Nombre del Autor(a). Para más de un autor separe con "; "

Michael Murillo Castillo

De la Carrera / Programa: Ingeniería industrial
autor (es) del (de la) *(Indique tipo de trabajo):* TFG
titulado:

Propuesta de variables para el análisis de la demanda insatisfecha y control de inventarios en la empresa Amanco.

Autorizo (autorizamos) a la Universidad Latina de Costa Rica, para que exponga mi trabajo como medio didáctico en el Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI o Biblioteca), y con fines académicos permita a los usuarios su consulta y acceso mediante catálogos electrónicos, repositorios académicos nacionales o internacionales, página web institucional, así como medios electrónicos en general, internet, intranet, DVD, u otro formato conocido o por conocer; así como integrados en programas de cooperación bibliotecaria académicos dentro o fuera de la Red Laureate, que permitan mostrar al mundo la producción académica de la Universidad a través de la visibilidad de su contenido.

De acuerdo con lo dispuesto en la Ley No. 6683 sobre derechos de autor y derechos conexos de Costa Rica, permita copiar, reproducir o transferir información del documento, conforme su uso educativo y debiendo citar en todo momento la fuente de información; únicamente podrá ser consultado, esto permitirá ampliar los conocimientos a las personas que hagan uso, siempre y cuando resguarden la completa información que allí se muestra, debiendo citar los datos bibliográficos de la obra en caso de usar información textual o paráfrasis de esta.

La presente autorización se extiende el día *(Día, fecha)* del mes del año a las . Asimismo declaro bajo fe de juramento, conociendo las consecuencias penales que conlleva el delito de perjurio: que soy el autor(a) del presente trabajo final de graduación, que el contenido de dicho trabajo es obra original del (la) suscrito(a) y de la veracidad de los datos incluidos en el documento. Eximo a la Universidad Latina; así como al Tutor y Lector que han revisado el presente, por las manifestaciones y/o apreciaciones personales incluidas en el mismo, de cualquier responsabilidad por su autoría o cualquier situación de perjuicio que se pudiera presentar.

Firma(s) de los autores *Según orden de mención al inicio de ésta carta:*



Licenciatura en ingeniería industrial con énfasis en logística

Trabajo final de graduación.

Propuesta de variables para el análisis de la demanda insatisfecha y control de inventarios en la empresa Amanco.

Autor:

Ing. Michael Andrés Murillo Castillo

Tutor:

Ing. Jorge Eduardo Pereira Calvo, MBA.

Heredia, Costa Rica

17 de febrero de 2018

TRIBUNAL EXAMINADOR



TRIBUNAL EXAMINADOR

Este proyecto titulado: Propuesta de variables para el análisis de la demanda insatisfecha y control de inventarios en la empresa Amanco, por el estudiante: Michael Andrés Murillo Castillo, fue aprobada por el Tribunal Examinador de la carrera de Licenciatura en Ingeniería Industrial de la Universidad Latina, Sede Heredia, como requisito para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial:



EDUARDO PEREIRA CALVO

TUTOR



SERGIO GAZEL ALVARADO

LECTOR



ZINDY LEON ESTRADA

REPRESENTANTE DE RECTORÍA

COMITÉ ASESOR



“Carta Autorización del autor(es) para uso didáctico del Trabajo Final de Graduación”

Vigente a partir del 31 de Mayo de 2016

Instrucción: Complete el formulario en PDF, imprima, firme, escanee y adjunte en la página correspondiente del Trabajo Final de Graduación.

Yo (Nosotros):

Escriba Apellidos, Nombre del Autor(a). Para más de un autor separe con " ; " :

Michael Murillo Castillo

De la Carrera / Programa: Ingeniería industrial
autor (es) del (de la) (Indique tipo de trabajo): TFG
titulado:

Propuesta de variables para el análisis de la demanda insatisfecha y control de inventarios en la empresa Amanco.

Autorizo (autorizamos) a la Universidad Latina de Costa Rica, para que exponga mi trabajo como medio didáctico en el Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI o Biblioteca), y con fines académicos permita a los usuarios su consulta y acceso mediante catálogos electrónicos, repositorios académicos nacionales o internacionales, página web institucional, así como medios electrónicos en general, internet, intranet, DVD, u otro formato conocido o por conocer; así como integrados en programas de cooperación bibliotecaria académicos dentro o fuera de la Red Laureate, que permitan mostrar al mundo la producción académica de la Universidad a través de la visibilidad de su contenido.

De acuerdo con lo dispuesto en la Ley No. 6683 sobre derechos de autor y derechos conexos de Costa Rica, permita copiar, reproducir o transferir información del documento, conforme su uso educativo y debiendo citar en todo momento la fuente de información; únicamente podrá ser consultado, esto permitirá ampliar los conocimientos a las personas que hagan uso, siempre y cuando resguarden la completa información que allí se muestra, debiendo citar los datos bibliográficos de la obra en caso de usar información textual o paráfrasis de esta.

La presente autorización se extiende el día (Día, fecha) del mes del año a las . Asimismo declaro bajo fe de juramento, conociendo las consecuencias penales que conlleva el delito de perjurio: que soy el autor(a) del presente trabajo final de graduación, que el contenido de dicho trabajo es obra original del (la) suscrito(a) y de la veracidad de los datos incluidos en el documento. Eximo a la Universidad Latina; así como al Tutor y Lector que han revisado el presente, por las manifestaciones y/o apreciaciones personales incluidas en el mismo, de cualquier responsabilidad por su autoría o cualquier situación de perjuicio que se pudiera presentar.

Firma(s) de los autores (Según orden de mención al inicio de ésta carta:

CARTA APROBACIÓN POR PARTE DEL TUTOR

Heredia, 13 de Enero de 2018

Señores
Universidad Latina (campus Heredia)

Atención
Departamento de Registro

Por medio del presente deseo hacer constar que, en mi calidad de Tutor, apruebo el presente documento de la Tesis titulada "Propuesta de variables para el análisis de la demanda insatisfecha y control de inventarios en la empresa Amanco", elaborada por el estudiante Michael Andrés Murillo Castillo, cedula de identidad 114950995.

Este trabajo fue realizado con el fin de optar por el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Industrial de la Universidad Latina de Costa Rica; y certifico que he revisado el documento de graduación y este cumple con todos los requisitos de forma y fondo que se solicita para esta modalidad por lo cual se le autoriza para ser presentado y defendido públicamente ante el Tribunal Académico de la Universidad, después de que sea revisado por el Lector y aprobado por el profesional en Filología.

Sin otro particular



Eduardo Pereira Calvo
Tutor

CARTA APROBACIÓN POR PARTE DEL LECTOR

Heredia, 13 de Enero de 2018

Señores
Universidad Latina (campus Heredia)

Atención
Departamento de Registro

Por medio del presente deseo hacer constar que, en mi calidad de Lector, apruebo el presente documento de la Tesis titulada "Propuesta de variables para el análisis de la demanda insatisfecha y control de inventarios en la empresa Amanco", elaborada por el estudiante Michael Andrés Murillo Castillo, cedula de identidad 114950995.

Este trabajo fue realizado con el fin de optar por el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Industrial de la Universidad Latina de Costa Rica; y certifico que he revisado el documento de graduación y este cumple con todos los requisitos de forma y fondo que se solicita para esta modalidad por lo cual se le autoriza para ser presentado y defendido públicamente ante el Tribunal Académico de la Universidad, después de que sea revisado por el Tutor y aprobado por el profesional en Filología.

Sin otro particular


Sergio Gazel Alvarado
Lector

CARTA APROBACIÓN POR PARTE DEL FILÓLOGO

CARTA DE REVISIÓN FILOLÓGICA

San José, 17 de enero de 2018

Señores
Universidad Latina

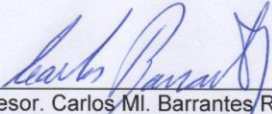
Presente

Estimados señores:

Por este medio yo, Carlos Manuel Barrantes Ramírez, mayor, casado, filólogo, incorporado al Colegio de Licenciados y Profesores en Letras, Filosofía, Ciencias y Artes de Costa Rica, con el número de carné 16308, vecino Moravia, portador de la cédula de identidad 1-0312-0358, hago constar:

1. Que he revisado el trabajo final de graduación para optar por el grado académico de **Licenciatura en Ingeniería Industrial con Énfasis en Logística**, denominado "**Propuesta de variables para el análisis de la demanda insatisfecha y control de inventarios en la empresa Amanco.**"
2. Que el trabajo final de graduación es sustentado por el estudiante: **Michael Andrés Murillo Castillo**
3. Que se le han hecho las correcciones pertinentes en acentuación, ortografía, puntuación, concordancia gramatical y otras del campo filológico.

En espera de que mi participación satisfaga los requerimientos de la Universidad Latina; se suscribe atentamente



Profesor. Carlos M. Barrantes Ramírez
Filólogo
Carné No. 16308. Colegio de Licenciados y Profesores.
Cédula: 1-0312-0358

Agradecimiento

A mi madre, padre, y hermana quienes siempre me alentaron a terminar mis estudios. Me escucharon y aconsejaron cuando los necesité, un apartado no es suficiente como para expresarles mi agradecimiento.

A mi profesor y tutor de tesis, Ingeniero Eduardo Pereira quien, a través de todas las dificultades, siempre estuvo presente para compartir su experiencia y enseñanzas en este proceso.

A mi lector, Ingeniero Sergio Gazel, por su paciencia y tiempo para ayudarme con mi trabajo de graduación, gracias por los consejos y su ayuda, siempre será recordada.

Mis profesores, Ing. Mario Bustamante e Ingra. Zindhy León por brindarme su incondicional apoyo siempre que fuese necesario en mis travesías como estudiante, les agradezco eternamente.

A mis amigos, quienes nunca me abandonaron cuando estuve en mis tiempos de estrés, gracias por siempre estar presentes.

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mis padres quienes con esfuerzo y dedicación lograron brindarme mis estudios, estaré por siempre agradecido.

Mi hermana Cindy Murillo y su esposo Luis Villalobos, a quienes les debo gran parte de mis logros como estudiante, pues siempre me acompañaron y velaron por mi cumplimiento cuando lo necesité. Gracias por siempre haberme impulsado a buscar el éxito.

Resumen

El siguiente trabajo de investigación se desarrolló en los departamentos encargados de la planeación de la demanda, en la empresa Mexichem Amanco, ubicada en Belén de Heredia.

La gerencia de Amanco nota un alza en los errores de pronósticos. Ante dicha situación, se emplean distintas herramientas e indicadores de desempeño para diagnosticar las causas de la problemática. Se concluye en que no es solo una causa, si no distintas causas de tipos cuantitativas y cualitativas, y que existe una oportunidad de mejora que puede ser aprovechada.

A pesar de poseer limitaciones para la realización de la planeación de la demanda, se utilizaron 6 modelos de pronósticos para 206 productos. Calculando niveles de error para estos modelos se logró encontrar el modelo que mejor se ajustaba a la demanda de cada producto y a raíz de esto, se realiza una comparación de indicadores entre los departamentos de Amanco y el modelo propuesto. Tomando como base los indicadores obtenidos, se demuestra que se puede mejorar el proceso de manera significativa, llegando a reducir los inventarios faltantes hasta en un 94% y se incrementó el porcentaje de unidades con menos de 20% de error en un 20%, y, además, se proponen los indicadores utilizados como base para la toma de decisiones en un futuro.

Se diagnosticó que el software utilizado contribuía de gran manera a los errores en los pronósticos, por lo que se exploraron diferentes opciones de softwares que se pudiesen adaptar a las necesidades de Amanco.

Además, se propone como mejora, la implementación de reuniones mensuales para la validación de pronósticos dentro de la metodología de S&OP, con el objetivo de fomentar el diálogo y cuestionamiento de los pronósticos para crear una cultura de mejora continua dentro de la empresa.

Tabla de contenido

1	CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN	1
1.1	Antecedentes del problema	2
1.1.1	..... Control de inventarios por medio de los pronósticos de la demanda. 2	
1.1.2	. Desarrollo de la planeación de la demanda en una empresa internacional de ingeniería.....	2
1.1.3	..... Gestión de inventarios: Información, coordinación y racionalización. 3	
1.2	Planteamiento del problema	4
1.3	Justificación del problema.....	6
1.4	Objetivo general.....	7
1.5	Objetivos específicos	7
1.6	Alcances	8
1.7	Limitaciones.....	8
2	CAPÍTULO II MARCO CONCEPTUAL	9
2.1	Conceptos.....	10
2.1.1	..... Demanda 10	
2.1.2	..... Inventario 10	
2.1.3	..... Pronóstico de la demanda 10	
2.1.1	..... Efecto látigo 11	
2.1.4	..... Tiempo de reaprovisionamiento 12	
2.1.5	..... Inventario de seguridad 13	
2.1.6	..... Indicadores de desempeño 14	
2.1.7	..... Backorder 14	
2.2	Herramientas	14

2.2.1	Diagrama de flujo	15
2.2.2	Desviación o desvío	16
2.2.3	Diagrama de Gantt	16
2.2.4	Desviación Estándar	17
2.2.5	Error absoluto	18
2.2.6	Error neto	18
2.2.7	Error de mezcla	19
2.2.8	MAD	19
2.2.9	MAPE	19
2.2.10	Clasificación ABC	20
2.2.11	Diagrama de Ishikawa	21
2.3	Herramientas informáticas	22
2.3.1	Excel	22
2.3.2	Minitab	23
3	CAPÍTULO III MARCO SITUACIONAL	24
3.1	Generalidades de la empresa y el mercado	25
3.2	Situación del sector económico de la empresa	25
3.3	Situación del mercado en el área geográfica de la empresa	25
3.4	Situación de la empresa en el mercado	27
3.5	Actividad Principal	27
3.6	Reseña histórica	27
3.7	Misión	27
3.8	Visión	28
3.9	Organigrama	28
3.10	Lineamientos estratégicos	28

3.11	Principales clientes, proveedores y competidores	29
3.12	Situación actual de la empresa	29
3.12.1	Tamaño de la empresa	29
3.12.2	Etapas de vida de la empresa	30
3.12.3	Problemática que enfrenta la empresa	31
4	CAPÍTULO IV MARCO METODOLÓGICO	32
4.1	Tipo de investigación	33
4.2	Alcance de la investigación	33
4.3	Fuentes de información	33
4.3.1	Fuentes primarias	34
4.3.2	Fuentes secundarias	34
4.3.3	Fuentes terciarias	34
4.4	Técnicas de recolección de datos	35
4.5	Cuadro de Instrumentalización de Variables	35
4.6	Diagrama de Gantt del Proyecto	37
5	CAPÍTULO V. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	39
5.1	Introducción	40
5.2	Análisis de los procesos	41
5.2.1	Departamento de planeación de la demanda.	42
5.2.2	Departamento de ventas.	43
5.3	Repercusiones de un ineficiente cálculo de la demanda en el Fillrate	46
5.4	Efecto látigo a través de la cadena de suministro	47
5.5	Componentes de la demanda real de Amanco	47
5.6	Diagnóstico	48
5.6.1	Lluvia de ideas	48
5.6.2	Diagrama de Ishikawa	49

5.6.3	.....	Análisis del Error de Pronóstico de Amanco	
51			
5.6.4	.....	Comprobación de los pronósticos	
57			
5.6.5	.....	Modelo por utilizar	
		¡Error! Marcador no definido.	
5.6.6	.....	Cálculo de inventarios	
69			
5.6.7	.....	S&OP	
71			
5.6.8	.....	Conclusiones del diagnóstico	
73			
6		CAPÍTULO VI. DISEÑO DE PROPUESTA	75
6.1		Introducción	76
6.2		Propuesta 1: Indicadores de desempeño.	76
6.3		Propuesta 2: Mejora del software.	77
6.4		Propuesta 3: Mejora al proceso S&OP	78
6.5		Análisis financiero	80
7		CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	83
7.1		Conclusiones finales	¡Error! Marcador no definido.
7.2		Recomendaciones.	85
8		CAPÍTULO VIII BIBLIOGRAFÍA	87
9		CAPÍTULO IX ANEXOS	90
9.1		Calculo de MAD y MAPE	91
9.2		Diagnóstico e indicadores	91
9.3		Cálculo de inventarios	92
9.4		Modelo de pronósticos ajustado	93
9.5		Pronósticos	94
10		CAPÍTULO X APÉNDICES	96
10.1		..... Ventas reales de la empresa.	
97			
10.2		.....Pronósticos obtenidos por Suavización exponencial	
103			
10.3		..... Pronósticos obtenidos por Promedio móvil	
108			
10.4		..... Pronósticos obtenidos por Regresión lineal	
113			

10.5 .. Inventarios producidos y faltantes, Suavización exponencial con alfa 0.01	118
10.6 Inventarios producidos y faltantes, Suavización exponencial con alfa de 0.83	128
10.7 .. Inventarios producidos y faltantes, Suavización exponencial con alfa 0.99	138
10.8 .....Inventarios producidos y faltantes, departamento de ventas	148
10.9 .....Inventarios producidos y faltantes, departamento de planificación de la demanda.	158
10.10 .. Inventarios producidos y faltantes, promedio móvil utilizando 3 periodos.	168
10.11 .. Inventarios producidos y faltantes, promedio móvil utilizando 6 periodos.	178
10.12 .....Ventas totales por mes.	188
10.13 Error de mezcla, Forecastpro	189
10.14 .....Error de mezcla, Colaboradores	194
10.15 .....MAD modelos ajustados.	199

Lista de tablas

Tabla 1 Ejemplo de desvío.....	16
Tabla 2 Clasificación ABC.....	62
Tabla 3 Alfas obtenidos por Solver	64
Tabla 4 cronograma S&OP diagnostico	72
Tabla 5 Propuesta S&OP.....	80
Tabla 6 Costo de Forecastpro TRAC.....	81
Tabla 7 Costos de módulo SAP APO.....	82
Tabla 8 Ventas históricas.....	103
Tabla 9 Pronósticos obtenidos por Suavización exponencial	108
Tabla 10 Pronósticos obtenidos por promedio móvil.....	113
Tabla 11 Pronósticos obtenidos por regresión lineal	118
Tabla 12 Inventarios finales, Suavización exponencial, a 0.01	128
Tabla 13 Inventarios finales, Suavización exponencial, a 0.83	138
Tabla 14 Inventarios finales, Suavización exponencial, a 0.99	148
Tabla 15 Inventarios finales, Colaboradores	158
Tabla 16 Inventarios finales, Forecastpro	168
Tabla 17 Inventarios finales, Promedio móvil, 3 periodos	178
Tabla 18 Inventarios finales, Promedio móvil, 6 periodos	188
Tabla 19 Ventas totales por mes	189
Tabla 20 Error de mezcla Forecastpro.....	194
Tabla 21 Error de mezcla, Colaboradores	199
Tabla 22 MAD modelos ajustados	208

Lista de figuras

Figura 1 S&OP, planeación de la demanda	5
Figura 2 Inventario de seguridad	13
Figura 3 Ecuación para el inventario de seguridad	13
Figura 4 Ejemplo, diagrama de flujo.....	15
Figura 5 Ecuación para el desvío.....	16
Figura 6 Ejemplo de diagrama de gantt	17
Figura 7 Ecuación de la desviación estándar.....	17
Figura 8 Ecuación para error absoluto	18
Figura 9 Ecuación MSE	18
Figura 10 Ecuación MAD	19
Figura 11 Ecuación MAPE 1	20
Figura 12. Gráfico ABC - Ejemplo.....	21
Figura 13 Ejemplo de diagrama de Ishikawa	22
Figura 14. Región central.....	26
Figura 15 Organigrama Amanco.....	28
Figura 16. Diagrama de Gantt.....	37
Figura 17. Diagrama de Gantt del proyecto	38
Figura 18 Ecuación del desvío.....	40
Figura 19 Diagrama de flujo, departamento de planificación	42
Figura 20 Diagrama de flujo, departamento de ventas	44
Figura 21 Ecuación del Fillrate.....	46
Figura 22 Componentes de las ventas.....	47
Figura 23 Lluvia de ideas	48
Figura 24 Diagrama de Ishikawa	49
Figura 25 Error absoluto en unidades.....	52
Figura 26 Error en unidades neto	53
Figura 27 MAD gráfica	53
Figura 28 Error absoluto en porcentaje.....	54
Figura 29 Error neto en porcentaje	54
Figura 30 MAPE.....	55
Figura 31 Indicadores del diagnóstico.....	55
Figura 32 Ecuación de la suavización exponencial.....	63

Figura 33 Ecuación de alfa	63
Figura 34 Solver.....	64
Figura 35 Ventas reales en gráfico.	65
Figura 36 Ecuación del promedio móvil para 6 periodos	65
Figura 37 Ecuación del promedio móvil para 3 periodos	65
Figura 38 Función "Pronóstico".....	66
Figura 39 Diagrama de flujo, diseño de propuesta	67
Figura 40 Desempeño de los modelos.....	68
Figura 41 Indicadores de desempeño, modelos	69
Figura 42 Ecuación para inventarios.....	70
Figura 43 Inventarios producidos.....	70
Figura 44 Anexo MAD y MAPE.....	91
Figura 45 Anexo, diagnóstico e indicadores	92
Figura 46 Anexo, cálculo de inventarios	93
Figura 47 Anexo, modelo ajustado.....	94
Figura 48 Anexo, pronósticos	95

1 CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes del problema

A continuación, se muestran los antecedentes del problema, trabajos de investigación utilizados como bases para este trabajo de investigación.

1.1.1 Control de inventarios por medio de los pronósticos de la demanda.

Una investigación realizada en Nueva Zelanda por Xiaomu Deng en la Universidad de Massey relacionada a la mejora en los procesos de los pronósticos en la industria de las bebidas alcohólicas.

Esta investigación tiene por objetivo, comparar distintos modelos para la planeación de la demanda y explora las repercusiones de un ineficiente cálculo de la demanda a través de la cadena de suministro. Además, aborda el cómo mejorar el control de inventarios por medio de técnicas de reabastecimiento en base con los cálculos obtenidos de los modelos de pronósticos, con el fin de obtener un balance entre la demanda y capacidad de abastecimiento.

El trabajo realizado por Xiamu Deng resulta de importancia para esta investigación, dado que se le da un enfoque a los modelos de pronósticos con el objetivo de reducir el impacto por error de estos sobre los inventarios, además los estudios implementados en la investigación fueron utilizados bajo un esquema de *sales & operation planning process* (S&OP), el cual también es utilizado en la empresa Amanco.

1.1.2 Desarrollo de la planeación de la demanda en una empresa internacional de ingeniería.

Susana Tuolkas realizó una investigación cuantitativa para su maestría en ingeniería industrial en el 2015, en la Universidad de Aalto en Finlandia.

En la presente investigación, se desarrollan los componentes para la realización de una planeación efectiva de la demanda en una empresa bajo un modelo de S&OP. En este trabajo se explica cómo numerosas empresas transnacionales encuentran problemáticas a la hora de realizar la planeación de la demanda desde un esquema de S&OP, y en la cual se responde la pregunta,

¿Cómo puede desarrollarse la planeación de la demanda de manera que funcione más eficiente y pueda producir datos más precisos?

Para llevar a cabo esto, se plantea en cómo la planeación estratégica está fuertemente ligada a un eficiente sistema de S&OP, y el cual afecta de manera directa a la planeación de la demanda y, por consiguiente, a todo el esquema productivo de una empresa.

Susana Tuolkas explica en su trabajo de investigación los pasos por seguir para la elaboración de un eficiente S&OP, y en cómo una vez que se debe de realizar la planeación de la demanda utilizando la planeación estratégica para obtener resultados más eficientes.

1.1.3 Gestión de inventarios: Información, coordinación y racionalización.

Un libro escrito por Ozalp Ozer en la Universidad de Stanford, explica la utilidad de un eficaz manejo efectivo de los inventarios y sus beneficios a la cadena de suministro de cualquier empresa.

Destaca en la manera correcta del manejo de la información. Realiza una amplia investigación de cuatro variables esenciales dentro del control de los inventarios las cuales son:

1. Administración de la información
2. Cuantificación de la información
3. Coordinación de inventarios descentralizados
4. Herramientas para un manejo efectivo de los inventarios.

Dicha investigación enfatiza el flujo y control de la información, para esto, se explica en cómo se debe de asignarle un valor de peso a la información relevante para los cálculos de los inventarios, ya que, si bien es cierto, que estos datos influyen en el momento de gestionar existencias, no todos los datos influyen de igual manera.

Es así como mediante estos fundamentos se logra evidenciar una mejora en los modelos de control y manejo de inventarios. En conclusión, para aumentar la eficiencia en los procesos relacionados en el manejo de inventarios, no es siempre necesario estribarse en el enfoque cuantitativo de estos, si no en el cualitativo.

1.2 Planteamiento del problema

La Gerencia de Amanco ha identificado una alta variabilidad en los inventarios para la región de Guatemala, en los cuales, se han visto excedentes de hasta casi un tercio de las ventas reales en un solo periodo, esto ha provocado que se realizara una investigación referente a la problemática.

Utilizando diferentes herramientas, se logra diagnosticar que la causa raíz de esta problemática se encuentra en la planeación de la demanda y el Departamento de Ventas, los cuales presentan altos niveles de error.

Amanco al poseer un esquema productivo de S&OP, debe de tener un departamento de ventas el cual valide los pronósticos hechos por el departamento de planeación de la demanda, pero, debido a que la medición del desempeño de estos departamentos está basada en un indicador que es ineficiente, el error pasa inadvertido. Para llevar a cabo la planeación de la demanda, ésta se desarrolla de la siguiente manera utilizando el modelo S&OP.



*Figura 1 S&OP, planeación de la demanda
Fuente: La web del programador (S.F.)*

Amanco utiliza un sistema de S&OP el cual contribuye a un eficiente flujo de información dentro de la compañía, pero a pesar de llevar reuniones mensuales para la toma de decisiones estratégicas en lo que refiere al tema del cálculo de la demanda, no se ha logrado disminuir el impacto del error en los pronósticos.

Una vez dicho esto, es importante recalcar que los ajustes que realiza el Departamento de Ventas son con base en los resultados que el Departamento de Planeación de la demanda envíe, basando sus ajustes en promociones de ventas, situación actual del mercado y situación económica de la región. Se realizará una investigación de los modelos y metodologías utilizados en lo que respecta de los departamentos de planeación de la demanda y ventas, con el fin de determinar el causante del alto nivel del error en los pronósticos.

Para llevar a cabo esto, se planea responder las siguientes interrogantes:

- i. ¿Son necesarios los datos utilizados por el Departamento de Planeación de la demanda para un eficiente cálculo de esta?

- ii. ¿De qué manera el Departamento de Ventas realiza los ajustes a los pronósticos de la demanda inicial?
- iii. ¿Es acaso la manera como se calcula el error, la forma más eficiente de hacerlo?
- iv. ¿Qué tanto error causa el Departamento de Ventas al realizar los ajustes en los pronósticos?
- v. ¿De qué forma se puede disminuir el error en el cálculo de la demanda?

1.3 Justificación del problema

Los pronósticos de la demanda en Amanco están presentando altos niveles de error que no se están identificando a causa de la falta de indicadores que logren cuantificar el error en los pronósticos, esto produce ya sea excedente o faltante de material el cual está causando costos adicionales en la cadena de suministro y clientela insatisfecha.

Para el periodo de septiembre del 2017, el Departamento de Ventas y el Departamento de Colaboradores obtuvieron un mejor desempeño en el indicador utilizado en Amanco, pero a pesar de esto, el pronóstico del Departamento de Ventas produjo un 41% más de unidades para los inventarios que el Departamento de Planeación de la demanda solo para productos de clasificación A. Además, los ajustes de la demanda presentan un 21% más de unidades que faltantes.

A pesar de lo que reflejan los datos obtenidos, los pronósticos que se utilizan como base para la producción de la empresa, son los pronósticos del Departamento de Ventas. Esto sucede porque en Amanco, el indicador utilizado para evaluar el desempeño de los pronósticos no es el adecuado, e inclusive, un solo indicador no logra evaluar todos los tipos de errores que los pronósticos puedan causar.

Es importante mencionar que los pronósticos realizados por el Departamento de Ventas no son más que ajustes sobre los pronósticos obtenidos por el Departamento de Planeación de la demanda. Por lo que una manera de reducir el nivel de error causado por el Departamento de Ventas es que los pronósticos del Departamento de Planeación de la demanda sean más precisos.

1.4 Objetivo general

Diseñar una propuesta de mejora al modelo utilizado en la empresa Amanco para pronosticar la demanda.

1.5 Objetivos específicos

1. Identificar la causa raíz del alto error de pronóstico.
2. Realizar un análisis comparativo de los departamentos encargados de la planificación de la demanda, para determinar el grado de error en los pronósticos.
3. Emplear distintos indicadores logren evaluar el error de los pronósticos de forma más efectiva.
4. Emplear diferentes modelos de pronósticos por producto para retar los modelos actualmente utilizados por Forecast Pro y hacer un análisis comparativo de resultados.
5. Calcular la cantidad de inventario producido y faltante para un mes por el modelo pronóstico recomendado de producto de forma agregada y comparar con el pronóstico generado por Amanco para ese mismo periodo.
6. Elaborar una propuesta de mejora con base en las oportunidades identificadas.

1.6 Alcances

Los alcances de la investigación serán los siguientes:

1. Se realizará el diseño de propuesta solo para la región de Guatemala.
2. La propuesta de mejora será solo para el departamento de Planeación y Logística de la empresa Amanco.
3. Para efectos de este trabajo, se desarrollará la propuesta de mejora solo con base en 12 periodos pasados.
4. Solo se utilizarán productos de clasificación A, con base a la clasificación ABC.

1.7 Limitaciones

Esta investigación posee las siguientes limitaciones:

1. El corto personal en el Departamento de la Demanda imposibilita la capacidad de disponer de ayuda durante todo el proceso, por lo que algunos datos no fueron accesibles.
2. La propuesta de mejora será únicamente para la región de Guatemala.
3. Los datos estarán codificados por razones de confidencialidad.
4. Esta investigación no posee datos referentes a los costos de producción, inventario o transporte de materiales.

2 CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL

2.1 Conceptos

2.1.1. Demanda

El dicho proyecto se realizará con el objetivo de obtener un mejor pronóstico de la demanda. Por demanda se entiende la cuantificación de producto que los clientes requieren. Según dice Simón Andrade, autor del libro "Diccionario de Economía" define demanda como:

Es la cantidad de bienes o servicios que el comprador o consumidor está dispuesto a adquirir a un precio dado y en un lugar establecido, con cuyo uso pueda satisfacer parcial o totalmente sus necesidades particulares o pueda tener acceso a su utilidad intrínseca. (Andrade, 2008)

2.1.2. Inventario

Los inventarios son las existencias del producto en cualquiera de sus fases de producción, para amortiguar la demanda ya sea de material en las zonas de producción o de demanda que no se pronosticó. Según la Sociedad Americana de la Producción y el Control de Inventarios (SAPCI, APICS en inglés)

Los inventarios son aquellas existencias o ítems usados para apoyar la producción (materias primas e ítems en proceso), las actividades de apoyo (mantenimiento, reparación y operaciones de apoyo) y servicio al cliente (bienes terminados y partes disponibles). Comprende, también, el almacenamiento de todos los materiales usados o fabricados por cualquiera en la organización para propósitos directos o indirectos de ofrecer productos terminados o servicios a los clientes. (APICS, 1996)

2.1.3. Pronóstico de la demanda

El pronóstico de la demanda se refiere a un dato obtenido por medio de un modelo estadístico que logre replicar de la mejor manera la cantidad de las ventas reales para un periodo X. Existen diferentes métodos o modelos para el pronóstico de la demanda, así como variables que influyen a la hora de realizar

la proyección, todos estos métodos ofrecen ventajas y desventajas, según el tipo de panorama sobre el cual se trabaje, el objetivo es utilizar el más apto ante las adversidades para obtener un pronóstico de las ventas lo más preciso posible. Philip Kotler define Pronóstico de ventas como “La estimación o nivel esperado de ventas de una empresa, línea de productos o marca de producto, que abarca un periodo determinado y un mercado específico” (Roberto, 1992).

Existen numerosos modelos de pronósticos, los cuales se utilizan dependiendo del escenario donde que se encuentre la empresa, ninguno es más eficiente que otro ya que se adaptan a condiciones distintas.

La cantidad y tipo de variables que se utilizan pueden variar entre los modelos, pero todos utilizan una variable en común, la cual es las ventas reales de la empresa en periodos pasados, a partir de aquí se pueden agregar distintos datos como lo es el precio de venta o coeficientes matemáticos entre otros.

2.1.1 Efecto látigo

El efecto látigo hace referencia a un fenómeno que afecta a la cadena de suministro y el cual ha sido objetivo de investigación desde la década de los 60, siendo primeramente mencionado por Jay Forrester en su libro *Industrial Dynamics* publicado en 1961.

Este fenómeno es causado por mala comunicación o coordinación dentro de los órganos que conforman la cadena de suministro o por una ineficiente proyección de la demanda. Al obtener pronósticos para la demanda con altos niveles de variabilidad en relación con las ventas reales, esto provoca una desestabilización en los diferentes departamentos de la compañía. (Forrester, 1961)

En otros escenarios, una creciente en la demanda que no fuese pronosticada, también, puede considerarse como un causante del efecto látigo, ya que esto representa costos de producción para suplir una demanda que no fue contemplada en la planeación de ésta, por lo que las medidas de contención

que se deben de tomar incurren en costos, tiempo y espacio de almacenamiento con el que no se contaba en un principio.

La manera más eficiente de disminuir el efecto de este fenómeno sobre un esquema productivo empieza con un indicado manejo de la información de los clientes y la capacidad productiva de la empresa, esto va en conjunto con el alcance que se le quiere dar a los clientes y, por lo tanto, a las ventas.

Además, se debe de conocer cuáles modelos son los que mejor se adaptan al tipo de demanda que posee la empresa, un eficiente cálculo de la demanda disminuirá la posibilidad de que se presente este fenómeno en la compañía.

Para Amanco, una gran gama de productos representa un reto a la hora de realizar la planeación de la demanda, y, por consiguiente, el efecto látigo se encuentra presente en la compañía.

2.1.4. Tiempo de reaprovisionamiento

Es el tiempo total desde que se coloca una orden de pedido (orden de compra o fabricación) hasta que el material está listo para satisfacer un pedido, se debe de calcular el tiempo o periodo de reaprovisionamiento para que no intervenga con las funciones de los demás departamentos y siempre debe de cumplir con la fecha estipulada. En el libro *Gestión de stocks: Modelos deterministas* se define como:

“Es el tiempo durante el cual la única protección de que dispone el sistema productivo para afrontar una posible ruptura de stocks es el nivel de los inventarios”

Es importante recalcar en cómo se deben de optar por medidas de contención para satisfacer la demanda no pronosticada en periodos de reaprovisionamiento, por lo que en la mayoría de situaciones de esta índole, se opta por utilizar una reserva de inventarios, o bien, sea el inventario de seguridad.

2.1.5. Inventario de seguridad

Cantidad de inventario que se tiene para absorber las variaciones aleatorias en la demanda, la incertidumbre en el tiempo de entrega o el error del pronóstico (Mayor demanda que la pronosticada).

La siguiente imagen explica de manera gráfica la relación del inventario de seguridad con el inventario normal.

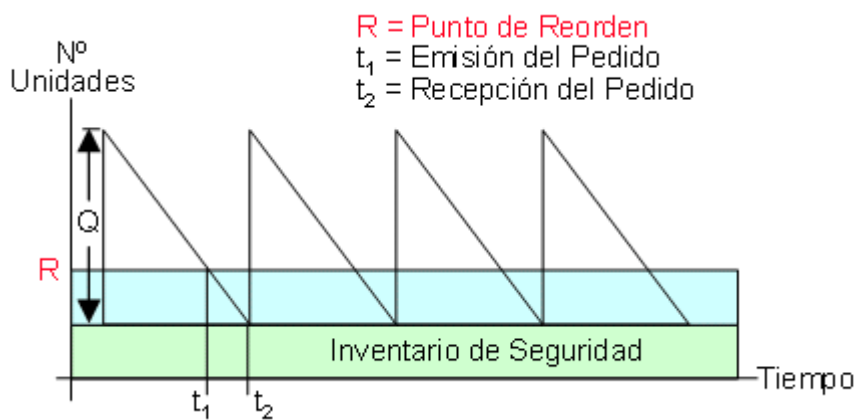


Figura 2 Inventario de seguridad

Fuente: Monografías (Página web)

<http://www.monografias.com/trabajos35/activos-circulantes/activos-circulantes.shtml>

Para llevar a cabo el cálculo del inventario de seguridad, se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{Inventario de seguridad} = Z(\sigma_d + \sigma_L)$$

Figura 3 Ecuación para el inventario de seguridad

Elaboración propia

Donde:

- Z= Nivel de servicio que se desea ofrecer.
- σ_d = Desviación estándar de la demanda histórica.
- σ_L = Tiempo de entrega (Lead time)

2.1.6. Indicadores de desempeño

Son medidas de rendimiento que permiten cuantificar la efectividad de un determinado proceso dentro de la cadena de suministro. R. Bauer ofrece una definición más amplia sobre los indicadores, conceptualizándolo como:

“Los indicadores sociales (...) son estadísticas, serie estadística o cualquier forma de indicación que nos facilita estudiar dónde estamos y hacia dónde nos dirigimos con respecto a determinados objetivos y metas, así como evaluar programas específicos y determinar su impacto” (Bauer, 1966)

2.1.7. Backorder

Un *backorder* es un pedido de un producto o material que no se posee en existencias debido a la demanda no satisfecha. Al recibir un pedido que no se contempló dentro del pronóstico se debe de realizar un pedido extra para abastecer al cliente, o bien, sea para mantener los inventarios por encima del punto de re-orden, estos, generalmente, incurren en costos extras, el cual no necesariamente debe de estar ligado a la realización del mismo, Marcos Moya describe un ejemplo en el libro Control de Inventarios Investigación de Operaciones 4 en el que señala:

“Algunos usuarios deciden no esperar por el inventario, y se van a buscarlo a la competencia. Cuando esta situación ocurre se incurre en un costo por ventas perdidas” (Moya, 1990)

Así que, aunque no tome el *backorder*, éste genera costos de pérdidas, de igual manera, se busca realizar la menor cantidad de estos para minimizar los costos no planificados.

2.2 Herramientas

2.2.1 Diagrama de flujo

Un diagrama de flujo es una herramienta utilizada en la ingeniería industrial para la representación visual de un flujo o secuencia de tareas envueltas en un proceso o servicio. Para esta investigación, se utilizará esta herramienta para una mejor representación de determinados procesos. Gómez Cejas, Guillermo. Año 1997; lo define como:

“El Flujograma o Flujograma, es un diagrama que expresa gráficamente las distintas operaciones que componen un procedimiento o parte de éste, estableciendo su secuencia cronológica. Según su formato o propósito, puede contener información adicional sobre el método de ejecución de las operaciones, el itinerario de las personas, las formas, la distancia recorrida el tiempo empleado, etc.” (Gómez, 1997)

En la siguiente imagen, se representa la estructura de un diagrama de flujo:

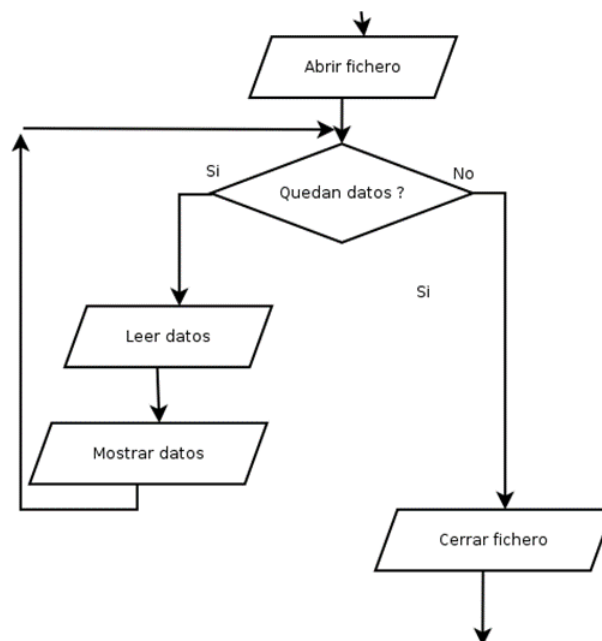


Figura 4 Ejemplo, diagrama de flujo

Fuente: La web del programador (S.F.)

<http://www.lawebdelprogramador.com/foros/Algoritmia/1560117-Algoritmo-para-tienda-deportiva.htm>

2.2.2 Desviación o desvío

La desviación o desvío es el indicador de desempeño utilizado en Amanco para determinar el grado de error en los pronósticos. Este es el único indicador que se utiliza para la toma estratégica de decisiones. El desvío indica el porcentaje que representan las ventas reales de los pronósticos, por lo que lo ideal sería que todos los pronósticos estén lo más cercano al 100% de desvío.

Para calcular este indicador, se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Desvío} = \frac{\text{Venta real para el periodo } x}{\text{Pronostico para el periodo } x} \times 100$$

*Figura 5 Ecuación para el desvío
Elaboración propia*

En la siguiente imagen se expone un ejemplo de porcentajes de desvío en función de pronóstico y ventas:

Producto	Venta real	Pronostico	Desvío
ADAPM PVC S40 12MM-1/2" B C/C	79.284	64.531	123%
TE PVC SCH40 18 MM-3/4" BL C/CEM	46.319	42.932	108%
CAJA RECTANGULAR PVC COND 1/2"-3/4"MM B	40.164	52.916	76%
CONECTOR PVC COND LIV 18MM-3/4" GR C/R	4.888	41.696	12%

*Tabla 1 Ejemplo de desvío
Fuente: Elaboración propia*

Según la Tabla 1, se puede notar como para el Desvío es de un 46%, en otras palabras, el pronóstico alcanzó el doble de las ventas reales para ese periodo, causando un total de 78.892 unidades que sobrantes que no se vendieron para ese periodo.

2.2.3 Diagrama de Gantt

Se le llama diagrama de Gantt a un gráfico para poder conceptualizar de manera gráfica cuándo se llevarán a cabo distintas actividades en un proceso, éste será utilizado en esta investigación para mostrar de una manera ilustrada el cronograma de actividades por realizar.

Ejemplo de un diagrama de Gantt.

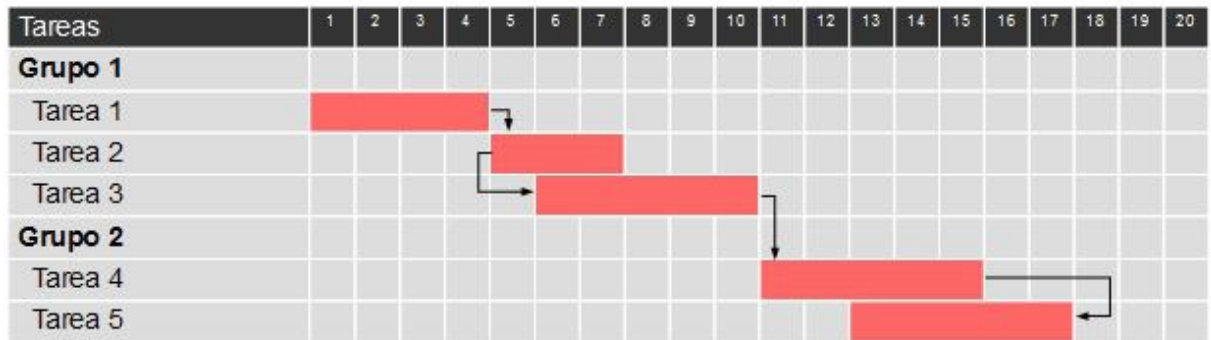


Figura 6 Ejemplo de diagrama de Gantt

Fuente: Economía, sitio web

<http://www.economia.ws/diagrama-de-gantt.php>

2.2.4 Desviación Estándar

La desviación estándar es una variable, que demuestra qué tanto varían los datos con respecto del promedio de estos, y se utilizará como indicador de desempeño en este trabajo, con el fin de determinar la variabilidad causada por un pronóstico erróneo, la incurre en costos extras los cuales se desean disminuir al máximo. La ecuación para la desviación estándar es:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_i^N (X_i - \bar{X})^2}{N}}$$

Figura 7 Ecuación de la desviación estándar

Elaboración propia

Donde:

σ = Desviación estándar.

X = Datos por utilizar.

\bar{X} = Promedio de datos por utilizar.

N = Número de datos

Si bien es cierto, que un promedio no es la manera más indicada en la cual basar nuestras decisiones, la desviación estándar se utilizará con un

enfoque comparativo. Cuanto mayor sea la desviación estándar de un modelo de pronósticos utilizado, mayor es el grado de variación en sus pronósticos. Para el cálculo de la desviación estándar de utilizó la función “=Desvest” en el software Microsoft Excel.

2.2.5 Error absoluto

El error absoluto representa la diferencia de unidades entre el pronóstico y la demanda real, para el cálculo de este indicador se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Error abs} = | \text{Venta real del pronóstico } T - \text{pronóstico para el periodo } T |$$

Figura 8 Ecuación para error absoluto

Elaboración propia

Este indicador será utilizado con el fin de diagnosticar y evaluar los modelos de pronósticos a implementar en este trabajo de investigación.

2.2.6 Error neto

El error neto es un indicador de desempeño para los pronósticos de la demanda. El objetivo de este indicador visualiza la cantidad de unidades sobrantes o faltantes que generan los pronósticos, para calcularlo se utiliza la siguiente ecuación.

$$\text{Error neto} = \text{Pronóstico total para periodo } T - \text{Venta total para periodo } T$$

Figura 9 Ecuación MSE

Elaboración propia

Según el libro Administración de la cadena de suministro, “Una buena idea es utilizar el MSE para comparar métodos de pronóstico si el costo de un error grande es mucho mayor que la ganancia derivada de pronósticos muy precisos”.

El MSE se es uno de los indicadores claves para esta investigación, ya que logra visibilizar de una manera más clara un error que no se está contemplando en la toma de decisiones referentes a la planeación de la demanda.

2.2.7 Error de mezcla

El error de mezcla muestra el porcentaje de productos que mantienen su porcentaje de error absoluto por debajo del 20%, para llevar a cabo este cálculo en el software Excel, si el error absoluto es menor a 0.2, se le asigna el número 1 al producto, de lo contrario se asigna un 0. Al final se suman todos los 1 y 0, y el resultado final se divide entre el número de productos.

Este error será de suma importancia en esta investigación debido al objetivo que se desea alcanzar, el cual es determinar la causa de los errores en los pronósticos, es por esto por lo que se utilizará en el capítulo de diagnóstico.

2.2.8 MAD

La desviación media absoluta o MAD por sus siglas en inglés (Mean absolute deviation), se refiere a un indicador de desempeño que se utilizará en esta investigación para evaluar la cantidad de error absoluto en unidades promedio que poseen los pronósticos. Para esto se empleará la siguiente ecuación:

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n A$$

*Figura 10 Ecuación MAD
Elaboración propia*

Donde:

A= Error absoluto en unidades.

n= Número de periodos.

2.2.9 MAPE

El error porcentual medio absoluto o MAPE por sus siglas en inglés (Mean Absolute Percentage Error) es el error absoluto promedio como un porcentaje de la demanda y se calcula por medio de la siguiente ecuación:

$$MAPE = \frac{\text{Error en unidades porcentual}}{N \text{ de pronósticos}}$$

Figura 11 Ecuación MAPE 1
Elaboración propia

Según el libro Administración de la cadena de suministro, “EL MAPE es una buena medida del error de pronóstico cuando el pronóstico subyacente tiene una estacionalidad significativa y la demanda varía considerablemente de un periodo al siguiente”

La mayoría de productos de Amanco, poseen cierto grado de estacionalidad en su demanda, por lo que es de gran relevancia calcular el MAPE como indicador de desempeño para los diferentes modelos de pronósticos que se utilizarán en esta investigación.

2.2.10 Clasificación ABC

Una clasificación ABC es un método para clasificar los productos del inventario en tres categorías, A, B y C. Los productos que están dentro de la categoría A representan los de mayor valor mientras que los C los de menor valor. El objetivo de este método es identificar los pocos artículos de peso sobre los ingresos de la empresa, éste se basa en el principio de Pareto el que establece que:

Los productos A son bienes cuyo valor de consumo anual es el más elevado. El principal 70-80% del valor de consumo anual de la empresa generalmente representa solo entre el 10 y el 20 % de los artículos de inventario totales.

Los productos B son artículos de una clase intermedia, con un valor de consumo medio. Ese 15-25 % de valor de consumo anual generalmente representa el 30 % de los artículos de inventario totales.

Los productos C son, al contrario, artículos con el menor valor de consumo. El 5% más bajo del valor de consumo anual generalmente representa el 50 % de los artículos de inventario totales.

En la siguiente imagen se muestra el método ABC de manera gráfica:

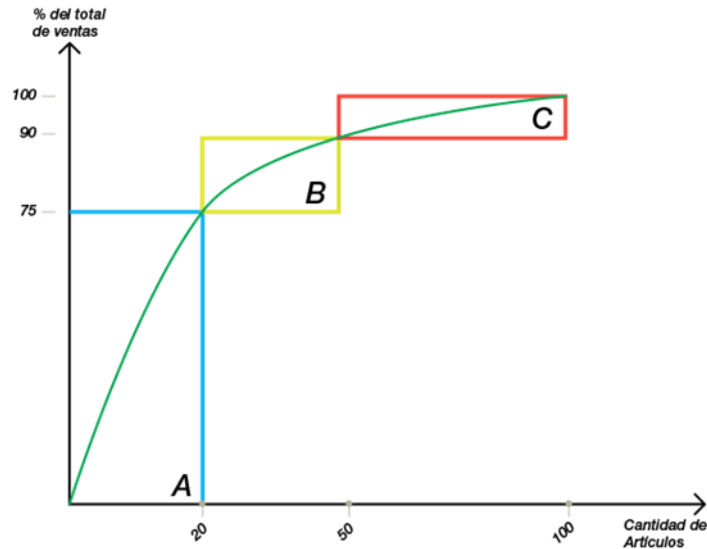


Figura 12. Gráfico ABC - Ejemplo

Fuente: Pricing revenue management (S.F)

<https://www.pricing.cl/contenido/GI/analisisabc.html>

2.2.11 Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa o también llamado diagrama de causa y efecto es una herramienta de ingeniería industrial diseñada por el químico industrial, Kaoru Ishikawa.

Esta herramienta es considerada como una de las 7 herramientas básicas para la calidad, en ella se ven representadas las diferentes ramas relacionadas con la problemática, con distintas variables sujetas a cada una de esas ramas, siendo estas últimas posibles causantes dentro de la ramificación en la que se encuentre.

Para este trabajo de investigación, se empleó un diagrama de Ishikawa con el fin de identificar la causante raíz de la alta variabilidad en los inventarios. A continuación, se muestra un ejemplo de diagrama de Ishikawa.

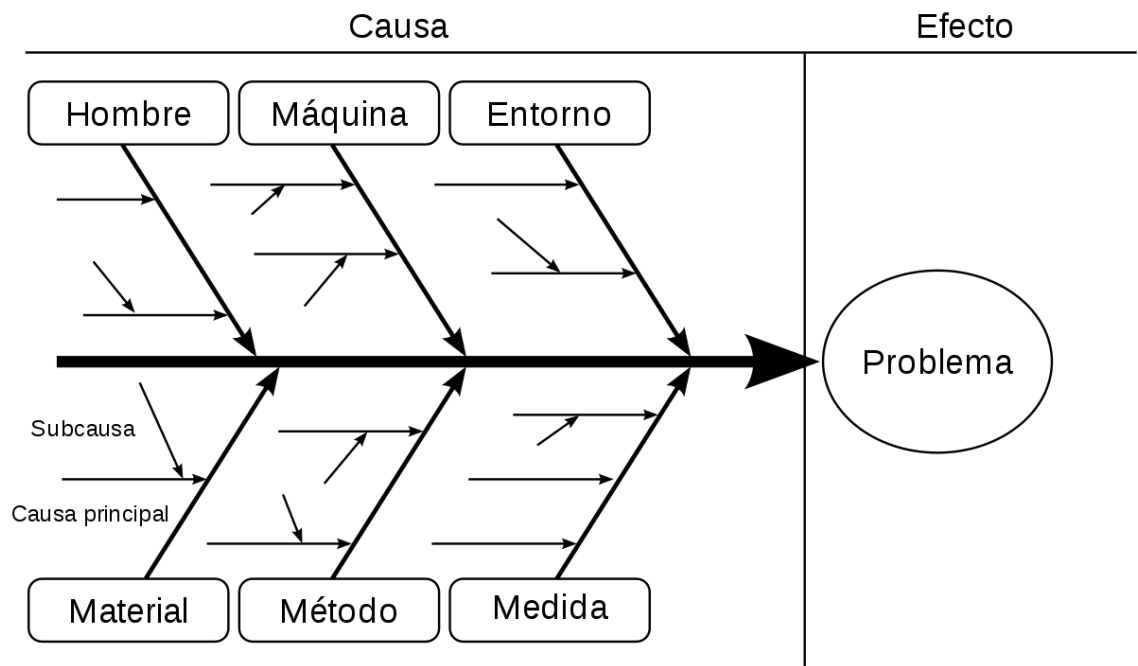


Figura 13 Ejemplo de diagrama de Ishikawa

Fuente: Wikipedia

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/5/5b/Diagrama-general-de-causa-efecto.svg/1200px-Diagrama-general-de-causa-efecto.svg.png>

2.3 Herramientas informáticas

En el siguiente capítulo se abordarán los softwares que fueron utilizados para la realización del presente trabajo de investigación.

2.3.1 Excel

Microsoft Excel, es una herramienta informática o software, creado por la compañía Microsoft.

El software utiliza distintos algoritmos matemáticos, así como funciones, con el objetivo de facilitar el procesamiento y análisis de grandes cantidades de datos números.

Para este trabajo de investigación, se realizaron cálculos para 206 productos, en 12 periodos distintos, utilizando una variedad de modelos de pronósticos y otros cálculos, por lo que se eligió este software como el más apto para la realización del trabajo.

2.3.2 Minitab

Wikipedia, hace mención al software Minitab como

Minitab es un programa de computadora diseñado para ejecutar funciones estadísticas básicas y avanzadas. Combina lo amigable del uso de Microsoft Excel con la capacidad de ejecución de análisis estadísticos

Dicho software fue de gran ayuda para la realización del presente proyecto, dado a que, a diferencia de Excel, éste permite una interfaz de empleo de gráficas mucho más amigable.

Para el diagnóstico de la problemática, se emplearon gráficas Xbarra, las cuales Excel no posee, por lo que se optó el uso de Minitab como el software más adecuado para el proyecto.

3 CAPÍTULO III
MARCO SITUACIONAL

3.1 Generalidades de la empresa y el mercado

Mexichem Amanco se encuentra laborando en el país desde el año 1960, desde el cual siempre ha trabajado en el área de productos para construcciones, éste representa una ventaja para las ventas de la empresa ya que es un sector que se encuentra en desarrollo continuo. El crecimiento del país en materia del sector construcción beneficia a la empresa todos los años.

3.2 Situación del sector económico de la empresa

Amanco es una empresa productora y comercializadora de productos para la construcción especializada en conducción de fluidos por lo que se encuentra dentro del sector de construcción,

El sector de construcción en Costa Rica se encuentra en constante crecimiento debido al atractivo turístico y al aumento exponencial de la población. Según el sitio web “CentralAmericaData”, Costa Rica presentó un crecimiento del 13% en el año 2016 el cual se le atribuye al dinamismo del sector habitacional y al sector comercial. La nota señala:

“Se tramitaron 7,4 millones de metros cuadrados, de los cuales el 50% correspondió a vivienda, 28% a edificaciones comerciales, un 8% a oficinas y el resto a edificaciones industriales y otras.”

Para el año 2017, se proyectó un crecimiento del sector construcción el cual se vio plasmado en el primer trimestre, éste obtuvo un crecimiento del 4.6% con relación a construcciones con destino privado. Con lo anteriormente mencionado, se puede notar cómo el crecimiento del área en donde se encuentra la empresa Amanco ha sido constante. Este se ha pronunciado de manera paralela al incremento de las ventas de esta empresa en los últimos años.

3.3 Situación del mercado en el área geográfica de la empresa

La empresa, actualmente, se encuentra ubicada en la provincia de Heredia, en La Asunción de San Antonio de Belén, ésta pertenece a la región socioeconómica central. La siguiente imagen representa dicha región en el

mapa de Costa Rica.

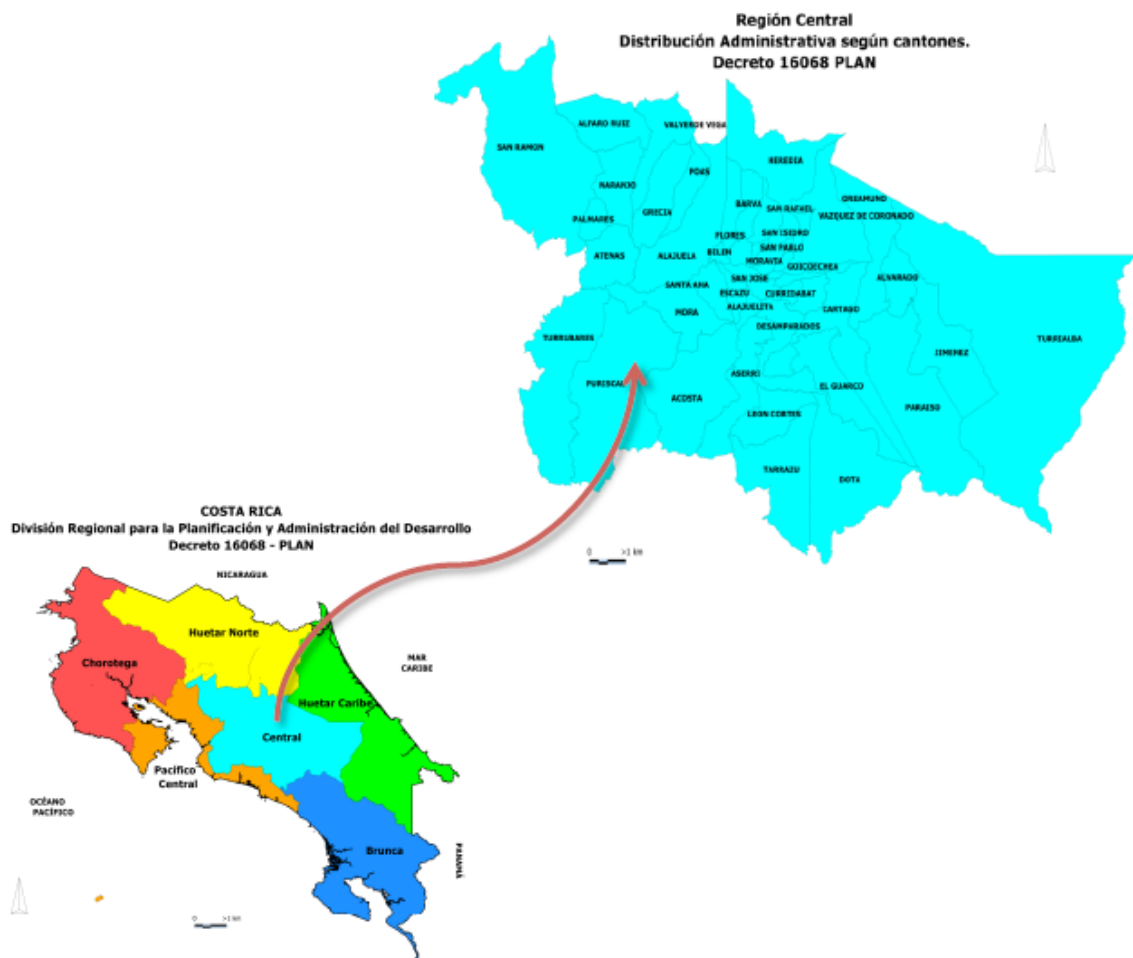


Figura 14. Región central
Fuente: Mideplan, estadísticas regionales (2015)

Esta región está conformada en parte por las provincias, San Jose, Alajuela, Heredia y Cartago, las cuales representan el Valle Central del país. El INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos) en el 2011, la Región Central es la que posee mayor densidad de población en la zona y al mismo tiempo mayor desarrollo industrial, el cual está ligado al sector de construcción, en donde se encuentra la empresa.

Amanco se ve favorecida, también, por encontrarse geográficamente en una zona donde el transporte de bienes es de fácil acceso, La Asunción de Belén representa un punto estratégico el cual posee puntos de entrada y salida hacia todas las provincias que conforman la Región Central y que al mismo tiempo, es donde residen la mayoría de los clientes y proyectos de construcción, por los que

el tener ubicado el centro de distribución cerca de la mayoría de obras representa un factor de ventaja competitiva y geográfica.

3.4 Situación de la empresa en el mercado

En el siguiente apartado, se profundizará en algunos de los aspectos referentes a la empresa Amanco los cuales serán de ayuda para comprender mejor los objetivos y situación actual de la empresa.

3.5 Actividad Principal

La producción y venta de productos relacionados con el sector de construcción, especializados en productos para la conducción de fluidos. Actualmente, cuentan con una gama de más de 800 productos.

3.6 Reseña histórica

Mexichem Costa Rica S.A., anteriormente conocida como Amanco Tubosistemas de Costa Rica S.A., está presente en el mercado de la construcción en Costa Rica desde 1997, cuando se da la fusión de las empresas Plásticos para la Construcción (PPC) y Ricalit, compañías que operaban desde los años de 1960.

La planta de producción de Mexichem Costa Rica S.A. está localizada en la Asunción de Belén y fue inaugurada en el 2004. Desde este sitio se fabrican las tuberías, conexiones y accesorios de la marca Amanco los cuales se comercializan en el mercado costarricense y centroamericano.

3.7 Misión

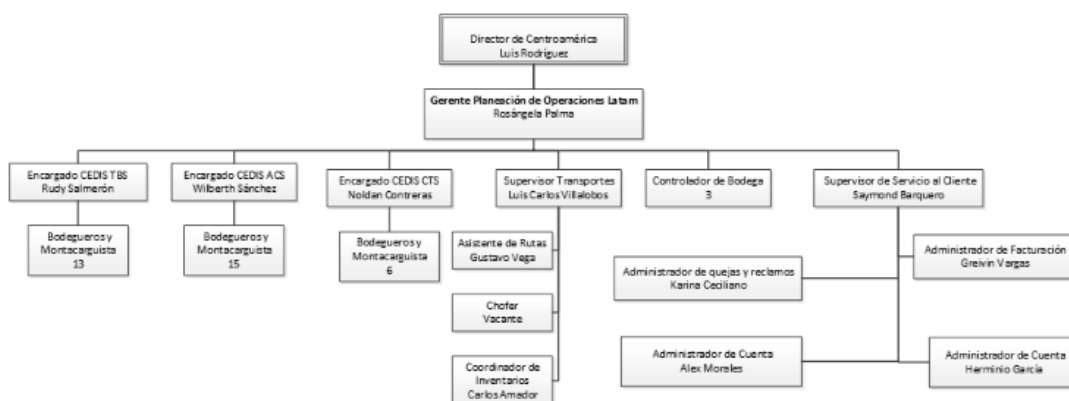
“Transformar químicos en: productos, servicios y soluciones innovadoras, para los diversos sectores industriales, a través de nuestra excelencia operativa y enfoque en las necesidades del mercado, con el propósito de generar valor continuo para nuestros clientes, colaboradores, socios, accionistas y comunidad, contribuyendo a mejorar la calidad de vida de la gente.”

3.8 Visión

“Ser respetada y admirada mundialmente como una compañía química líder, enfocada a generar resultados, contribuir al progreso y mejorar la vida de las personas.”

3.9 Organigrama

A continuación, se presenta el organigrama de la empresa Amanco.



*Figura 15 Organigrama Amanco
Proporcionado por Amanco*

3.10 Lineamientos estratégicos

Cuenta con 8 Lineamientos Estratégicos, de los cuales están vinculados con el proyecto los siguientes:

1. Mantener un crecimiento sostenido y sano, integrándonos verticalmente para fortalecer nuestras cadenas productivas, y asegurar nuestro liderazgo en América Latina.

2. Maximizar la integración de las distintas líneas de negocio generando sinergias entre ellas.

4. Lograr la excelencia operativa como factor primario en la generación de ventajas competitivas -Productor de bajo costo-.

5. Contar con el desarrollo tecnológico de punta que nos permita mantener el liderazgo en productos y procesos.

8. Generar valor social, ambiental y de seguridad industrial.

3.11 Principales clientes, proveedores y competidores

Amanco posee presencia en distintos países de Latinoamérica, posee una gran gama de clientes entre los cuales se destacan ferreterías, centros de abastecimiento y empresas dedicadas a la construcción entre otros. Por motivos de confidencialidad, no se pueden proporcionar nombres exactos de las empresas. El sector de construcción siempre se encuentra en constante crecimiento por lo que la producción debe de ser constante para mantener abastecidos a sus clientes a través de distintos países.

En tema de proveedores, no se pueden revelar los nombres por políticas de confidencialidad, pero estos dependen del país donde que se encuentre la planta de producción. En su mayoría provienen de Indonesia y México, entre ellos se encuentran productores de plástico y distintos metales, así como productores de tuberías también y empresas dedicadas al diseño de redes logísticas y transporte las cuales proveen transporte de bienes.

La amplia gama de productos y alcance regional de la empresa hace que su competencia de encuentre en distintos ámbitos y sectores económicos, desde productoras de láminas para techos hasta tubos de cobre para la conducción de fluidos por lo que no se posee un registro exacto de su competencia.

3.12 Situación actual de la empresa

A continuación, se abarcarán distintos apartados con el objetivo de contextualizar de mejor manera la empresa y dar una idea más clara de la posición actual de ésta.

3.12.1 Tamaño de la empresa

La empresa Mexichem Costa Rica S.A. se dedica a la fabricación de tubería y conexiones de PVC para la conducción de fluidos y sistemas eléctricos; además comercializa productos para el sector de la construcción, tanto en Centroamérica como el Caribe. Es parte de una corporación con presencia a nivel mundial, Mexichem posee 3 líneas de negocios, Resinas Vinílicas, Flúor y

Soluciones integrales, este último es al que pertenece la empresa en estudio y tiene presencia en América Latina.

La compañía cuenta en Centroamérica:

- Centros productivos en Costa Rica, Guatemala y Panamá, así como con
- Oficinas comerciales en los 6 países,
- 784 personas, de quienes 280 laboran en la operación de Costa Rica
- Distribución de productos mediante la marca Amanco.

Mexichem Costa Rica debe realizar despachos terrestres y marítimos para el abastecimiento de los productos requeridos en cada mercado.

3.12.2 Etapa de vida de la empresa

La empresa se encuentra en la etapa de madurez. ¿Por qué en la etapa de madurez?

Es una empresa con más de 30 años de experiencia en el mercado, tiene un amplio repertorio de proveedores y se encuentra constantemente realizando exportaciones e importaciones a través del globo. Actualmente, se le considera como un monopolio en algunos países en específico, a la vez, ésta cuenta con distintas certificaciones que aseguran su calidad entre las cuales están ISO 9001-2000, ISO 14001 y OSHAS 18000. Además de ser nivel 7 en ISRS (Sistema de Clasificación Internacional de Seguridad, por sus siglas en inglés), el cual es un sistema enfocado en implementar las mejores prácticas operativas a nivel internacional cuyo objetivo es lograr un control total de pérdidas considerando al personal y a las instalaciones de la empresa; consta de 20 elementos y 10 niveles de calificación.

Todos los puntos anteriormente mencionados afectan de manera positiva las finanzas de la empresa, según el diario “El salvador”, Amanco ha mantenido un crecimiento anual de entre el 5% y el 8% en los últimos 5 años, la nota también menciona cómo la empresa posee una planta en Guatemala la cual produce

2800 toneladas de tubería PVC mensualmente. Actualmente, la empresa cuenta con el 20% de participación en el mercado de fluorita a nivel mundial y es la única empresa productora de gases refrigeradores integrados en todo el continente americano.

3.12.3 Problemática que enfrenta la empresa

El manejo de la planeación de la demanda en una empresa multinacional se ha convertido en una tarea que ha venido presentado problemas desde hace 2 años. Muchas de las proyecciones tienen altos grados de variabilidad y desviación llegando a alcanzar hasta una proyección del doble de las ventas reales, generando altos costos de manejo de inventarios y *backorders*, pero para efectos de este trabajo se realizará la investigación en relación con la demanda insatisfecha. La no cuantificación de ésta es una oportunidad de crecimiento que se está desperdiciando. Al solo registrar la demanda a la que se satisface se crea un ciclo de ventas y reaprovisionamiento que gira en torno a los mismos clientes que mantienen sus compras constantes, esto afecta en el poco asertividad de los pronósticos y genera costos en otros departamentos, también se pierde la oportunidad de alcanzar nuevos mercados a los cuales no se les está contemplando a la hora de realizar el pronóstico.

4 CAPÍTULO IV
MARCO METODOLÓGICO

Esta investigación tiene por objetivo realizar una propuesta de optimización al modelo de pronósticos utilizado actualmente en la empresa Amanco, por medio de un análisis comparativo de variables propuestas, con el objetivo de poder mejorar los niveles de inventario y con esto, disminuir el efecto látigo sobre la cadena de suministro.

4.1 Tipo de investigación

Dentro de la metodología investigativa predominan tres tipos de investigación, siendo éstas: cualitativa, cuantitativa y mixta, siendo esta última una mezcla entre el enfoque cualitativo y cuantitativo. Una vez dicho esto, el siguiente trabajo de investigación es de tipo mixto.

El aspecto cuantitativo se desarrolla en los modelos de pronósticos, los cálculos de los indicadores y producción de inventario por modelo a utilizar, mientras que la parte cualitativa de la investigación se muestra en lo que respecta de las observaciones finales en función de la metodología S&OP y recomendaciones de aspectos cualitativos que puedan contribuir de manera beneficiosa a la metodología empleada en la empresa Amanco.

4.2 Alcance de la investigación

El alcance del siguiente trabajo de investigación es explicativo, esto debido a que el objetivo de esta investigación se enfatiza en el análisis de resultados de los modelos de pronósticos obtenidos por la empresa Amanco, para lograr determinar la causa raíz del porqué, se están produciendo altos niveles de faltantes y excedentes en los inventarios.

4.3 Fuentes de información

Todo proyecto investigativo requiere de fuentes de información, en este apartado se darán a conocer las fuentes que fueron utilizadas para la elaboración de este trabajo.

4.3.1 Fuentes primarias

Las fuentes primarias de información se refieren a información de primera mano, o en otras palabras la información base para el desarrollo de la investigación.

Dada la naturaleza del presente trabajo, se utilizaron distintas fuentes de información, las cuales son:

- Datos históricos e información, proporcionados por la empresa.
- Libros.
- Sitios webs.
- Materia de asignaturas.

4.3.2 Fuentes secundarias

Las fuentes secundarias se refieren a la información primaria sintetizada y organizada, éstas están diseñadas para facilitar y maximizar el acceso a las fuentes primarias o a sus contenidos.

- Referencias de distintos libros.
- Información de diferentes sitios webs.
- Proyectos y tareas de distintas asignaturas.

4.3.3 Fuentes terciarias

Las fuentes terciarias de investigación son guías físicas o virtuales que poseen información sobre las fuentes secundarias. Para este apartado, se utilizaron las siguientes fuentes de información:

- Tesis utilizadas para los antecedentes del problema.
- Sitios webs para referencias

4.4 Técnicas de recolección de datos

Para el presente trabajo de investigación, se utilizaron las siguientes técnicas de investigación:

- Observación
- Recolección de datos cuantitativos.
- Recolección de datos cualitativos.

4.5 Cuadro de Instrumentalización de Variables

Objetivos Específicos	Variables	Herramientas	Resultado esperado
Identificar la causa raíz del alto error de pronóstico.	<ul style="list-style-type: none"> • Ventas reales • Pronósticos de ventas • Información de distintos departamentos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Diagrama de Ishikawa • Gráficos de líneas 	<ul style="list-style-type: none"> • Causa raíz de una alta variabilidad en los inventarios
Realizar un análisis comparativo de los departamentos encargados de la planificación de la demanda, para determinar el grado de error en los pronósticos.	<ul style="list-style-type: none"> • Pronósticos de los departamentos de ventas y planeación de la demanda • Indicador de Desvío, MAD, MAPE, mezcla de pronóstico, error neto y absoluto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Excel • Tablas dinámicas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Comparar los resultados de los pronósticos de los departamentos de ventas y planificación de la demanda en los indicadores de desvío y desviación estándar.

<p>Emplear distintos indicadores que logren evaluar el error de los pronósticos de forma más efectiva.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ventas históricas. • Proyecciones de las ventas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Excel. • Tablas dinámicas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Distintos indicadores de desempeño.
<p>Emplear diferentes modelos de pronósticos por producto para retar los modelos actualmente utilizados por Forecast Pro y hacer un análisis comparativo de resultados.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Demanda histórica • Coeficiente de suavización 	<ul style="list-style-type: none"> • Excel • Solver • Indicadores de desempeño 	<ul style="list-style-type: none"> • Pronósticos para el periodo de septiembre 2017
<p>Calcular la cantidad de inventario producido y faltante para un mes por el modelo pronóstico recomendado de producto de forma agregada y comparar con el pronóstico generado por Amanco para ese mismo periodo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pronósticos de la demanda • Demanda histórica 	<ul style="list-style-type: none"> • Excel • Indicadores de desempeño 	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de inventarios producidos y falta antes para el periodo de septiembre del 2017 • Visibilizar el impacto de una ineficiente planificación de la demanda en los inventarios
<p>Elaborar una propuesta de mejora con base</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Indicadores de desempeño 	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis comparativo • Excel 	<ul style="list-style-type: none"> • Propuesta de mejora para los departamentos de

en las oportunidades identificadas.	• Cantidad de inventario producido y faltante.		planificación de la demanda.
-------------------------------------	--	--	------------------------------

Cuadro 1. Cuadro de instrumentalización

Fuente: Elaboración propia

4.6 Diagrama de Gantt del Proyecto

Para la elaboración del diagrama de Gantt, se utilizaron todos los puntos por desarrollar descritos en el apartado anterior.

Las actividades junto con su duración se presentan en la siguiente figura:

Nombre de la tarea	Duración	Inicio	Finalizar
Recopilación de datos de los inventarios	5d	28/08/17	01/09/17
Diseño de clasificación ABC	2d	04/09/17	05/09/17
Recopilación de datos sobre los productos A	11d	06/09/17	20/09/17
Análisis de del consumo y manejo de los inventarios de los productos A	2d	21/09/17	22/09/17
Investigación del ámbito socioeconómico	10d	25/09/17	06/10/17
Análisis de tendencias y correlación de los datos mencionados anteriormente	8d	09/10/17	18/10/17
Comprobación de los datos obtenidos en el punto anterior con relación a los datos históricos de los productos	5d	19/10/17	25/10/17
Diseño de método para añadir la demanda insatisfecha al modelo actual de pronósticos	13d	26/10/17	13/11/17
Comprobación del método propuesto	4d	14/11/17	17/11/17
Ajustes a la investigación	10d	20/11/17	01/12/17

Figura 16. Diagrama de Gantt

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra la segunda parte del diagrama de Gantt, en la cual consiste en la visualización de las tareas en una tabla indicando las fechas cuando se realizaran dichas tareas.

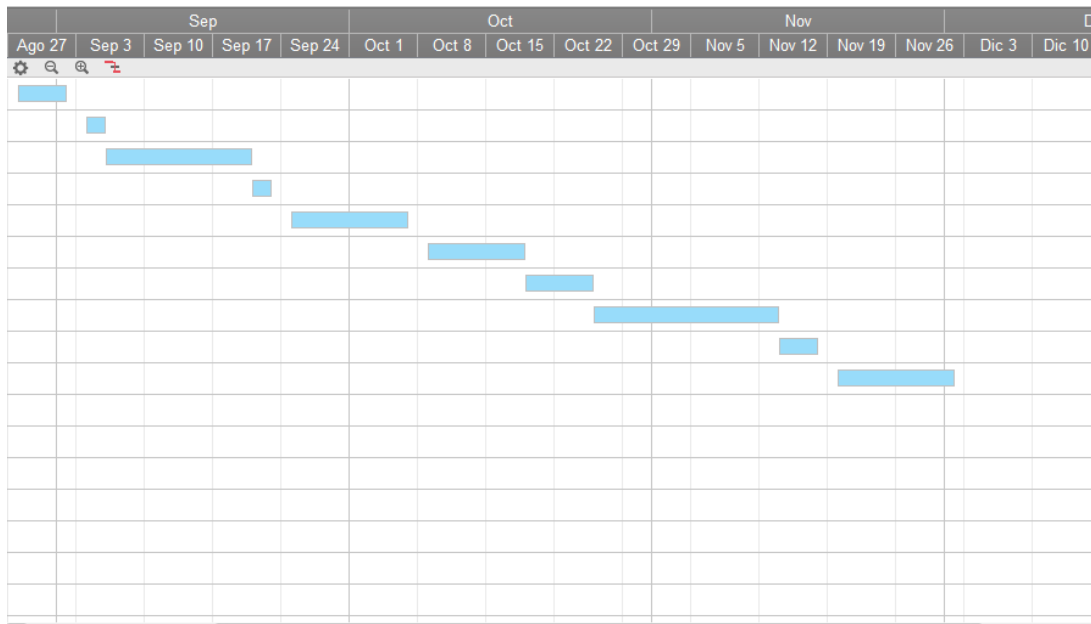


Figura 17. Diagrama de Gantt del proyecto
Fuente: Elaboración propia

5 CAPÍTULO V
ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

5.1 Introducción

Para cualquier empresa, un error de pronóstico trae importantes repercusiones a distintos eslabones de la cadena de suministro, a este fenómeno se le conoce como efecto látigo.

Para la empresa Mexichem Amanco, una amplia gama de productos en conjunto con la problemática anteriormente mencionada ocasiona un escenario en el que es difícil mantener los indicadores dentro de los parámetros aceptables.

Muchas organizaciones optan por la compra de softwares con el objetivo de que estos actúen como una solución completa a estas problemáticas sin tomar en consideración la complejidad del tema. En la realización de la proyección de la demanda existen muchos factores los cuales deben contemplarse si lo que se desea es obtener un acertado cálculo de ésta, Mexichem Amanco realizó una inversión para la compra de un software de este tipo en 1998, llamado Forecastpro, el cual trabaja independientemente del modelo ERP que utiliza Amanco, el cual es SAP.

Esto lleva a la problemática de la empresa, la demanda insatisfecha, ésta se conceptualiza en Amanco como toda aquella demanda que no sea contemplada en un pronóstico (se vende de más en el pronóstico ventas y el inventario de seguridad no es suficiente para cubrir el exceso de demanda generado). Esta es una de las razones del porqué deciden implementar ajustes por el departamento de ventas de cada país, con el objetivo de que logre realizar ajustes en los pronósticos de la demanda para minimizar el grado de error. La problemática real es el tamaño del error de pronóstico generado en Amanco, que puede generar demanda insatisfecha como exceso de inventario.

Para determinar la demanda insatisfecha, se utiliza un indicador, al cual se le llama desvío. El desvío se muestra en porcentaje, y éste determina la cantidad de unidades que representa el pronóstico en relación con las ventas reales. Para el cálculo de este indicador se utiliza la siguiente fórmula.

$$\text{Desvío periodo } t = \frac{\text{Ventas reales periodo } t}{\text{Pronostico periodo } t} \times 100$$

*Figura 18 Ecuación del desvío
Elaboración propia*

Utilizando este indicador, se entiende que, si el porcentaje es menor a 100%, muestra que el pronóstico sobrepasó la venta real y viceversa. Siguiendo esta metodología, la demanda insatisfecha se vería reflejada en porcentajes que fuesen mayores al 100%, es decir, que no logró satisfacer por completo las ventas reales del periodo para el que se pronosticó.

Al realizar los pronósticos se espera que estos posean cierto grado de error. La fracción de las ventas que no logran ser contempladas dentro del esquema de proyección de la demanda se le llama demanda insatisfecha y, por el contrario, una planificación que se exceda de su demanda real incurrirá en costos asociados a niveles elevados de inventarios.

Desde la metodología de S&OP, se hace uso de un departamento de ventas o colaboradores, su función es realizar ajustes en los pronósticos de la demanda con el objetivo de minimizar el grado de error de estos. Existe un departamento de este tipo por cada región (en nuestro caso Guatemala) y su función principal es aplicar los conocimientos del mercado, tendencias en sus clientes, promociones y situación socioeconómica de la región para realizar ajustes en los pronósticos y así incorporar inteligencia del mercado específico al pronóstico de ventas.

5.2 Análisis de los procesos

En Amanco, los altos niveles de inventario producidos incurren en costos que no son necesarios para un eficiente funcionamiento de la cadena de suministro, es por esto por lo que se decide llevar a cabo esta investigación, con el objetivo de determinar la causa raíz de este fenómeno y realizar una propuesta de mejora que logre mitigar los costos no necesarios.

Para llevar a cabo dicha tarea, se realizará una investigación de los procesos que envuelven la planificación de la demanda. En este apartado, se realizará una explicación detallada de cada uno de los departamentos, y su tarea a través de la planeación de las ventas.

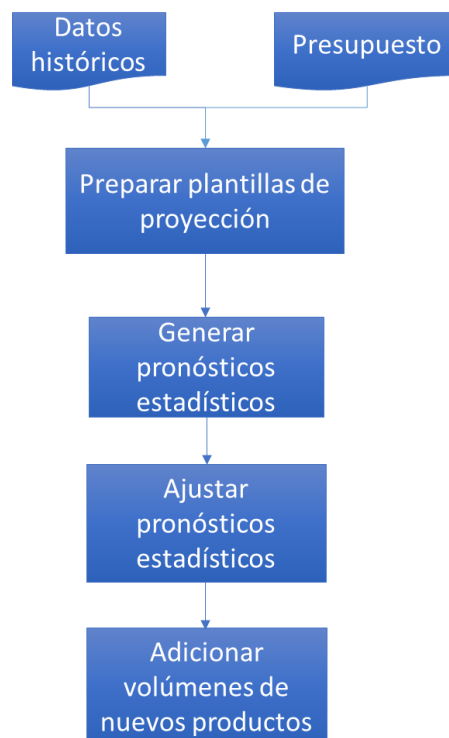
5.2.1 Departamento de planeación de la demanda.

El departamento de planeación de la demanda es el iniciador de toda la cadena de eventos dentro del esquema productivo de la empresa Amanco. Este departamento es el encargado de realizar los pronósticos de la demanda de toda la gama de productos, para todos los países de Centroamérica. Cuenta con 1 solo trabajador, quien labora 8 horas diarias, 5 días a la semana.

El departamento de planeación de la demanda utiliza como metodología el uso de un software, llamado Forecastpro para la realización de los pronósticos, dicho software fue adquirido por la empresa en el año 1998 y no recibe una actualización desde su fecha de adquisición. Forecastpro utiliza diversos modelos de pronósticos, los cuales son:

- Suavización exponencial
- Promedio móvil
- Regresión lineal

En este departamento, se llevan a cabo los procesos descritos en el siguiente diagrama de flujo:



*Figura 19 Diagrama de flujo, Departamento de Planificación
Elaboración propia*

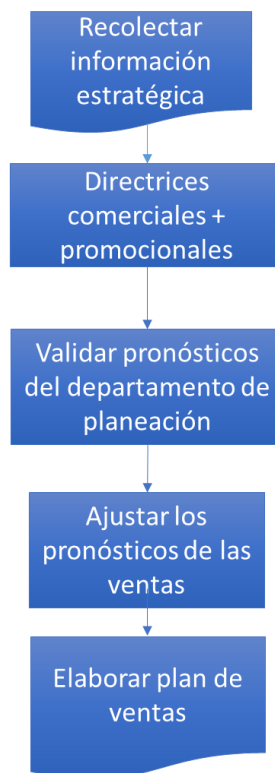
Para realizar la planificación de la demanda, a inicio de mes se realiza una reunión con los diferentes entes que influyen en la gestión de la cadena de suministro, en la que se dan a conocer las metas u objetivos por cumplir, cambios relevantes dentro del esquema productivo y la cantidad de insumos disponibles por utilizar para el periodo a trabajar. Una vez hecha la reunión, el Departamento de Planificación de la demanda introduce en el software Forecastpro, las ventas reales de la empresa del último mes, y en conjunto con las ventas históricas de 5 años, se realizan los pronósticos para toda la gama de productos de Amanco y para todas las regiones de Centroamérica. Es importante mencionar que el encargado de realizar la planificación no elige el método por emplear, el software elige cuál método se adapta mejor al tipo de datos que se vaya a utilizar, pero este tampoco indica qué método se utilizó una vez que termine de calcular los pronósticos, por lo que no existen datos referentes a qué modelos se han estado implementado en los últimos años.

Una vez hecha la planificación para todos los productos en una región, estos son almacenados en archivos de Excel, y son tramitados a los respectivos departamentos de ventas para cada región.

5.2.2 Departamento de Ventas.

El Departamento de Ventas es el encargado de realizar ajustes en los pronósticos de las ventas, y es participante clave para el funcionamiento de un esquema productivo de S&OP. El esquema de S&OP está compuesto por diferentes entes, pero para efectos de esta investigación, se enfocará solo en el Departamento de Planeación de la demanda y el Departamento de Ventas.

A continuación, un diagrama de flujo que explica el proceso que se lleva a cabo por el Departamento de Ventas.



*Figura 20 Diagrama de flujo, departamento de ventas
Elaboración propia*

Este Departamento, a diferencia del Departamento de Planeación, tiene un trabajador por cada país para el que se desea pronosticar, para efectos de esta investigación, se realizará en la región de Guatemala.

Al inicio de cada mes, este Departamento debe de recolectar información referente a la fluctuación del mercado, comportamiento del sector construcción, promociones de la empresa y otras variables que puedan ser relevantes para la planificación de la demanda, pero que no puedan ser cuantificadas de manera que puedan agregarse al software Forecastpro, con el fin de realizar ajustes en los pronósticos, ya sea aumentando o disminuyendo la cantidad proyectada por vender. Estos ajustes han representado un problema para Amanco por diversas razones, si bien es cierto, que estos ajustes muchas veces se inclinan hacia el aspecto cualitativo, no existe una metodología establecida que logre justificar y dar trazabilidad a los ajustes, por lo que muchas veces, caen en la inflación extrema de las ventas causando grandes cantidades de pérdidas por sobre producción o faltantes de inventario.

Dado a que los ajustes son realizados dependiendo del criterio de la persona laborando para este departamento, este puesto requiere un proceso de aprendizaje y completo entendimiento del comportamiento de las ventas de la empresa, es por esto por lo que encontrar a personal capacitado para dicha tarea es difícil, requiere una curva de aprendizaje y éste trae consigo mayores errores a los ajustes de los pronósticos. En el último año, en Guatemala, esta posición ha sido ocupada por 3 personas diferentes.

Una vez terminados los ajustes en los pronósticos, se tramita la planeación de la demanda en total para la región de Guatemala, al planeador de suministro el cual será el encargado de poner en marcha el plan de producción, según lo obtenido en los pronósticos.

Es importante mencionar que este departamento a pesar de tener una tarea bien definida, la cual es la realización de ajustes en los pronósticos de la demanda, carece de una metodología establecida o inclusive algún tipo de plantilla que logre dar justificación a los ajustes hechos, además, no posee ningún tipo de software especializado en la realización de los ajustes.

El propósito de este ajuste de pronóstico, realizado por el Departamento de Ventas no es tenerlo porque el esquema de S&OP lo demande, sino que debe de existir cierto grado de integración de este departamento en conjunto con el Departamento de Planeación de la demanda, en otras palabras, deben de funcionar como un solo ente, actividad que no se ve presente en Amanco.

5.3 Repercusiones de un ineficiente cálculo de la demanda en el Fillrate.

El fillrate se define como la cantidad de producto que se entrega en relación con lo que se solicita, esto sirve como indicador para el nivel de servicio. Para ello, se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Fillrate} = \frac{\text{Numero de ordenes solicitadas}}{\text{Numero de ordenes cumplidas}}$$

*Figura 21 Ecuación del Fillrate
Elaboración propia*

Cuando se realiza un cálculo de la demanda ineficiente que no logra acercarse al volumen real de las ventas, cada orden de compra que se le solicite a la empresa representa un reto que no debe de ser tomado a la ligera. La toma de medidas de contención como lo es un backorder o la utilización del inventario de seguridad, y si bien es cierto, que son medidas de suavización para un error con el que siempre se deberá de lidiar, repercuten de manera directa en los indicadores logísticos de la empresa como lo es el inventario promedio.

En el caso de Amanco el tema de la magnitud del error de pronóstico se ha normalizado sin tomar en consideración cuál es la causa raíz de esto, la que se encuentra en el planeamiento de las ventas y producción, y en cómo plantear una solución al problema. Un proceso en donde estriba gran parte del volumen de sus ventas por realizar contra pedidos para poder mantener el indicador del fillrate dentro de lo que es considerado aceptable no es eficiente, se debe de tener una visión periférica con este tipo de enfoques y ver las otras aristas de la situación antes de guiarse solo por un indicador positivo de cumplimiento de órdenes.

Al mismo tiempo, al realizar un backorder se debe de cumplir una condición, y es que el cliente esté dispuesto en que su orden de compra sea entregada en un tiempo mayor el cual no todos están dispuestos a esperar. Si un cliente solicita a la empresa un pedido de x unidades, las cuales no se poseen y éste decidiera no realizar su pedido porque necesita el producto en ese

momento, se debe de considerar como una orden de compra no completada la cual afecta al indicador de fillrate directamente y además, esa orden de compra no completada es también, demanda insatisfecha, para el cual no existe ningún indicador que logre visibilizar las ventas que se están perdiendo.

5.4 Efecto látigo a través de la cadena de suministro.

El efecto látigo hace referencia a un fenómeno que ocurre dentro de la cadena de suministro, el cual es causado por los errores en los pronósticos.

Cuando el pronóstico de las ventas se excede o está muy por debajo de estos parámetros, trae repercusiones al resto de los eslabones de la cadena de suministro, por ejemplo, si el valor pronosticado representara solo la mitad de las ventas reales de ese periodo ¿Cómo se repondrán el resto de las ventas?

5.5 Componentes de la demanda real de Amanco

. Los pronósticos deben de ser basados en demanda real por periodo, las cuales están conformadas por las ventas realizadas por pedidos normales más los backorders, más demanda insatisfecha.

$$\textit{Ventas reales} = \textit{Pedidos normales} + \textit{Backorders} + \textit{Demanda insatisfecha}$$

*Figura 22 Componentes de las ventas
Elaboración propia*

Para realizar esto se debe de definir lo que es un backorder y cómo estos son gran parte de las ventas registradas. En Amanco se lleva un registro de los backorders realizados por producto y periodo; si un cliente decide no esperar el tiempo extendido por su entrega, entonces se realiza el registro de las unidades que ese cliente deseaba ordenar, y se le agrega a la demanda real en el periodo correspondiente para evitar fugas de información relevante para el cálculo de la demanda ya que ésta, es realizada con base en las ventas.

Es importante mencionar que existe la posibilidad que se pueda satisfacer solo una porción de la orden de compra, para estos casos es posible negociar con el cliente. Se le puede suplir una fracción de su pedido inmediatamente mientras que la otra parte será entregada en un periodo extendido, esto es considerado como un backorder. En el caso que el cliente rechace la oferta de entregarle la fracción restante del producto en un tiempo extendido y solo opta por recibir la fracción que puede recibir de inmediato, la porción que no se logró entregar debe de ser registrada y utilizada para proyecciones de demanda futuras, ya que esto, también, es considerado como demanda insatisfecha, actividad que Amanco registra, también, por lo que las ventas y la demanda del periodo están cuantificadas de manera correcta por la empresa.

5.6 Diagnóstico

En Amanco, la problemática que se presenta actualmente reside en un error significativo de los pronósticos de las ventas. Para determinar la causa raíz de la problemática, se opta por la utilización de un diagrama de Ishikawa, a continuación, se muestra la lluvia de ideas para su subsecuente elaboración.

5.6.1 Lluvia de ideas

Con el fin de encontrar la causa raíz de una ineficiente proyección de las ventas, se realizó una recopilación de posibles causantes, las cuales fueron propuestas, tanto por la Gerencia de Amanco como por elaboración propia.

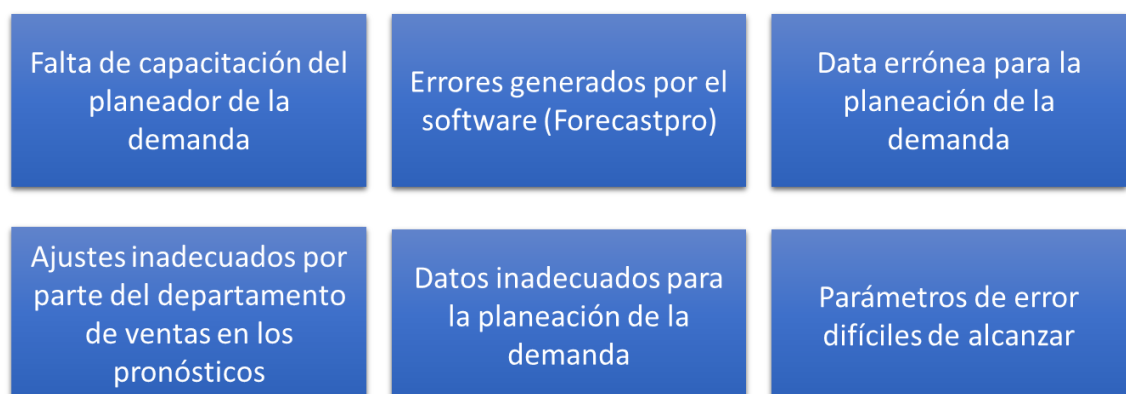


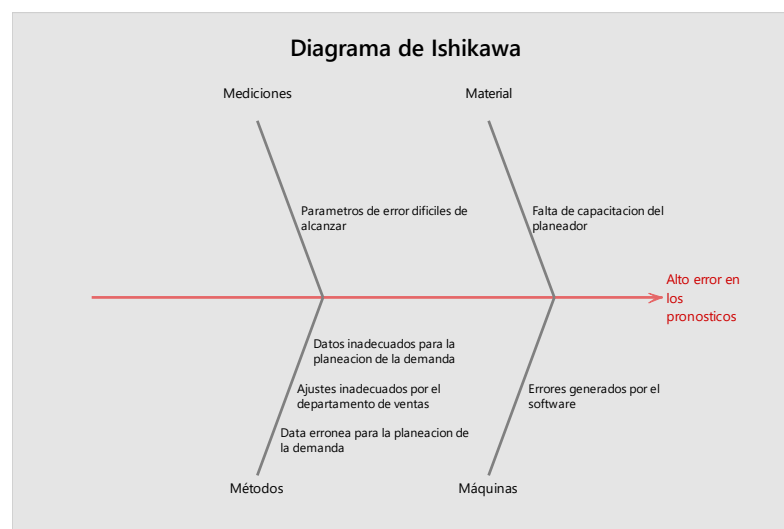
Figura 23 Lluvia de ideas

Elaboración propia

Se concluyó que existen 6 posibles causantes de un alto error de pronóstico de la demanda. Con el fin de llevar a cabo un diagnóstico justificado e integrado a la metodología de la investigación, se utilizará un diagrama de Ishikawa, empleando como base las posibles causas obtenidas de la lluvia de ideas

5.6.2 Diagrama de Ishikawa

A continuación, se muestran las posibles causas obtenidas por medio de la lluvia de ideas, organizadas por diferentes categorías.



*Figura 24 Diagrama de Ishikawa
Elaboración propia*

Las posibles causas y elementos que pueden llegar a intervenir en el desarrollo de un proceso, y subsecuentemente afectarlo de una manera negativa como lo es el incumplimiento de indicadores de desempeño u objetivos, se ven mostradas en el anterior diagrama de Ishikawa.

Con el objetivo de realizar una investigación explicativa y siguiendo la metodología de la investigación, se realizará un diagnóstico basado en las posibles causas de la problemática.

5.6.2.1 Datos inadecuados para la planeación de la demanda

Para una adecuada planificación de la demanda, se deben de utilizar datos congruentes que influyan de manera directa en los pronósticos, en otras palabras, las ventas reales históricas de la empresa, las cuales fueron explicadas en el capítulo 5.5 Componentes de la demanda de Amanco. Esta causa no es la problemática real ya que los datos utilizados en Amanco son los que se requieren para una planeación de la demanda adecuada

5.6.2.2 Data errónea para la planeación de la demanda

Esta causa se refiere a que la información utilizada para los pronósticos contiene errores. En Amanco las ventas son registradas en tiempo real por el software SAP, y se lleva un diligente control de estos. A pesar de que pueden existir errores en algunos datos, el impacto de esta posible causa no es de suficiente peso como para impactar de la manera como está sucediendo actualmente en Amanco, es por esto por lo que esta causa queda descartada.

5.6.2.3 Falta de capacitación del planeador de la demanda

El planeador de la demanda posee actualmente más de 8 años laborando con el software Forecastpro, además, el software se utiliza de manera automática por lo que el error humano es inexistente a la hora de realizar los pronósticos.

5.6.2.4 Parámetros de error difíciles de alcanzar

Actualmente, las métricas que deben de ser alcanzadas por los pronósticos rondan alrededor del 20% de error en los indicadores utilizados por Amanco. Este número no representa una métrica lejos de la realidad y de hecho se ha logrado cumplir en algunos periodos por lo que el parámetro de error

definido por Amanco (meta de error de pronóstico máxima permitida) no es una meta inalcanzable, por ende, no tiene impacto en el problema analizado.

5.6.2.5 Errores generados por el software (Forecastpro)

El software Forecastpro se adquirió en el año 1998 y hasta la fecha no ha recibido una actualización. Más que errores, el software tiene limitaciones, como no considera métodos de pronósticos muy usados como Winters (estimar estacionalidad de las ventas, el factor estacionalidad es importante para varios productos de Amanco). No indica cuál modelo de pronóstico utiliza por producto, no tiene una interface que permita incluir los ajustes de ventas, con trazabilidad a los cambios, que facilite el diálogo y revisión de los ajustes entre planeador demanda y colaborador de ventas, para facilitar el proceso de ajustes y que estos mejoren el pronóstico (reduzca el error). La falta de estas herramientas en el software, son una causa de peso de la problemática.

5.6.2.6 Ajustes inadecuados por parte del Departamento de Ventas en los pronósticos

Todo esquema productivo de S&OP debe poseer un departamento de ventas o colaboradores que realice ajustes en los pronósticos de las ventas, por razones obvias, el motivo de estos ajustes es que minimicen el nivel de error estribándose en variables no cuantificables para efectos de la elaboración de la planificación de la demanda, como lo son la situación actual económica del país, promociones de ventas o inclusive órdenes directas de la gerencia. Para evidenciar de mejor manera los errores causados por el software y el departamento de colaboradores, en el siguiente capítulo se evaluarán los resultados obtenidos de los dos departamentos con el fin de encontrar la causa raíz de la problemática.

5.6.3 Análisis del Error de Pronóstico de Amanco

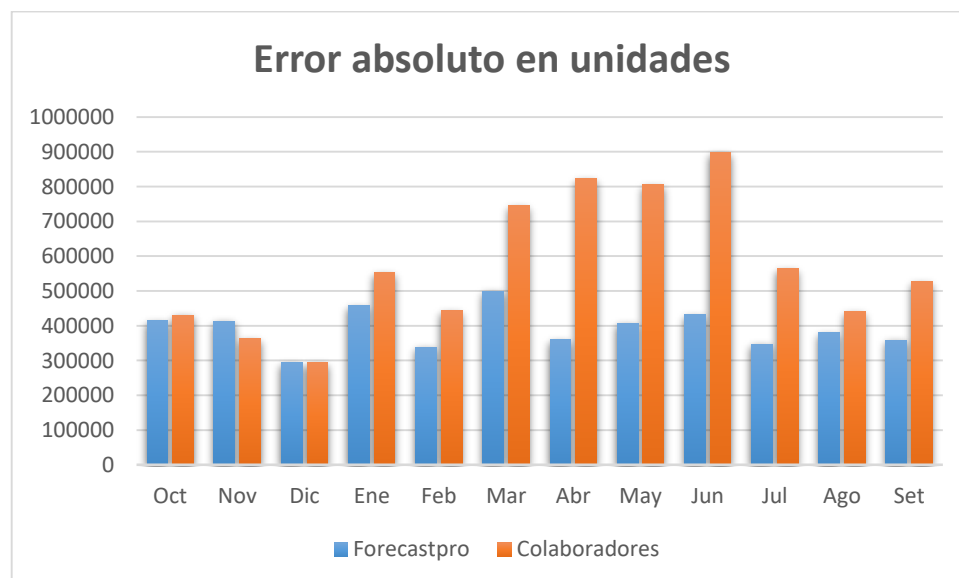
Con el objetivo de realizar una investigación explicativa y siguiendo la metodología de la investigación, se realizará un diagnóstico de los pronósticos para el periodo comprendido entre octubre 2016 a septiembre del 2017 para

Guatemala, se va trabajar con el indicador Desvío utilizado por Amanco y, adicionalmente, se van agregar otros indicadores de uso más común para evaluar el error de pronóstico. Este análisis se va realizar, tanto para el pronóstico final (el de los colaboradores) y el pronóstico inicial (generado por Forecast Pro). Este análisis va permitir determinar el nivel de error de pronóstico actual, para ambos pronósticos y hacer análisis de estos datos.

5.6.3.1 Gráficos de indicadores

El siguiente apartado se dedicará a los gráficos de los indicadores como objetivo para visualizar el nivel de error que están presentado los pronósticos en Amanco.

5.6.3.1.1 Error absoluto



*Figura 25 Error absoluto en unidades
Elaboración propia*

5.6.3.1.2 Error en unidades neto

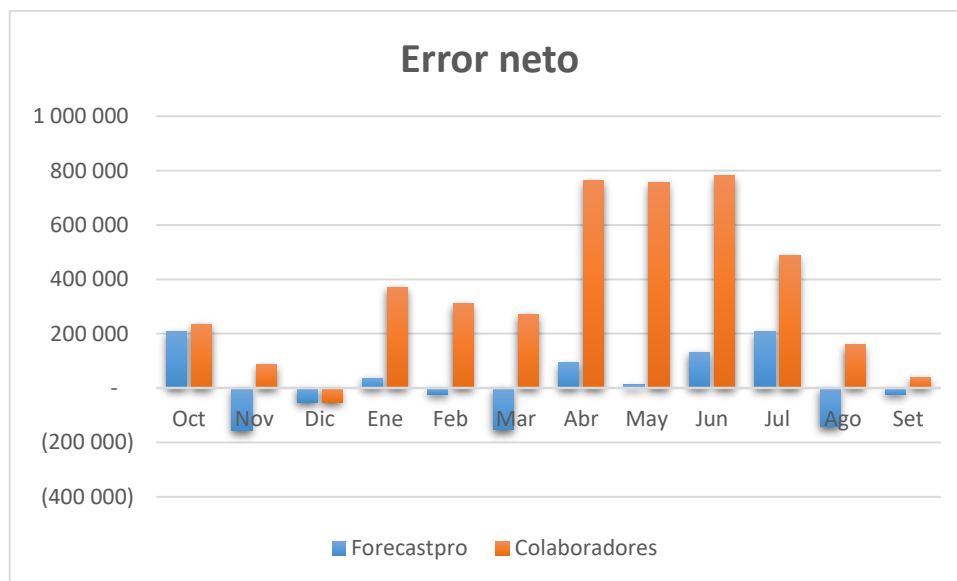


Figura 26 Error en unidades neto
Elaboración propia

5.6.3.1.3 MAD

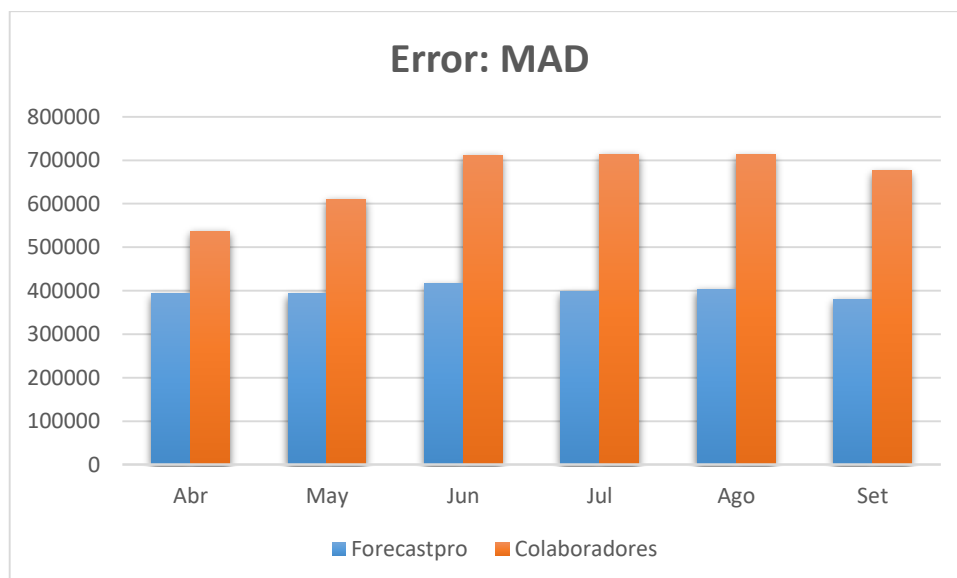
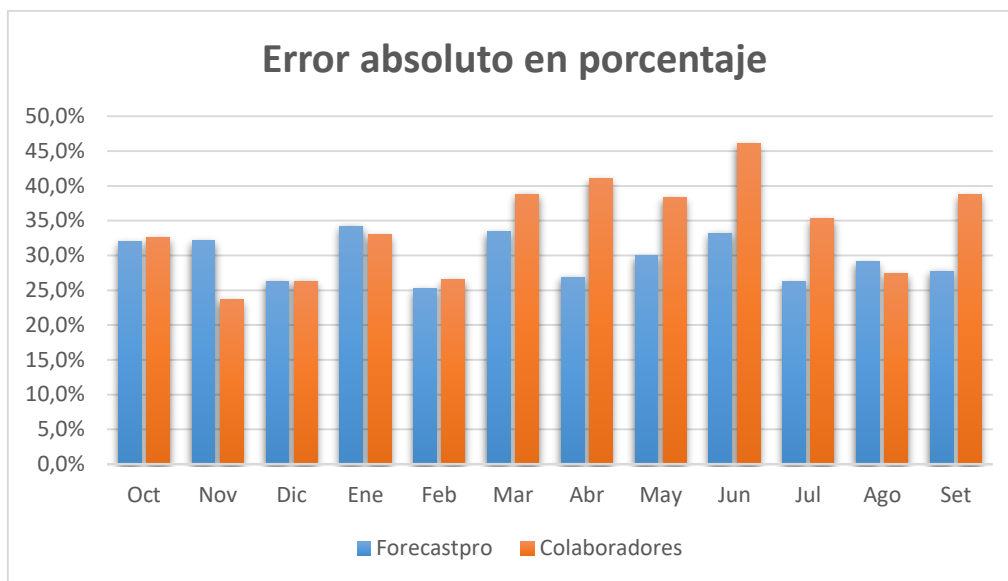


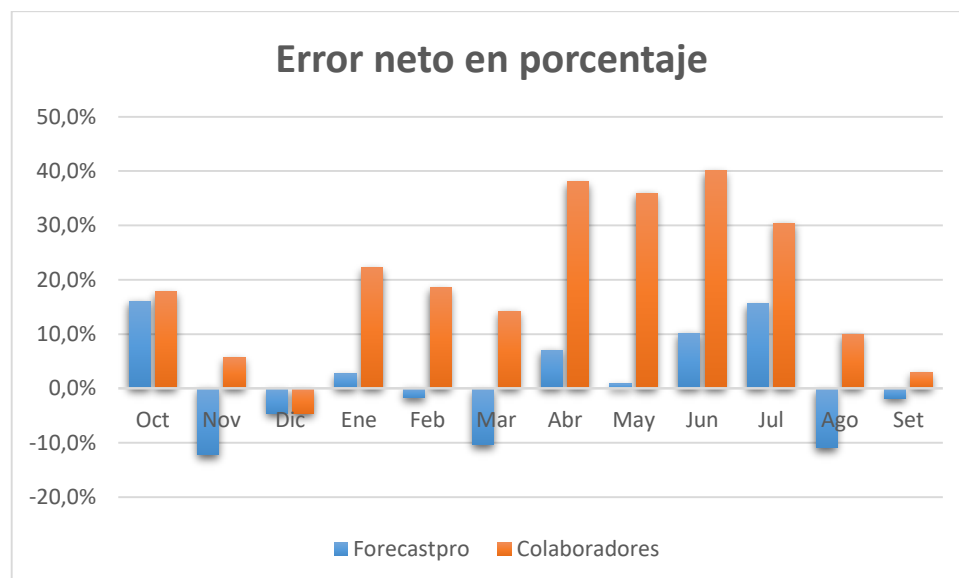
Figura 27 MAD gráfica
Elaboración propia

5.6.3.1.4 Porcentaje de error absoluto en relación con el pronóstico



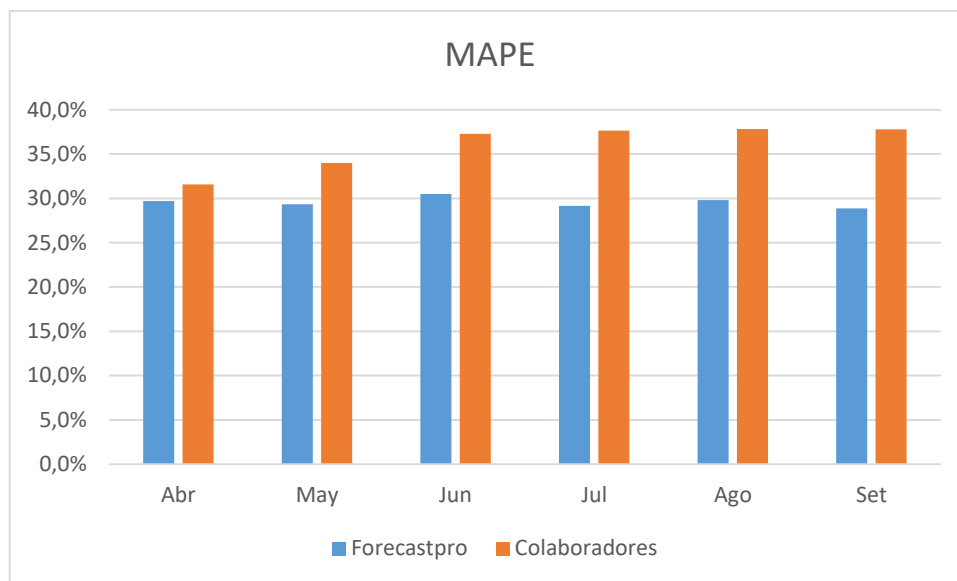
*Figura 28 Error absoluto en porcentaje
Elaboración propia*

5.6.3.1.5 Porcentaje de error neto en relación con el pronóstico



*Figura 29 Error neto en porcentaje
Elaboración propia*

5.6.3.1.6 MAPE



*Figura 30 MAPE
Elaboración propia*

En la siguiente tabla, se encuentra el resumen de los resultados obtenidos, promedio para el periodo analizado.

5.6.3.1.7 Análisis del diagnóstico

La siguiente tabla posee los indicadores de desempeño promedio para los 12 meses de pronóstico en Amanco.

Indicador	Forecastpro	Colaboradores
Total de error en unidades	783.498	1.147.648
Total de error (Unidades en porcentaje)	29,72%	33,98%
Promedio de error en unidades Neto	22.923	702.077
Promedio de error unidades neto en %	0,91%	19,27%
Promedio de mezcla de pronósticos	36,88%	31,80%
Desvío	133,32%	127,89%

*Figura 31 Indicadores del diagnóstico
Elaboración propia*

El Departamento de Colaboradores presenta indicadores menos eficientes que los pronósticos hechos por Forecastpro. El promedio de error en unidades neto se pudo disminuir en una gran cantidad, esto demuestra una vez más en cómo los ajustes hechos por el Departamento de Colaboradores están influyendo directamente de manera negativa en los pronósticos de la demanda.

Sin embargo, el indicador de promedio de mezcla de pronósticos, indica la cantidad de pronósticos que se encuentran dentro de los parámetros establecidos (20% de error). El software Forecastpro obtuvo cerca de un 5% de mejora en este indicador, esto demuestra que, si bien es cierto, que los ajustes por los colaboradores incrementan el nivel de error, ambos métodos poseen altos niveles de error, alrededor del 60% de los productos de clasificación A posee más de 20% de error en sus pronósticos, En conclusión, los colaboradores incrementan el error en los pronósticos, pero el pronóstico inicial generado por Forecast Pro tiene más impacto en error de pronóstico. Ejemplo en el indicador de la mezcla de pronóstico (cuanto más alto es mejor), Forecast Pro obtiene un 36.9% (un resultado muy malo) y el pronóstico de los colaboradores obtiene un 31.80% (lo empeoró en 5.1%). Se determina que el pronóstico generado por Forecast Pro tiene más peso en el error de pronóstico, y en 2do lugar el pronóstico de los colaboradores lo empeora en 13.8%. Esto aplica para este indicador, pero se ve un comportamiento similar (no igual) para los otros indicadores del error de pronóstico.

El indicador de Desvío es el que se utiliza actualmente en Amanco para evaluar los pronósticos, y se puede apreciar en cómo éste fue el único indicador que se inclinó de manera positiva hacia el Departamento de Colaboradores, esto explica el porqué en Amanco no se logra crear una relación con el problema con el Departamento de Ventas. Esto genera confusión y puede implicar malas decisiones.

5.6.4 Comprobación de los pronósticos

En este capítulo se realizará una comprobación de los pronósticos hechos por Amanco por medio de diferentes modelos de pronósticos.

5.6.4.1 Datos por utilizar

Los siguientes apartados se dedicarán a explicar los datos que se utilizarán en este trabajo de investigación para la realización del diseño de propuesta.

5.6.4.1.1 Clasificación ABC.

Para llevar a cabo esto, se utilizó una clasificación ABC, proporcionada por Amanco con el objetivo de utilizar los productos de clasificación A, para realizar los pronósticos de la demanda.

En la siguiente tabla, se presentan los productos de clasificación A, obtenidos de la clasificación ABC.

n	Producto	Clasificación
1	ADAP H PVC S40 12MM-1/2" B C/C	A
2	CODO PRE 90 1/2 PVC SCH40	A
3	TE PVC SCH40 12 MM-1/2" BL C/CEM	A
4	ADAPM PVC S40 12MM-1/2" B C/C	A
5	TE PVC SCH40 18 MM-3/4" BL C/CEM	A
6	CAJA RECTANGULAR PVC COND 1/2"-3/4"MM B	A
7	CONECTOR PVC COND LIV 18MM-3/4" GR C/R	A
8	RED PVC S40 18X12MM-3/4X1/2" B C/C	A
9	TB PVC SDR13.5 12MM-1/2"X6M B C/C	A
10	TB PVC COND LIV 18MM-3/4"X3M NA C/C	A
11	CODO PRE 90 3/4 PVC SCH40	A
12	TAPON H PVC S40 12MM-1/2" B C/C	A
13	TB PVC S21 18MM-3/4"X6M B C/C	A
14	UNIÓN PVC SCH40 12 MM-1/2" BL C/CEM	A
15	CAJA OCTOGONAL PVC COND 1/2"-3/4"MM B	A
16	TB PVC S17 18MM-3/4"X6M B C/C	A
17	SOP INT P/CANOA PVC UV COL B	A
18	CODO 90 PVC DWV S32.5 50MM-2" GR C/C	A
19	UNIÓN PRE 3/4 SCH40 PVC	A
20	CODO 90 PVC DWV S32.5 75MM-3" GR C/C °	A
21	ADAPM PVC S40 18MM-3/4" B C/C	A

22	TB PVC SDR26 25 MM-1" X 6 M BL C/CEM	A
23	CONECTOR PVC COND LIV 12MM-1/2" GR C/R	A
24	ADAP H PVC S40 18MM-3/4" B C/C	A
25	CURVA 90 PVC COND LIV 18MM-3/4" GR C/C	A
26	CODO PRE 90 1 PVC SCH40	A
27	TE PVC SCH40 25 MM-1" BL C/CEM	A
28	TB PVC SDR26 50 MM-2" X 6 M BL C/CEM	A
29	CURVA 90 PVC COND LIV 18MM-3/4" NA C/C	A
30	TB PVC SDR41 50 MM-2" X 6 M BL C/CEM	A
31	UNIÓN PRE 1 SCH40 PVC	A
32	ADAPM PVC S40 25MM-1" B C/C	A
33	RED PRE PVC S40 25MMX18MM 1" 3/4CAM/CEM°	A
34	CODO 90 PVC SCH40 12 MM-1/2" BL C/R	A
35	RED PVC DWV S32.5 75X50MM-3X2" GR C/C	A
36	CODO 90 PVC DWV S32.5 100MM-4" GR C/C	A
37	TB PLUV PVC 50 MM-2" X 6 M NA C/CEM	A
38	CODO 90 CPVC CTS 12 MM-1/2" CR C/CEM	A
39	TB PVC SDR51 100MM-4"X6M B C/C	A
40	TAPON H PVC S40 12MM-1/2" B C/R	A
41	TB PVC S26 38MM-11/2"X6M B C/C	A
42	RED PRE PVC S40 25MMX12MM 1" 1/2CAM/CEM°	A
43	TB PVC S26 31MM-11/4"X6M B C/C	A
44	TB PVC SDR51 75 MM-3" X 6 M BL C/CEM	A
45	CODO 90 PVC SCH40 50 MM-2" BL C/CEM	A
46	UNIÓN PRE 2 SCH40 PVC°	A
47	TB PVC S26 100MM-4"X6M B C/C	A
48	CODO PRE 90 1.1/2 PVC SCH40	A
49	TB PVC NOVAFORT 300MM-12"X6M BL C/EMP	A
50	TAPON H PVC S40 18MM-3/4" B C/C	A
51	TE PVC DWV S32.5 75 MM-3" GR C/CEM	A
52	CODO 45 PVC SCH40 12 MM-1/2" BL C/CEM	A
53	CODO PRE 90 1.1/4 PVC SCH40	A
54	ADAP H PVC S40 25MM-1" B C/C	A
55	TB PVC SDR17 25 MM-1" X 6 M BL C/CEM	A
56	TE PVC SCH40 38 MM-11/2" BL C/CEM	A
57	CODO 90 CPVC CTS 18 MM-3/4" CR C/CEM	A
58	UNIÓN P/CANOA PVC UV COL BL C/CEM	A
59	TB PVC SDR51 150MM-6"X6M B C/C	A
60	TB PVC SDR51 50 MM-2" X 6 M BL C/CEM	A
61	CODO 45 PVC DWV S32.5 50MM-2" GR C/C	A
62	ADAPM PVC S40 38MM-11/2" B C/C	A
63	TB PVC SDR26 75 MM-3" X 6 M BL C/CEM	A
64	TAPON H PVC S40 25MM-1" B C/C	A
65	UNIÓN CPVC CTS 12 MM-1/2" CR C/CEM	A
66	TB PVC S32.5 50MM-2" X 20? 76 M B C/C	A

67	RED PVC DWV S32.5 100X75MM-4X3" GR C/C	A
68	ADAPM PVC S40 31MM-11/4" B C/C	A
69	ADAPM CPVC CTS 12MM-1/2" CR C/C	A
70	TE PVC DWV S32.5 50 MM-2" GR C/CEM	A
71	UNIÓN PRE 1.1/2 SCH40 PVC°	A
72	SOP INT P/CANOA PVC UV LISA AC B	A
73	CODO PRE 45 3/4 PVC SCH40	A
74	TE PVC DWV S32.5 100 MM-4" GR C/CEM	A
75	TB CPVC CTS 12MM-1/2"X6M CR C/C	A
76	TP P/CANOA PVC UV COL BL C/CEM	A
77	TB PVC S41 100MM-4"X6M B C/C	A
78	TE CPVC CTS 12 MM-1/2" CR C/CEM	A
79	TB PVC SDR41 75 MM-3" X 6 M BL C/CEM	A
80	CODO PRE 90 3 PVC SCH40	A
81	TE PVC SCH40 50 MM-2" BL C/CEM	A
82	TB PVC S26 62MM-21/2"X6M BL C/C	A
83	CANOA COL PVC UV 3 M BL C/CEM	A
84	CODO 45 PVC DWV S32.5 75MM-3" GR C/C	A
85	TAPON M PVC S40 12MM-1/2" B C/R	A
86	RED PVC S40 38X12MM-11/2X1/2" B C/C°	A
87	TB PVC SDR17 50 MM-2" X 6 M BL C/CEM	A
88	UNIÓN PRE 1.1/4 SCH40 PVC	A
89	TB PVC S17 38MM-11/2"X6M B C/C	A
90	RED PVC S40 38X18MM-11/2X3/4" B C/C°	A
91	EMP NOVAF 6"	A
92	TAPON H PVC S40 38MM-11/2" B C/C	A
93	RED CPVC CTS 18X12MM-3/4X1/2" CR C/C	A
94	RED PVC S40 50X38MM-2X11/2" B C/C°	A
95	ADAPM PVC S40 50MM-2" B C/C	A
96	TE CPVC CTS 18 MM-3/4" CR C/CEM	A
97	EMP NOVAF 8"	A
98	TB PVC NOVAFORT 200MM-8"X6M BL C/EMP	A
99	UNIÓN M PVC BAP 75 MM - 3" NA C/C	A
100	BOQ P/CANOA COL PVC UV 75MM-3" B C/EMP°	A
101	CODO PRE 45 2 PVC SCH40	A
102	UNIÓN P/CANOA PVC UV LISA AC BL C/CEM	A
103	CODO 90 PVC DWV S32.5 38MM-11/2" GR C/C	A
104	TB PVC SDR51 200MM-8"X6M B C/C	A
105	UNIÓN CPVC CTS 18 MM-3/4" CR C/CEM	A
106	CODO PRE 45 1.1/2 PVC SCH40	A
107	ADAPM PVC S40 75MM-3" B C/C	A
108	YE PVC DWV S32.5 100 MM-4" GR C/CEM	A
109	CODO PRE 45 1 PVC SCH40	A
110	TB PVC SDR32.5 100MM-4"X6M B C/C	A
111	TAPON H PVC DWV S40 N1 75MM-3" B C/C	A

112	RED PVC S40 75X50MM-3X2" B C/C°	A
113	TE PVC SCH40 31 MM-1 1/4" BL C/CEM	A
114	TE PVC SCH40 100 MM-4" BL C/CEM	A
115	TB PVC S32.5 75MM-3"X6M B C/C	A
116	RED PVC S40 50X31MM-2X1 1/4" B C/C°	A
117	EMP HU NOVAF 100 MM-4" NE	A
118	TAPON H PVC S40 50MM-2" B C/C	A
119	CANOA COL PVC UV 6 M BL C/CEM	A
120	TAPON H CPVC CTS 12MM-1/2" CR C/C	A
121	CODO 45 PVC DWV S32.5 100MM-4" GR C/C	A
122	RED PVC S40 100X75MM-4X3" B C/C	A
123	RED PVC DWV S32.5 150X100MM-6X4" B C/C	A
124	LLAVE CHORRO BR 12MM-1/2" LIV C/R GRIVAL	A
125	CODO 90 PVC DWV S40 N1 50MM-2" B C/C°	A
126	TB PVC NOVAFORT 150MM-6"X6M BL C/EMP	A
127	TB CPVC CTS 18MM-3/4"X6M CR C/C	A
128	TB PVC S17 100MM-4"X6M BL C/C	A
129	RED PVC S40 50X12MM-2X1/2" B C/C°	A
130	TE PVC SCH40 75 MM-3" BL C/CEM	A
131	TB PVC SDR17 75 MM-3" X 6 M BL C/CEM	A
132	TB PVC SDR64 150MM-6"X6M B C/C	A
133	ABRAZADERA PVC S40 50X12MM-2X1/2" B C/C°	A
134	ADAP H PVC S40 50MM-2" B C/C	A
135	RED PVC S40 38X25MM-11/2X1" B C/C°	A
136	RED PVC DWV S32.5 100X50MM-4X2" GR C/C	A
137	CODO PRE 90 4 PVC SCH40	A
138	RED PVC S40 50X18MM-2X3/4" B C/C°	A
139	RED PVC S40 31X25MM-11/4X1" B C/C°	A
140	UNIÓN PRE 3 SCH40 PVC	A
141	ADAPM PVC S40 100MM-4" B C/C	A
142	YE PVC DWV S32.5 75 MM-3" GR C/CEM	A
143	ABRAZADERA PVC S40 75X18MM-3X3/4" B C/C°	A
144	TP P/CANOA PVC UV LISA AC BL C/CEM	A
145	CODO 45 PVC DWV S40 N1 100MM-4" B C/C	A
146	RED PVC S40 100X50MM-4X2" B C/C	A
147	TAPON H PVC S40 100MM-4" B C/C	A
148	TAPON H PVC DWV S40 N1 100MM-4" B C/C	A
149	RED PVC S40 50X25MM-2X1" B C/C°	A
150	CODO PRE 45 3 PVC SCH40	A
151	CANO LISA AC PVC UV 6 M BL C/CEM	A
152	TB PVC NOVAFORT 250MM-10"X6M BL C/EMP	A
153	TE PVC SCH40 62 MM-2 1/2" BL C/CEM	A
154	UNIÓN PVC SCH40 100 MM-4" BL C/CEM	A
155	YE PVC DWV S32.5 50 MM-2" GR C/CEM	A
156	TB PVC S26 150MM-6"X6M B C/C	A

157	YE PVC DWV S40 N1 100 MM-4" BL C/CEM	A
158	CODO 90 PVC S32.5 150MM-6" GRIS C/C	A
159	BOQ P/CANOA COL PVC UV 50MM-2" B C/EMP°	A
160	TB PVC NOVAFORT 375MM-15"X6M BL C/EMP	A
161	CODO PRE 45 4 PVC SCH40	A
162	TE PVC DWV S40 N1 100 MM-4" BL C/CEM	A
163	CODO 90 PVC DWV S40 N1 100MM-4" B C/C	A
164	CODO 45 PVC S32.5 150MM-6" GRIS C/C	A
165	TB PVC S32.5 150MM-6"X6M B C/C	A
166	TAPON H PVC S40 75MM-3" B C/C	A
167	ADAP H PVC S40 75MM-3" B C/C	A
168	CODO PRE 90 2.1/2 PVC SCH40	A
169	CODO 45 PVC SCH40 150 MM-6" BL C/CEM	A
170	TB PVC NOVAFORT 600MM-24"X6.3M BL C/EMP	A
171	TE PVC SCH40 150 MM-6" BL C/CEM	A
172	TE PVC DWV S32.5 150 MM-6" GR C/CEM	A
173	UNIÓN PVC SCH40 150 MM-6" BL C/CEM	A
174	EMP NOVAFORT 10" GUA	A
175	EMP NOVAFORT 12" GUA	A
176	TB PVC NOVAFORT 750MM-30"X6.3M BL C/EMP	A
177	EMP P/TRAP GRASA-REG HU 100MM-4" NE	A
178	TB PVC NOVAFORT 900MM-36"X6.3M BL C/EMP	A
179	YE PVC DWV S40 N1 150 MM-6" BL C/CEM	A
180	RED PVC DWV S40 N1 150X100MM-6X4" B C/C	A
181	CODO 90 PVC SCH40 150 MM-6" BL C/CEM	A
182	CODO 90 PVC DWV S40 N1 150MM-6" B C/C	A
183	CODO 45 PVC DWV S40 N1 150MM-6" B C/C	A
184	TE PVC SCH40 200 MM-8" BL C/CEM	A
185	RED PVC S40 200X150MM-8X6" B C/C	A
186	TE PVC SCH40 250 MM-10" BL C/CEM	A
187	CODO 90 PVC SCH 40 250 MM-10" BL C/CEM	A
188	CODO 90 PVC SCH40 200 MM-8" BL C/CEM	A
189	TB PVC NOVAFORT 1050MM-42"X6.3M BL C/EMP	A
190	UNIÓN NOVALOC PVC 2710 IIIIG 60" B C/C	A
191	CODO 45 PVC SCH40 250 MM-10" BL C/CEM	A
192	TB PVC NOVAFORT 450MM-18"X6M BL C/EMP	A
193	TB PVC CONDUIT L. 12MM-1/2"X3M GR C/C	A
194	TB PVC CONDUIT L. 50MM-2"X3M GR C/C	A
195	TB PVC CONDUIT L. 18MM-3/4"X3M GR C/C	A
196	TB PVC CONDUIT L. 25MM-1"X3M GR C/C	A
197	TB PVC CONDUIT L. 38MM-11/2"X3M GR C/C	A
198	VÁLVULA DE COMPUERTA MATCO 12MM-1/2" C/R	A
199	VÁLVULA DE COMPUERTA MATCO 50MM-2" C/R	A
200	VÁLVULA DE COMPUERTA MATCO 75MM-3" C/R	A
201	VÁLVULA DE COMPUERTA MATCO 100MM-4" C/R	A

202	EMP P/TRAP GRASA-REG HU 50MM-2" NE	A
203	LUBRICANTE P/UNIÓN 500GR UM	A
204	PEG SOLV PVC 3.79 LT-1 GL	A
205	TB PVC S40 100MM-4"X20' B C/C	A
206	SOLDADURA PVC 1/4GAL	A

*Tabla 2 Clasificación ABC
Elaboración propia*

La tabla adjunta muestra los 206 productos de clasificación A, los cuales representan aproximadamente el 20% de la gama total de productos de la empresa, pero, los que generan cerca del 80% de las ventas.

Se utilizarán solo los productos de clasificación A, debido a que el costo asociado al error generado por la planeación de la demanda ineficiente es lo que se desea minimizar. Una vez hecha la propuesta de mejora para los pronósticos de los productos de clasificación A, la empresa podrá utilizar la misma propuesta para los productos de clasificación B y C.

5.6.4.1.2 Ventas reales de la empresa.

Todo modelo de pronósticos debe de utilizar las ventas históricas de la empresa como base para generar la proyección de la demanda.

Una vez obtenidos los productos de clasificación A, se alcanzan las ventas históricas de los últimos 12 periodos para los 206 productos, a partir del mes de octubre del 2016, las cuales se ven ilustradas la sección de apéndices, capítulo 10.1.

5.6.4.2 Modelos de pronósticos utilizados

Para dimensionar el desempeño desaprovechado, se emplearán distintos modelos de pronósticos utilizando los mismos datos que emplea Amanco para la realización de sus proyecciones de la demanda, los cuales son:

5.6.4.2.1 Suavización exponencial

Este modelo se encuentra dentro de los modelos utilizados en Forecastpro. Se caracteriza por adaptarse a una alta variabilidad en las ventas. Para este método se utilizaron las siguientes fórmulas.

$$SE = \text{Promedio de las ventas} + \alpha * (\text{Pronóstico}_{t-1} - \text{Pronóstico}_t)$$

Figura 32 Ecuación de la suavización exponencial
Elaboración propia

Ecuación para el cálculo de Alfa:

$$\alpha = \frac{2}{N \text{ de datos} - 1}$$

Figura 33 Ecuación de alfa
Elaboración propia

A pesar de que existe una fórmula para calcular el Alfa o coeficiente de suavización, se realizaron diferentes pruebas utilizando la herramienta Solver, perteneciente al software Microsoft Excel, para obtener un coeficiente de suavización que tuviera una mejor adaptabilidad al tipo de error que se desea minimizar.

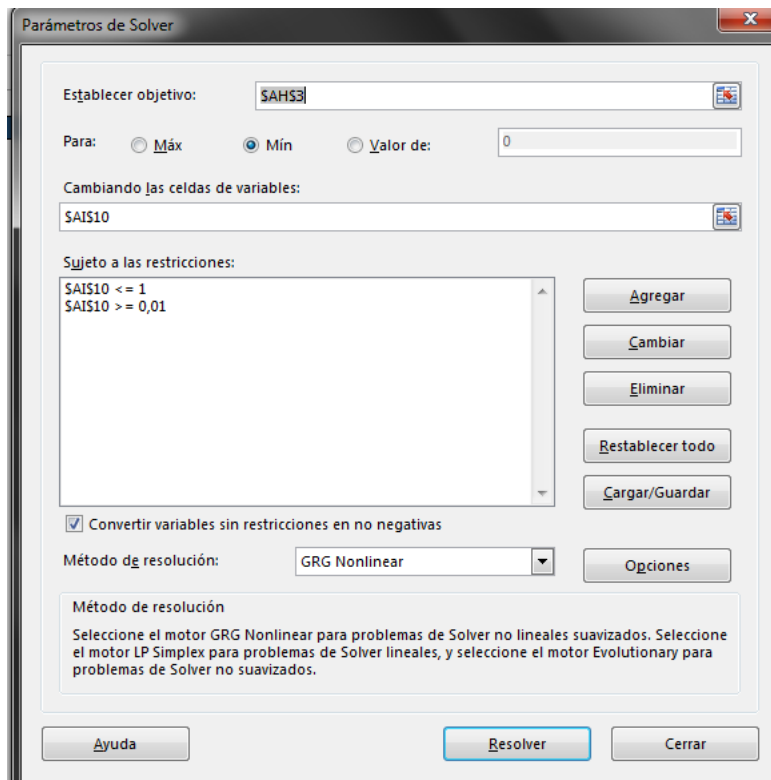


Figura 34 Solver
Elaboración propia

En el espacio “Establecer objetivo” se elige la celda que contiene el indicador el cual se desea minimizar. Utilizando esta herramienta se obtuvieron los siguientes coeficientes de suavización exponencial

Indicador por minimizar	(α) dado por Solver	MAPE	MAD	Desvío promedio	Desviación estándar
MAPE	0,01	46%	1501,1077	108%	0,4799
MAD	0,83	46%	1494,1333	110%	0,5006
desvío promedio	0,01	46%	1501,1077	108%	0,4799
Desviación estándar	0,01	46%	1501,1077	108%	0,4799

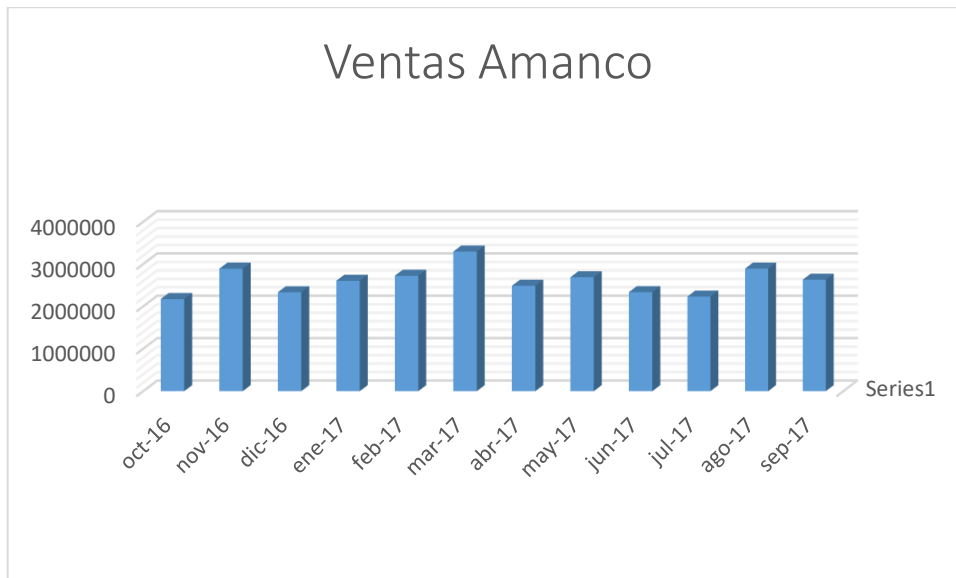
Tabla 3 Alfas obtenidos por Solver
Elaboración propia

Para todos los errores que se desearon minimizar se obtuvo el mismo coeficiente de suavización excepto para el MAD, el cual obtuvo un coeficiente de 0.83. Es, por esta razón, que se evaluará la eficiencia de la suavización exponencial con tres alfas, la que se obtuvo por la fórmula y las obtenidas por Solver.

5.6.4.2.2 Promedio Móvil

El promedio móvil es un modelo de pronósticos utilizado, principalmente, por empresas que poseen una demanda con una alta estacionalidad. Para la situación actual de Amanco, puede que este método no sea el más óptimo debido a la alta variabilidad de sus ventas, sin embargo, será evaluado dentro de los métodos por utilizar, puesto que se encuentra dentro de las metodologías utilizadas por el software Forecastpro.

Para el cálculo del promedio Móvil, se obtiene un promedio de las ventas de 3 ó 6 meses anteriores al periodo que se desea pronosticar, este criterio queda a elección del encargado de realizar la proyección de las ventas. El resultado obtenido de este promedio es el pronóstico de las ventas para x periodo.



*Figura 35 Ventas reales en gráfico.
Elaboración propia*

Según los datos de las ventas reales de Amanco, se puede observar que alrededor de cada 3 ó 4 periodos presenta un incremento en sus ventas, por ejemplo, se muestra cómo de febrero a diciembre del 2016 presenta cierto grado de estacionalidad, al igual que de abril a Julio del 2017 que serían 4 meses. A pesar de esto se realizará el pronóstico con 3 y 6 periodos.

Fórmulas utilizadas para el promedio móvil.

$$X_t = \frac{X_{t-6} + X_{t-5} + X_{t-4} + X_{t-3} + X_{t-2} + X_{t-1}}{6}$$

*Figura 36 Ecuación del promedio móvil para 6 periodos
Elaboración propia.*

$$X_t = \frac{X_{t-3} + X_{t-2} + X_{t-1}}{3}$$

*Figura 37 Ecuación del promedio móvil para 3 periodos
Elaboración propia*

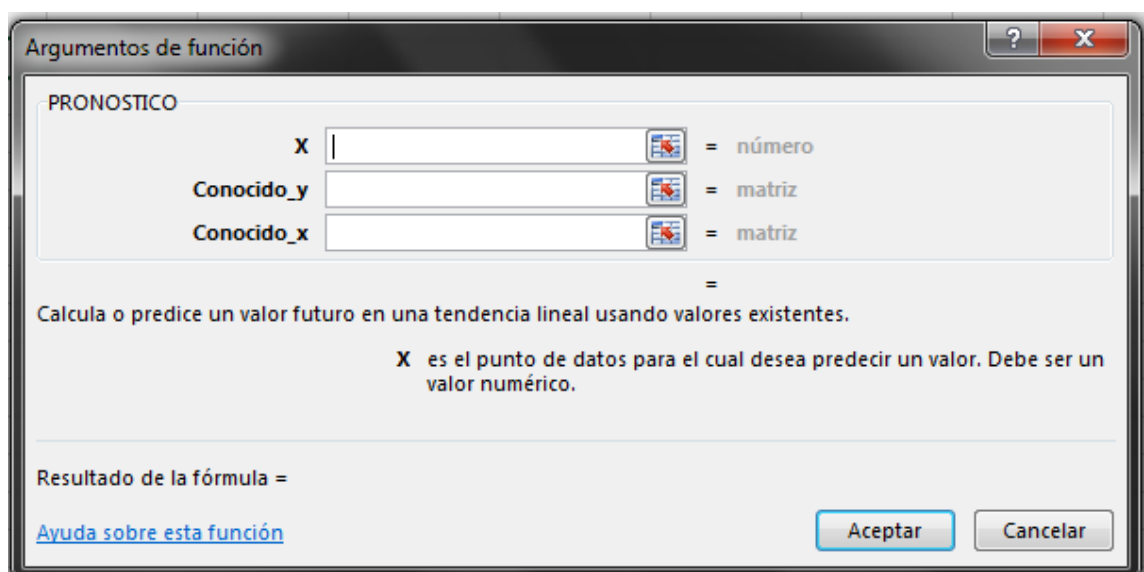
Donde X representa el pronóstico y T el periodo actual.

5.6.4.2.3 Regresión lineal

El modelo de regresión lineal es una metodología utilizada para el pronóstico de la demanda, en la que se utilizan análisis de correlación para determinar un valor aproximado a una variable dependiente en X periodo, en función de variables independientes. Las variables independientes pueden incluir el peso o precio del producto para el que se está pronosticando entre otras variables por considerar. Para efectos de esta investigación se utilizará solo una variable independiente la cual serán los periodos determinados o meses y la variable dependiente, que serían las ventas reales.

El escenario ideal para la utilización de este modelo es cuando la demanda de un producto presenta cierto grado de linealidad, y además que los índices de correlación sean lo más cercanos a 1 o -1, donde un 1 indica una correlación perfecta, a partir de un ± 0.80 señala un buen grado de correlación.

Para el cálculo de este modelo, se utilizará la función “=pronóstico” en el software Excel, para esto se requieren las siguientes variables:



*Figura 38 Función "Pronóstico"
Elaboración propia*

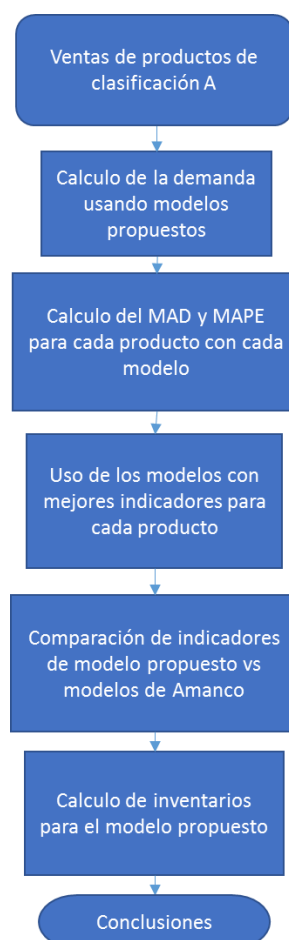
En donde “X” representa el periodo para el cual se desea realizar el pronóstico, el cual será el mes de Setiembre del 2017 o el periodo 9, “conocido y” representa la variable dependiente o las ventas reales de la empresa y

“conocido_x” la variable independiente o los periodos para los que se poseen las ventas históricas reales.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos utilizando el modelo de regresión lineal.

5.6.5 Modelo por utilizar

Debido a la naturaleza de este proceso, obtener datos muy precisos es una tarea difícil que requiere constantes cambios en los modelos por utilizar, no es recomendable usar un solo modelo de pronósticos para una gama de productos, debido a que los productos van a presentar comportamientos y tendencias únicas en sus ventas, es por esto por lo que se emplearan los modelos de pronósticos para los 206 productos de clasificación A. En el siguiente diagrama de flujo, se aprecian los pasos por seguir para esta etapa del diagnóstico.



*Figura 39 Diagrama de flujo, diseño de propuesta
Elaboración propia*

Una vez hechos los cálculos, se tomaron todos los resultados obtenidos por medio de los modelos de pronósticos, y se calcularon los indicadores de MAD y MAPE para cada uno de los 206 productos de clasificación A, con el objetivo de visibilizar cuáles modelos se ajustan de mejor manera a determinados productos.

	MAPE	MAD
Modelo	(n) mejor desempeño	(n) mejor desempeño
SE 0,01	14	13
SE 0,83	19	22
SE 0,99	38	19
PM 3	118	129
PM 6	15	21
REGRESIÓN	2	2
Total	206	206

*Figura 40 Desempeño de los modelos
Elaboración propia*

Con base en la tabla anterior, se determina que, para los dos indicadores de desempeño, el promedio móvil de 3 periodos fue el que obtuvo mejores resultados en la mayoría de los productos, sin embargo, algunos productos presentaron mayor eficiencia utilizando otros modelos, lo que demuestra que no se debe de usar un mismo modelo para pronosticar las ventas de toda una gama de productos. En el caso de que un producto presente mejores indicadores con distintos modelos, se utilizará el modelo que sea más eficiente en función del MAD, esto debido a que el MAD representa el error en unidades, lo cual, para efectos de esta investigación, es lo que se desea minimizar.

Una vez creada una relación entre los modelos y productos, se calculó la demanda para el periodo de setiembre del 2017 utilizando para cada producto en específico, el modelo que mejor se acopló a sus ventas, y se calcularon distintos indicadores para cuantificar su desempeño a razón de ser usados como punto de comparación para comprobar la existencia de oportunidad en materia de pronósticos. A continuación, se muestran los datos obtenidos.

Indicador	Forecastpro	Colaboradores	Comprobación
Total de error (Unidades en porcentaje)	29,12%	38,77%	25,63%
Error en und neto	-47187	81386	224843
Error en und neto %	-1,83%	3,00%	7,87%
Error de mezcla	38,35%	31,55%	51,46%

*Figura 41 Indicadores de desempeño, modelos
Elaboración propia*

En la tabla anterior se muestran los resultados finales de desempeño del periodo de setiembre del 2017. Para comprobar si es existente una brecha de eficiencia que se está desaprovechando en materia de planificación de ventas, se compararon los resultados obtenidos por los modelos propuestos, y los dos departamentos encargados de realizar los pronósticos en Amanco.

Se ve una mejoría significativa en algunos de los indicadores, uno de los objetivos de esta investigación es reducir la cantidad de error en unidades, la cual se logró disminuir un 13%, esto representa una importante oportunidad de mejora en Amanco, ya que si a estos modelos se les agregara estudios de estacionalidad, un número de datos mayor para el desarrollo de los pronósticos y ajustes fundamentados por un Departamento de Ventas, el error podría disminuirse aún más de lo que se ve representado en la anterior tabla.

Sin embargo, el indicador que mejoró más fue el error de mezcla, este indicador muestra el porcentaje de pronósticos que presentan un error menor al 20%, incrementándolo en casi un 19% si se compara con el indicador del Departamento de Colaboradores.

5.6.6 Cálculo de inventarios

Para este apartado, se realizará el cálculo de unidades producidas para los inventarios, utilizando los modelos que obtuvieron mejor desempeño individualmente para cada producto, además de los modelos empleados por Amanco con el fin de realizar un diagnóstico. Los inventarios se dividirán en 3 categorías:

- Inventario excedente
- Inventario faltante
- Inventario de seguridad – inventario faltante

La planeación de la demanda siempre producirá ya sean inventarios extras o faltantes, parte de una eficiente gestión de una compañía viene con el control de los inventarios. A pesar de que no se cuentan con datos referentes a costos de inventario, se calculará la cantidad de inventario producido y faltante para el mes de setiembre del 2017, utilizando los modelos de Amanco, y el modelo propuesto para dimensionar el efecto de estos sobre los inventarios, para llevar a cabo dicha tarea se utilizó la siguiente ecuación.

$$\text{Inventario producido} = \text{Pronóstico}_t - \text{Ventas reales}_t$$

*Figura 42 Ecuación para inventarios
Elaboración propia*

Si el resultado de la ecuación da negativo, indica que existen faltantes, mientras que, si es positivo, indica que habrá sobrantes de inventario.

Las unidades faltantes no siempre deben de ser completadas por medio de un backorder, para el diseño de esta propuesta de mejora, se calculó el inventario de seguridad, y se le restó la cantidad de unidades faltantes, con el fin de demostrar con mayor precisión el nivel de fallo en los inventarios a raíz de los pronósticos de la demanda.

A continuación, se muestran los resultados para el cálculo de los inventarios.

Modelo	Und sobrantes	Und faltantes	Inventario de seguridad + Und faltantes
Forecastpro	335126	-382313	-18831
Colaboradores	566470	-485083	-29408
Modelo propuesto	449573	-224730	-1683

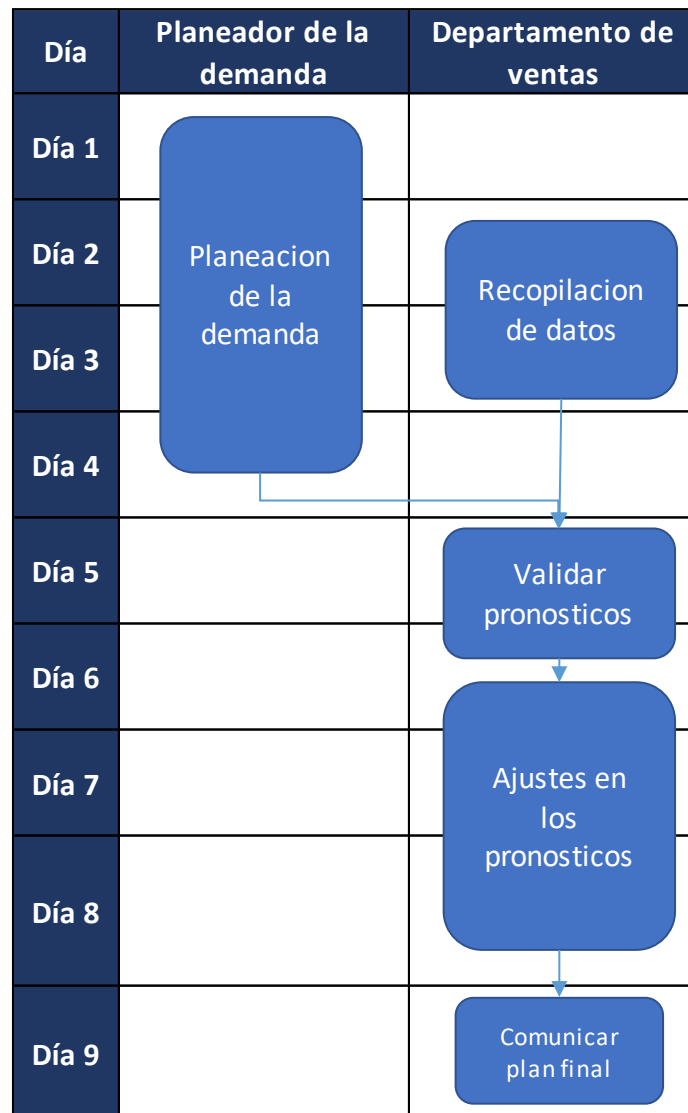
*Figura 43 Inventarios producidos
Elaboración propia*

Tomando como base la tabla anterior, el modelo de Forecastpro fue el que generó una menor cantidad de unidades sobrantes, pero en el indicador de unidades faltantes e inventario de seguridad + unidades faltantes, el modelo propuesto fue el que obtuvo los mejores resultados.

La cantidad de inventario faltante tomando en consideración el inventario de seguridad fue el indicador que presentó una mayor mejora. Esto se puede atribuir en parte al error de mezcla, el cual fue explicado y calculado anteriormente. Más del 50% de los productos utilizando el modelo propuesto presenta un grado de error menor al 20%. A menor grado de error, menor cantidad de error en unidades, lo que facilita la tarea de disminuir la brecha entre los inventarios faltantes y el inventario de seguridad.

5.6.7 S&OP

A pesar de que en Amanco se emplea la metodología de S&OP, no se están integrando los departamentos encargados de llevar a cabo la planeación de la demanda como tal, prueba de esto es que los pronósticos que se utilizan para la producción son los que poseen los ajustes del Departamento de Ventas sin llevar a cabo una reunión de consenso. En la siguiente tabla, se muestra el cronograma de S&OP para la planeación de la demanda.



*Tabla 4 cronograma S&OP diagnostico
Elaboración propia*

Los ajustes a los pronósticos hechos por el Departamento de Ventas son los que se utilizan para la producción, sin llevar a cabo una reunión para la validación de los pronósticos.

Una reunión de consenso en la cual se incentive al diálogo para retar los pronósticos hechos por los departamentos es necesaria, tanto el Departamento de Planeación como Ventas se encargan solo de enviar los pronósticos, cuando en realidad deberían de hacerlo en conjunto.

El Departamento de Ventas ha cambiado de personal 3 veces en 1 año, este proceso requiere de una naturalización en la empresa de manera que el trabajador comprenda las tendencias y comportamiento de las ventas de la empresa. Estos cambios de personal contribuyen a que los ajustes en los

pronósticos caigan en un ciclo de ineficiencia en el que no existe retroalimentación, es por esto por lo que para el diseño de propuesta se planteará una propuesta de mejora para el sistema de S&OP que se posee en Amanco.

Gran parte del error en los ajustes del Departamento de Ventas es a raíz de una deficiente implementación de un modelo de S&OP, y falta integración del Departamento de Ventas a la cadena de procesos que refieren a la planificación de la demanda.

5.6.8 Conclusiones del diagnóstico

Como conclusiones de diagnóstico, se logra identificar la causa raíz del alto error en los pronósticos por medio de un diagrama de causa y efecto, siendo ésta, los ajustes hechos por el Departamento de Colaboradores.

Se evaluaron los pronósticos hechos por Forecastpro y los ajustes del Departamento de Colaboradores por medio de indicadores de desempeño, los cuales revelaron que, si bien es cierto, que los ajustes de ventas poseen altos niveles de error, los pronósticos hechos por Forecast tampoco son buenos, es por esto por lo que se tomaron los resultados de Forecastpro como una causa que contribuye al alto nivel de error en los pronósticos.

Al existir tal grado de error, se deciden emplear distintos modelos de pronósticos, con el fin de explorar si existe una oportunidad de mejora para la planeación de la demanda en Amanco.

Una vez hechos los pronósticos con los modelos que mejor se ajustaran a cada producto; se calcularon los indicadores utilizados en el diagnóstico para el modelo propuesto, y se comparó con los resultados de los departamentos de Amanco. Se logró evidenciar una gran mejora en los indicadores, llegando a incrementar el error de mezcla hasta en un 20%, por lo que se concluye que es existente una oportunidad de mejora que no se está aprovechando en Amanco.

Además, se calculó la cantidad de inventarios producidos, faltantes e inventario de seguridad más inventarios faltantes, en los que nuevamente, el modelo propuesto obtuvo en 2 de 3, los mejores resultados e inclusive llegando a reducir en un 94% las unidades faltantes.

Además de la existencia de un error cuantitativo, existe un causante cualitativo que influye de manera directa en los pronósticos, y es la carencia de reuniones que incentiven al diálogo y cuestionamiento de los pronósticos. Si bien es cierto, que Amanco posee una metodología de S&OP, una reunión para la validación de la planeación de la demanda en la que se integren los departamentos no está en el cronograma- Es por esto por lo que se tomará como una causa relevante del error en los pronósticos.

6 CAPÍTULO VI
DISEÑO DE PROPUESTA

6.1 Introducción

Tomando como base el diagnóstico realizado, se concluyó en que existen, tanto variables cualitativas como cuantitativas que pueden llegar a repercutir de manera negativa en los pronósticos de la demanda. En este capítulo, se plantearán propuestas de mejora para las distintas problemáticas encontradas.

6.2 Propuesta 1: Indicadores de desempeño.

En Amanco, se utiliza un solo indicador de error para evaluar el desempeño de los departamentos encargados de la planeación de la demanda, llamado Desvío,

En la sección de diagnóstico, se utilizaron diversos indicadores de error en los departamentos para evaluar la eficiencia de estos. El indicador de desvío fue el único que se inclinó de manera positiva hacia el Departamento de Colaboradores; este indicador puede llegar a causar confusión a la hora de la toma de decisiones estratégicas.

Es por esto por lo que, como propuesta de mejora, se propone eliminar este indicador e implementar los siguientes indicadores con el fin de ofrecer una vista más completa de los errores generados por los pronósticos:

- **Error total absoluto:** Muestra la cantidad de unidades que sobraron o faltaron producidas por el pronóstico.
- **Error total absoluto en porcentaje:** Es el error total absoluto, mostrado como el porcentaje que representa del pronóstico.
- **Error en unidades neto:** Es la diferencia de unidades entre el pronóstico y la demanda,
- **Error neto en porcentaje.** Es el error en unidades neto mostrado como el porcentaje que representa del pronóstico.
- **MAD:** Representa el promedio de error absoluto para x periodos históricos, se recomienda utilizarlo como mínimo con 6 periodos.
- **MAPE:** Es el promedio del error absoluto en porcentaje, al igual que el MAD, se recomienda utilizar al menos 6 periodos históricos.

- **Error de mezcla:** El error de mezcla muestra el porcentaje de productos que poseen un porcentaje de error menor al 20%. Cuanto más alto sea este indicador es mejor. El 20% se puede modificar dependiendo de los parámetros que se desean establecer, aunque lo recomendable es utilizar 20%.

Con la utilización de los indicadores propuestos, se espera que se obtenga una mejor visualización del error producido por periodo en Amanco, y que esto sirva como fundamento para diálogos y cuestionamientos en los pronósticos con el fin de conseguir una mejora continua en el proceso.

6.3 Propuesta 2: Mejora del software.

En el diagnóstico se logró determinar que gran parte del error causado en los pronósticos era debido a los ajustes del Departamento de Ventas, sin embargo, los indicadores de desempeño obtenidos de Forecastpro, revelan que parte del problema se estriba en los pronósticos imprecisos generados por este Software. La versión de Forecastpro utilizada en Amanco ésta desactualizada, y no posee herramientas que pueden ser de gran utilidad a la hora de generar pronósticos.

Se demostró en el capítulo de diagnóstico que es existente una brecha de eficiencia que es alcanzable y no se está aprovechando, como propuesta de mejora a esta problemática se realizó una investigación de Softwares que pudieran contribuir a reducir el nivel de error en los pronósticos, para esto se concluyó en SAP APO y Forecastpro TRAC, esto debido a las condiciones actuales de la empresa y herramientas que estos softwares poseen. A continuación se muestra una breve explicación de los softwares, sus ventajas y desventajas.

SAP APO (Módulo para planeación de la demanda): Amanco utiliza el software SAP IBP para llevar un control de todas sus operaciones, esta opción ya posee herramientas básicas para llevar a cabo la planificación de la demanda, sin embargo, debido a las condiciones de Amanco, es recomendable adquirir el módulo SAPO. Este ofrece la ventaja de que el manejo de datos puede

facilitársele al encargado de la planeación de la demanda y ofrece todas las herramientas necesarias para llevar a cabo pronósticos precisos. Como desventajas están la falta de capacitación, ya que SAP es un software complejo, las capacitaciones suelen tener precios elevados, además, no posee tantas opciones en materia de modelos y métodos la planeación de la demanda como Forecastpro TRAC.

Forecastpro TRAC: a pesar de que Amanco no actualiza su software desde 1998, Forecastpro continuó lanzando actualizaciones, las cuales poseen una interfaz más amigable, más modelos de pronósticos, y herramientas para el análisis de la demanda. Como ventajas de esta opción se encuentran la facilidad del manejo del programa y la experiencia del encargado de planeación de la demanda, hacen que no sea necesario pagar una capacitación en el software, además la última actualización posee una versión del software para uso exclusivo del Departamento de Colaboradores, para que estos lleven un control justificado de los ajustes por realizar sobre los pronósticos, lo cual se demostró, es una problemática real que debe de ser atendida de inmediato.

Forecastpro TRAC, ofrece una licencia especializada para los departamentos de ventas en las empresas, en el cual, los colaboradores pueden realizar ajustes de ventas de manera más justificada, además esta opción se encuentra vinculada a la licencia para el Departamento de Planeación de la demanda por lo que fomenta el diálogo y retroalimentación entre los departamentos, lo cual es una cultura que se debe de implementar en Amanco.

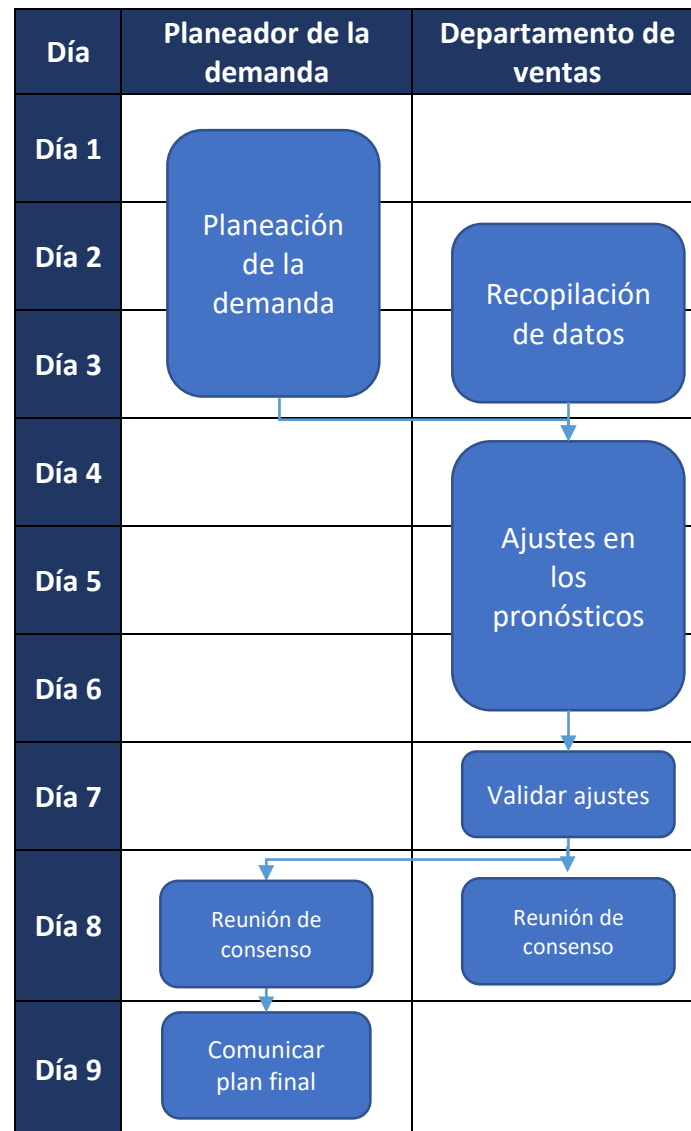
6.4 Propuesta 3: Mejora al proceso S&OP

El proceso de S&OP contribuye a que el Departamento de Planeación de la demanda y ventas, lleven a cabo pronósticos más precisos por medio de ajustes, tanto cualitativos como cuantitativos, pero en Amanco, esto no se ve reflejado en los resultados, es por esto por lo que se planteará una propuesta de mejora al sistema de S&OP con el fin de empezar a crear una cultura en la cual exista un diálogo de por medio para la validación de los pronósticos.

Como propuesta de mejora, se propone llevar a cabo una reunión mensual con los dos departamentos, esta reunión debería considerarse como una prioridad antes de la implementación del software, dado que se puede mejorar el proceso solo con la implementación de esta propuesta.

Esta propuesta propone que se validen los pronósticos de la demanda, mediante el diálogo de indicadores de desempeño establecidos para los dos departamentos. El objetivo es integrar estos departamentos a una metodología en la cual se exija la discusión de tópicos que puedan influir directamente en los pronósticos, no necesariamente los ajustes hechos la planificación de las ventas deben ser tomados como los pronósticos finales, por el contrario, estos ajustes deben de ser utilizados como base para una validación concreta.

En la siguiente tabla, se muestra la propuesta en la que se puede llevar a cabo la reunión para la validación de los pronósticos:



*Tabla 5 Propuesta S&OP
Elaboración propia*

Se propone realizar una reunión de consenso en día 8 del mes, una vez llevada a cabo la reunión, se validan todos los pronósticos y sus ajustes dependiendo del criterio de los dos departamentos, y se tramita al Departamento de Producción para su subsecuente planificación.

6.5 Análisis financiero

En el siguiente capítulo se realizará el cálculo de los costos de implementación de las propuestas de mejora para la empresa Amanco, como propuestas de mejora se encuentran las licencias para el software Forecastpro TRAC y el módulo para pronosticar la demanda mediante SAP.

Para la implementación de Forecastpro TRAC, solo se requieren 2 licencias, una para el Departamento de Planeación de la demanda, y otra para el Departamento de Ventas las cuales poseen distintos precios y funcionalidades, además del costo por capacitación de indicadores para el planeador de la demanda, las cuales se encuentran en la tabla a continuación.

Compra de software	Licencias	Costo \$	Costo en Colones
Forecastpro TRAC - Versión para planeadores de demanda	1	\$ 14.000,00	₡ 7.922.603,74
Forecastpro TRAC - Versión para colaboradores	1	\$ 1.965,00	₡ 1.015.847,02
Capacitación	Horas	Precio por hora	Costo en Colones
Capacitación para indicadores	8	₡ 17.500,00	₡ 140.000,00
Costo total de la inversión			
			₡ 9.078.450,76

*Tabla 6 Costo de Forecastpro TRAC
Elaboración propia*

En la tabla 11, se pueden apreciar los costos para la implementación de las dos licencias para los softwares, donde no es necesario compra de equipo ya que las computadoras utilizadas, actualmente, en la empresa son capaces de correr el software. Estos costos equivalen a ₡ 8.938.450,76, para estos softwares no es necesario el pago de una capacitación ya que el mismo sitio web describe la interfaz como simple y fácil de usar para personas nuevas en la utilización de éste, además de que el operario actual posee más de 8 años de experiencia en el manejo del software, el cual se maneja de forma similar a su versión desactualizada. Para el Departamento de Ventas, la licencia para colaboradores posee menos funciones y sirve más como una herramienta de comunicación y justificación entre los departamentos, de igual manera con una interfaz amigable para nuevos usuarios.

Para la capacitación de indicadores de error para los pronósticos, se consultó con la cámara de industrias de Costa Rica, la cual ofrece cursos de esta índole, para un costo de ₡ 140.000,00, por dos días, 4 horas por día.

En total, el costo total de la propuesta de solución es de ₡ 9.078.450,76, la cual podrá ser empleada por Amanco en el periodo que ellos deseen.

Para la implementación del módulo de SAP APO, se consultó directamente con la empresa. El precio del módulo presentó una limitante ya que éste solo puede ser cotizado por el agente de SAP que trabaja directamente con Amanco. Los costos para capacitación del software sí se obtuvieron y se verán descritos en el siguiente cuadro:

Compra de software	Licencias	Costo \$	Costo en Colones
SAP APO	1		
Capacitación	Horas	Precio por hora	Costo en Colones
Capacitación para indicadores	8	₡ 17.500,00	₡ 140.000,00
Capacitación para el modulo	22	₡ 46.470,03	₡ 1.022.340,60
Costo total de la inversión			
			₡ 1.162.340,60

*Tabla 7 Costos de modulo SAP APO
Elaboración propia*

En términos de recuperación de la inversión, no se poseen datos referentes a los costos por inventario o producción, pero los indicadores de desempeño para los inventarios demuestran una gran mejoría, por lo que el retorno de la inversión puede encontrarse en un periodo cercano a la inversión inicial.

7 CAPÍTULO VII
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

A continuación, se muestran las conclusiones.

1. Se logró diagnosticar, que la problemática actual posee más de una causa, las cuales, mediante una implementación de distintas herramientas e indicadores, se concluyó que son:
 - Alto error en los ajustes del Departamento de Ventas
 - Software para la planificación de la demanda desactualizado.
 - Uso de un solo indicador de desempeño para los pronósticos el cual no visibiliza el error de manera eficiente.
 - Carencia de un debido proceso para la validación de pronósticos dentro del modelo S&OP.
2. Para obtener datos más precisos, se evaluaron los dos departamentos utilizando indicadores como el error de mezcla, total de error en unidades, error neto en unidades y en porcentaje, para los cuales se obtuvieron cifras que evidencian una problemática por parte del Departamento de Ventas, sin embargo, los resultados obtenidos con base en los pronósticos de Forecastpro presentan niveles de error no muy alejados de los generados por el Departamento de Colaboradores.
3. Se utilizaron indicadores logísticos, MAD y MAPE, con el objetivo de obtener los modelos que mejor se adaptaran a cada producto y, además, para retar los pronósticos de Amanco y diagnosticar si existía una brecha de eficiencia desaprovechada.
4. Se utilizan 6 modelos de pronósticos para los cuales, se pronosticaron 6 meses para los 206 productos de clasificación A, una vez hecho esto se utilizaron los indicadores MAD y MAPE para elegir el modelo que mejor se ajustara al comportamiento de las ventas de cada producto. Siendo el promedio móvil de 3 periodos el modelo más adecuado para la mayoría de los productos.

5. Una vez encontrado los modelos que mejor se adaptaron a cada producto, se tomaron los pronósticos para el mes de setiembre del 2017 y se realizó un cálculo de inventarios producidos, faltantes y faltantes + inventario de seguridad para evidenciar el grado de mejora del nuevo modelo propuesto. Obteniendo éste en la mayoría de indicadores, mejor desempeño que los departamentos de Amanco, dejando en claro que es existente una oportunidad de mejora desaprovechada y en cómo afecta a los inventarios.

6. Para finalizar, tomando como base las causas que repercuten en el error de los pronósticos, se realizan 3 propuestas de mejora que puedan hacer frente a estas causas. Se propone el uso de más indicadores de desempeño, que logren dimensionar el grado de error de los pronósticos, una mejora de software para la cual se proponen 2 opciones basadas en el escenario en el que se encuentra Amanco, y una mejora al proceso S&OP.

7.2 Recomendaciones.

Como recomendaciones finales:

1. Se recomienda realizar un estudio sobre cómo implementar una metodología que logre facilitar la justificación y facilite la trazabilidad de los ajustes sobre los pronósticos para generar un mejor proceso.

2. Una investigación que explore distintos modelos de pronósticos a los que fueron utilizados en este trabajo de investigación podría traer beneficios a los indicadores logísticos de desempeño en lo que a planeación de la demanda respecta, los modelos de pronósticos están en constante re-invencción y cambio, por lo que siempre puede existir la posibilidad de que se encuentren nuevos métodos de pronosticar la demanda.

3. Cuantificar el daño causado por el efecto látigo sobre la cadena de suministro y proponer indicadores para obtener un mejor control de este fenómeno, beneficiarían el sistema productivo de esta empresa y, además, contribuiría a un más eficiente flujo y manejo de información dentro del sistema S&OP para el control de la producción.
4. Explorar otras opciones de softwares para la planificación de la demanda puede ser beneficiosa para la problemática diagnosticada. Cada día los softwares lanzan actualizaciones más completas y más rápido, por lo que siempre existe una opción de mejora en este aspecto,

8 CAPÍTULO VIII

BIBLIOGRAFÍA

- Andrade, S. (2008). *Diccionario de economía*. Bolivia: Editorial Andrade.
- APICS. (1996). *STARR*.
- Avendaño, M. (16 de mayo de 2017). *Construcción cae en primer semestre tras conclusión de grandes obras*. Obtenido de El financiero: http://www.elfinancierocr.com/economia-y-politica/construccion-CFIA-City_Mall-Camara_de_la_Construccion-grandes_obras_0_1031296881.html
- Bauer, R. (1966). *Social Indicators*. Raymond Augustine Bauer.
- Costa Rica: *Construcción creció 13% en 2016*. (23 de enero de 2017). Obtenido de Centralamericadata: http://www.centralamericadata.com/es/article/home/Costa_Rica_Construccion_creci_13_en_2016
- Costa Rica: *Qué y cuánto de la construcción al trimestre I de 2017*. (2017 de mayo de 2017). Obtenido de Centralamericadata: http://www.centralamericadata.com/es/article/home/Costa_Rica_Qu_y_cunto_de_la_construccion_al_trimestre_I_de_2017
- Deng, X. (S.F). *Controlling Inventory by improving demand forecasting within the alcoholic beverage industry*. Nueva Zelanda: Massey University.
- Forrester, J. (1961). *Industrial Dynamics*. Palgrave Macmillan UK.
- Gómez, G. (1997). *Sistemas administrativos: análisis y diseño*. México: Universidad Autónoma Nacional de México.
- Guzmán, J. (5 de Julio de 2017). *Mexichem mantiene un crecimiento de 8 % anual*. Obtenido de Elsalvador: <http://www.elsalvador.com/noticias/negocios/370309/mexichem-mantiene-un-crecimiento-de-8-anual/>
- Kotler, P. (2002). *Dirección de Marketing Conceptos Esenciales*. Prentice hall.
- Meindl, S. C. (2013). *Administración de la cadena de suministro 5ta edición*. México: PEARSON EDUCACION.
- Mexichem. (s.f.). Obtenido de Mexichem: http://www.mexichem.com/wp-content/uploads/sustainability_files/Sustainable%20development%20report%202014/perfil-5.html
- Mideplan. (2015). *Costa Rica estadísticas regionales 2010 - 2015*. San Jose: Mideplan.
- Moya, M. (1990). *Control de inventarios y investigación de operaciones*. San Jose: Universidad Estatal a distancia.
- Navarro, M. J. (1999). *Control de Inventarios Investigación de Operaciones 4*. San Jose: Universidad Estatal a Distancia.
- Ozer, O. (2008). *Inventory management*. Stanford, California: Stanford University.

Roberto, P. K. (1992). *Marketing social*. Diaz de Santos S.A.

Rodríguez, M. A. (2016 de mayo de 2017). *Construcción de viviendas creció 29% en primer semestre del 2016*. Obtenido de El financiero:
http://www.elfinancierocr.com/economia-y-politica/Construccion-viviendas-crecio-primer-semester_0_1038496145.html

Tuolkas, S. (2015). *Developing demand planning in a global engineering company*. Finlandia: Aalto University.

9 CAPÍTULO IX

ANEXOS

9.1 Cálculo de MAD y MAPE

Archivo de Excel adjunto, "MAD Y MAPE"

n	DESCRIPCIÓN	Modelo utilizado	MAD menor
1	ADAP H PVC S40 12MM-1/2" B C/C	PM 3	20.406
2	CODO PRE 90 1/2 PVC SCH40	SE 0,99	10.828
3	TE PVC SCH40 12 MM-1/2" BL C/CEM	PM 3	11.372
4	ADAPM PVC S40 12MM-1/2" B C/C	PM 3	5.325
5	TE PVC SCH40 18 MM-3/4" BL C/CEM	PM 3	23.883
6	AJA RECTANGULAR PVC COND 1/2"-3/4"MM	SE 0,99	11.113
7	ONECTOR PVC COND LIV 18MM-3/4" GR C	PM 3	9.650
8	RED PVC S40 18X12MM-3/4X1/2" B C/C	PM 3	2.566
9	TB PVC SDR13.5 12MM-1/2"X6M B C/C	PM 3	8.230
10	TB PVC COND LIV 18MM-3/4"X3M NA C/C	FORECASTPRO	17.650
11	CODO PRE 90 3/4 PVC SCH40	PM 3	1.783
12	TAPON H PVC S40 12MM-1/2" B C/C	SE 0,83	5.271
13	TB PVC S21 18MM-3/4"X6M B C/C	PM 3	11.389
14	UNION PVC SCH40 12 MM-1/2" BL C/CEM	PM 3	7.452
15	AJA OCTOGONAL PVC COND 1/2"-3/4"MM	SE 0,01	6.879
16	TB PVC S17 18MM-3/4"X6M B C/C	PM 3	2.523
17	SOP INT P/CANOA PVC UV COL B	PM 3	1.368
18	CODO 90 PVC DWV S32.5 50MM-2" GR C/C	FORECASTPRO	2.747
19	UNION PRE 3/4 SCH40 PVC	PM 3	1.918
20	CODO 90 PVC DWV S32.5 75MM-3" GR C/C	PM 6	1.478
21	ADAPM PVC S40 18MM-3/4" B C/C	PM 3	1.783
22	TB PVC SDR26 25 MM-1" X 6 M BL C/CEM	PM 3	1.324
23	ONECTOR PVC COND LIV 12MM-1/2" GR C	PM 3	3.369
24	ADAP H PVC S40 18MM-3/4" B C/C	PM 3	2.463
25	CURVA 90 PVC COND LIV 18MM-3/4" GR C/	PM 3	1.667
26	CODO PRE 90 1 PVC SCH40	PM 3	1.953
27	TE PVC SCH40 25 MM-1" BL C/CEM	PM 3	1.488
28	TB PVC SDR26 50 MM-2" X 6 M BL C/CEM	PM 3	633
29	CURVA 90 PVC COND LIV 18MM-3/4" NA C/	SE 0,83	1.879

Figura 44 Anexo MAD y MAPE
Elaboración propia

9.2 Diagnóstico e indicadores

Archivo de Excel adjunto, "Diagnóstico e indicadores"

ERROR ABSOLUTO EN UNIDADES											
Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set
3270	39446	14392	46799	50855	161766	19084	109636	106740	62345	3331	37096
16460	9589	8393	7478	24333	30974	93381	84217	79727	5770	20007	37515
13078	6121	4136	13109	9192	106383	53269	29249	50624	33207	30173	5722
3402	16099	16617	9210	2983	1651	52797	53999	52695	14093	558	22809
30252	27522	9323	43198	42438	82562	719	57925	61554	17385	47994	3819
4738	23027	5296	23732	9623	10252	20905	1525	27336	25572	2219	14836
25752	707	3552	39357	16789	16541	15139	8057	19144	35282	19573	29112
6542	9937	1268	27515	25485	51780	17222	11192	12228	11500	10815	3190
1818	7444	10040	10660	8924	31608	44609	56456	56008	14311	13150	27852
21750	4769	8411	18074	1953	3412	14429	12061	37025	21442	15990	17659
8421	11239	11114	13026	20197	7882	24885	24846	16957	652	4236	11365
10829	9108	9905	778	1994	1659	29672	17103	23941	8607	13410	2323
77213	49027	25792	8597	7196	27142	5284	20623	19142	16728	34857	6071
1345	1819	3002	7990	7738	14675	30125	5148	20490	11548	12107	13254
3146	6528	1928	20717	11991	2627	12639	6417	12384	16396	3262	8209
2248	1209	2609	1356	3530	6746	18066	15852	20091	9322	5661	5939
3640	1827	4254	9808	846	3264	5015	7343	777	8285	9333	3924
4927	8131	2449	1236	675	4332	14756	15904	7427	6499	223	1966
4468	1270	961	3827	1738	3783	16626	8679	11289	12254	789	3865
3252	1023	1547	6716	1707	922	11545	9167	6928	1408	895	6648
4281	774	3251	588	8358	5616	15813	12705	14434	4137	82	1061
5075	3008	913	4286	1802	3802	8811	9824	9638	6517	4931	1271
11040	725	4959	9832	817	3743	254	809	9300	6803	1125	7355
2712	197	280	372	125	584	5886	10552	1543	15367	10373	3821
3882	6448	1456	3283	4878	3822	5637	3612	2261	1009	4527	1782
5324	3318	3880	1444	2738	6022	10304	6106	10586	14426	1879	2952
833	389	1350	3016	4217	2283	8662	2082	6771	4733	3600	66403
1981	1232	1437	1005	3457	3119	2535	6080	3828	1040	869	2913
3282	708	2056	3943	3957	6983	10695	7216	7257	1059	4000	7236
633	576	572	1085	801	888	1134	1461	1640	906	315	2299
581	1537	1510	1748	2477	4073	3428	737	2515	3402	4594	402
2090	1628	4292	762	744	4388	9009	864	8341	3038	4066	1223

*Figura 45 Anexo, diagnóstico e indicadores
Elaboración propia*

9.3 Cálculo de inventarios

Archivo adjunto de Excel, "Cálculo de inventarios"

SS	Estado de inventario	Faltante + SS	Estado de inventario
43.084	Inventario sobrante	0	Inventario sobrante
39.349	Inventario faltante	18181	Inventario sobrante
21.472	Inventario sobrante	0	Inventario sobrante
22.652	Inventario faltante	7900	Inventario sobrante
38.054	Inventario faltante	34667	Inventario sobrante
19.562	Inventario sobrante	0	Inventario sobrante
28.444	Inventario sobrante	0	Inventario sobrante
10.512	Inventario faltante	6484	Inventario sobrante
31.986	Inventario faltante	8534	Inventario sobrante
32.111	Inventario sobrante	0	Inventario sobrante
10.327	Inventario faltante	3904	Inventario sobrante
9.752	Inventario faltante	1384	Inventario sobrante
29.478	Inventario faltante	23120	Inventario sobrante
13.543	Inventario faltante	5268	Inventario sobrante
12.012	Inventario sobrante	0	Inventario sobrante
9.608	Inventario faltante	6132	Inventario sobrante
6.812	Inventario faltante	5479	Inventario sobrante
8.876	Inventario faltante	8200	Inventario sobrante
3.669	Inventario faltante	1057	Inventario sobrante
6.147	Inventario faltante	4041	Inventario sobrante
5.869	Inventario sobrante	0	Inventario sobrante
6.173	Inventario faltante	4525	Inventario sobrante
8.283	Inventario sobrante	0	Inventario sobrante
7.905	Inventario faltante	4117	Inventario sobrante
5.292	Inventario faltante	4236	Inventario sobrante
6.302	Inventario faltante	4640	Inventario sobrante
3.296	Inventario faltante	789	Inventario sobrante
2.386	Inventario faltante	414	Inventario sobrante
5.398	Inventario faltante	-1539	Inventario faltante
1.286	Inventario faltante	-875	Inventario faltante

Figura 46 Anexo, cálculo de inventarios
Elaboración propia

9.4 Modelo de pronósticos ajustado

Archivo de Excel adjunto, "Modelo ajustado"

MAD								
Modelo	MAD	REGRESION	SE 0,01	SE 0,83	SE 0,99	PM 3	PM 6	Pronostico
PM 3	20.406	65.038	49.209	48.136	41.749	75.354	112.281	75.354
SE 0,99	10.828	105.853	113.792	112.362	103.855	123.842	139.768	103.855
PM 3	11.372	36.511	40.264	40.094	39.081	37.441	66.059	37.441
PM 3	5.325	56.833	68.373	67.227	60.403	76.019	83.063	76.019
PM 3	23.883	56.413	41.529	44.444	61.796	77.099	84.751	77.099
SE 0,99	11.113	61.339	51.970	51.717	50.206	56.190	57.265	50.206
PM 3	9.650	30.179	30.075	31.353	38.961	25.573	33.741	25.573
PM 3	2.566	15.254	19.372	19.527	20.451	25.963	41.636	25.963
PM 3	8.230	38.042	54.467	53.269	46.142	62.107	68.164	62.107
SE 0,01	17.650	60.115	42.596	42.583	42.504	44.069	44.547	42.596
PM 3	1.783	33.448	31.698	33.516	44.337	41.659	45.213	41.659
SE 0,83	5.271	23.680	28.509	27.426	20.981	30.369	33.316	27.426
PM 3	11.389	43.344	22.913	31.685	83.900	37.892	33.660	37.892
PM 3	7.452	23.906	29.554	29.415	28.588	32.965	36.661	32.965
SE 0,01	6.879	37.392	31.983	32.371	34.684	37.358	38.016	31.983
PM 3	2.523	16.049	21.412	21.331	20.853	23.138	27.092	23.138
PM 3	1.368	17.128	11.026	10.883	10.032	14.332	13.887	14.332
SE 0,83	2.747	24.043	25.719	25.043	21.020	26.958	28.117	25.043
PM 3	1.918	9.300	10.751	10.409	8.376	11.800	13.967	11.800
PM 6	1.478	24.908	23.267	22.795	19.981	24.124	25.121	25.121
PM 3	1.783	10.507	12.366	12.653	14.363	15.014	18.503	15.014
PM 3	1.324	11.347	15.091	14.584	11.562	15.819	18.196	15.819
PM 3	3.369	6.798	8.147	8.901	13.387	6.786	8.877	6.786
PM 3	2.463	12.309	10.454	9.938	6.864	9.579	9.840	9.579
PM 3	1.667	12.168	10.688	10.295	7.953	13.014	12.360	13.014
PM 3	1.953	14.979	15.698	15.539	14.596	16.903	18.700	16.903
PM 3	1.488	5.699	7.864	7.819	7.550	10.013	11.633	10.013
PM 3	633	7.230	7.878	7.579	5.803	9.501	9.499	9.501
SE 0,83	1.879	16.097	17.343	17.299	17.037	19.052	19.383	17.299
PM 3	296	1.280	1.767	1.921	2.842	2.745	2.900	2.745
PM 3	1.675	7.674	7.687	7.250	4.651	6.012	7.809	6.012
SE 0,99	2.446	10.367	11.570	11.160	8.722	10.571	12.437	8.722
PM 3	1.071	4.385	7.653	7.692	7.928	10.854	12.067	10.854

*Figura 47 Anexo, modelo ajustado
Elaboración propia*

9.5 Pronósticos

Archivo de Excel adjunto "Pronósticos"

Forecast: Promedio Movil con 3 periodos								
Enero	Febrero	Marzo	Abril	M	J	Ju	Ag	S
33.598	35.459	37.291	60.129	71.972	67.915	41.931	28.244	51.478
109.277	124.242	115.863	139.022	126.781	124.590	100.199	105.395	101.568
36.039	44.193	43.492	53.038	44.524	49.402	39.685	40.353	29.948
73.612	79.110	76.506	81.032	74.053	66.498	56.276	56.517	58.152
31.004	34.295	37.145	39.306	50.497	43.544	38.424	23.510	48.280
47.228	41.279	45.955	46.595	51.582	60.863	59.332	56.857	53.169
32.439	28.372	32.533	24.929	36.947	32.609	37.857	30.064	25.146
19.392	21.465	19.630	25.764	25.812	23.807	16.646	14.347	13.653
55.983	67.164	66.167	79.340	66.912	58.628	36.423	36.023	37.942
29.172	31.436	35.089	35.062	49.348	48.128	67.762	52.151	53.854
30.533	29.109	26.897	33.415	31.112	31.036	27.315	30.460	34.964
31.987	32.232	30.417	32.009	26.260	26.008	21.209	26.868	25.833
9.487	13.496	17.657	22.027	24.540	18.557	15.305	19.753	39.208
29.115	31.725	32.223	37.605	32.628	34.850	28.360	28.670	21.009
30.256	27.248	28.276	26.871	29.589	35.912	36.695	35.902	32.973
21.743	23.041	23.949	29.107	26.095	24.314	16.654	15.915	15.224
8.364	7.754	9.427	7.835	10.400	9.756	13.437	14.963	16.360
25.126	26.749	25.043	29.880	26.027	23.483	22.873	23.804	25.705
10.962	10.228	10.641	12.111	11.275	11.989	10.926	10.889	8.862
20.241	22.573	21.780	25.088	22.009	23.681	24.395	25.150	24.302
12.744	15.440	12.707	14.978	12.063	12.024	9.102	9.990	10.894
15.974	15.794	16.036	19.462	18.302	16.788	12.658	11.902	11.288
10.335	9.659	8.427	6.512	10.077	10.308	8.917	6.193	5.060
8.234	7.991	7.469	8.148	11.910	16.120	17.197	12.171	8.443
11.148	10.009	7.619	9.916	9.475	10.241	8.282	10.359	12.934
14.361	17.297	16.281	19.205	18.158	19.008	15.646	14.234	12.654
8.438	9.164	9.322	9.750	8.199	8.416	6.758	6.556	5.364
8.061	8.661	8.291	8.997	8.539	8.034	6.717	6.215	7.380
16.659	17.561	17.206	20.179	17.158	17.930	15.644	16.779	16.312
2.085	1.793	1.543	2.050	2.115	1.975	1.308	1.086	1.350
5.493	6.758	8.132	11.164	10.648	11.099	8.678	7.927	5.569
10.873	11.647	12.731	14.316	13.012	14.752	11.490	11.570	8.270
8.764	9.070	8.315	11.362	9.262	9.223	4.624	4.204	4.661

Figura 48 Anexo, pronósticos
Elaboración propia

10 CAPITULO X
APÉNDICES

10.1 Ventas reales de la empresa.

n	oct.-16	nov.-16	dic.-16	ene.-17	feb.-17	mar.-17	abr.-17	may.-17	jun.-17	jul.-17	ago.-17	sep.-17
1	74.214	66.282	58.092	85.382	77.270	195.124	156.436	52.930	39.222	74.310	192.338	77.808
2	171.468	277.822	203.374	261.258	227.548	342.324	187.814	214.400	195.982	218.990	191.438	272.398
3	50.730	96.024	66.478	99.654	91.820	123.752	48.574	121.086	65.448	52.586	58.654	89.556
4	111.138	184.140	143.392	144.128	168.514	170.552	102.254	123.184	109.220	103.696	132.998	157.568
5	66.826	70.990	45.210	86.570	88.090	58.178	153.716	46.368	27.462	64.230	194.988	91.638
6	108.476	72.946	98.946	72.784	101.002	102.786	102.704	156.690	93.596	87.856	134.562	79.328
7	27.496	90.414	73.724	3.092	115.384	28.100	75.196	89.360	59.586	28.436	59.854	8.776
8	27.070	54.576	31.704	39.508	43.568	68.510	39.794	31.538	25.546	26.000	27.370	30.870
9	92.972	126.872	113.056	160.058	120.890	192.094	85.488	71.184	58.868	83.084	82.700	148.204
10	40.486	72.202	59.346	54.066	94.120	59.186	139.782	86.802	176.986	46.116	97.020	74.182
11	73.788	64.174	42.234	65.246	50.904	81.338	51.432	50.448	59.008	70.304	77.472	78.184
12	60.860	70.788	57.272	62.332	59.900	66.824	27.834	58.390	38.032	61.786	52.180	63.146
13	26.632	22.922	4.366	50.688	47.886	30.590	65.766	11.986	11.078	92.456	128.714	62.142
14	53.260	66.432	52.000	68.918	69.422	84.292	39.054	82.752	45.356	40.910	36.786	73.108
15	62.708	55.944	59.886	44.658	62.110	51.456	60.968	100.050	56.152	56.208	82.476	52.582
16	45.072	43.062	39.324	52.858	48.510	70.274	34.786	37.824	24.312	30.356	33.678	46.578
17	11.550	15.772	19.860	7.890	25.814	10.306	23.278	21.950	32.396	32.430	30.334	25.152
18	49.794	68.646	29.316	59.532	58.410	58.336	36.418	43.144	54.676	42.002	54.554	47.132
19	24.132	21.430	17.210	19.730	23.908	26.026	14.714	28.192	19.650	14.492	16.032	24.382
20	44.698	46.604	27.144	58.692	41.846	46.992	40.214	51.880	51.276	44.746	46.790	49.696
21	19.630	36.662	17.172	35.804	20.264	30.798	18.314	20.034	13.262	23.646	25.458	24.648
22	31.448	33.886	27.508	30.370	35.338	48.065	23.412	26.254	23.279	18.877	22.570	30.404
23	4.920	29.550	24.540	862	22.160	13.050	22.250	23.550	4.700	5.910	16.750	440
24	17.312	18.490	10.600	15.854	15.360	14.676	38.424	40.620	21.138	8.266	18.254	21.108
25	22.030	26.346	15.510	15.198	12.008	29.288	12.554	16.604	17.534	25.018	32.054	21.264
26	17.286	38.410	27.472	34.900	32.312	45.018	28.616	37.416	24.842	20.148	27.936	32.694
27	15.694	16.700	15.232	20.052	17.650	17.798	10.744	18.952	7.852	9.534	11.800	19.194
28	14.084	15.002	16.282	17.682	12.779	20.519	14.934	9.750	12.620	11.920	16.738	17.576
29	39.566	31.304	26.086	44.974	29.174	43.926	26.848	33.806	30.210	33.660	31.000	43.222
30	3.670	3.988	1.852	1.920	2.488	4.890	2.310	1.648	892	978	3.230	6.148

31	8.754	9.554	11.650	16.342	17.800	29.840	13.246	20.508	15.312	8.742	6.358	13.868
32	19.958	18.066	24.212	24.606	24.570	33.718	16.784	35.008	14.150	17.264	15.208	22.136
33	18.876	14.290	16.416	20.712	9.760	34.698	8.116	9.524	7.106	5.594	12.264	12.126
34	11.244	9.472	18.728	20.010	13.194	19.504	11.520	12.674	21.036	4.840	12.104	15.878
35	5.464	18.784	6.348	19.872	7.496	11.710	7.714	9.826	11.506	9.604	13.444	12.668
36	7.236	9.930	10.634	14.554	12.434	17.662	8.844	13.350	10.990	9.490	11.026	13.794
37	10.674	15.448	7.054	21.098	9.978	28.188	13.446	9.872	10.618	9.584	9.422	15.090
38	13.034	9.076	10.182	11.126	9.582	14.672	9.366	9.454	16.202	17.036	12.568	12.212
39	10.333	15.758	5.594	6.578	3.893	12.526	9.564	3.720	5.288	7.161	9.884	7.064
40	4.898	5.090	2.930	6.524	8.192	9.550	4.052	7.248	3.484	2.474	3.706	2.708
41	12.134	12.254	6.952	12.798	12.094	15.788	11.900	9.454	8.424	7.026	18.500	10.698
42	6.414	11.462	7.414	10.256	11.638	13.560	7.918	12.612	9.174	5.110	6.190	10.054
43	6.892	5.126	6.690	8.628	8.382	11.400	6.244	6.790	5.364	2.814	6.732	9.084
44	19.996	14.616	10.450	10.744	10.296	17.630	10.238	6.906	5.640	7.988	14.414	11.658
45	8.364	10.678	7.826	7.500	11.832	8.598	9.698	11.728	9.466	7.610	10.960	11.474
46	2.730	3.360	4.656	5.596	4.386	8.186	2.828	5.436	3.696	2.272	3.132	3.662
47	6.870	2.940	2.610	6.862	3.241	2.710	2.382	1.472	746	2.626	2.728	5.375
48	7.294	7.764	7.170	7.962	3.978	11.568	10.530	9.140	10.164	4.652	8.718	10.370
49	(42)	(320)	188	(412)	(232)	172	(258)	(356)	(404)	(234)	(604)	202
50	15.294	13.858	17.086	10.310	5.502	11.626	13.892	9.924	9.316	8.906	10.662	10.954
51	18.604	24.548	13.400	24.168	18.614	22.518	11.984	23.262	19.152	19.088	18.626	19.846
52	7.386	6.736	4.230	9.632	10.394	9.594	6.732	5.398	6.148	8.062	3.288	10.964
53	5.012	6.134	5.126	5.338	6.390	10.176	4.136	7.498	3.842	2.882	4.896	7.342
54	1.754	1.742	4.196	5.120	4.288	4.942	6.360	4.240	2.390	2.160	4.144	7.126
55	2.878	2.986	4.462	5.010	4.744	6.452	2.630	4.624	2.010	1.202	2.302	5.088
56	4.848	5.192	4.142	3.604	4.534	8.486	3.128	5.454	2.626	2.994	3.010	5.176
57	3.196	2.212	1.780	2.102	3.840	4.606	1.638	1.888	3.212	5.522	3.968	3.436
58	1.378	1.546	372	1.622	(32)	536	3.534	2.050	3.742	3.292	2.452	2.596
59	3.022	5.247	2.868	4.689	1.346	4.682	1.780	3.802	3.286	2.754	13.594	3.088
60	5.690	6.124	8.088	6.938	4.024	7.282	4.320	3.058	2.618	5.522	8.596	6.242
61	6.708	7.972	4.694	7.504	5.274	9.466	6.210	11.250	3.900	5.198	4.058	6.858
62	3.094	2.864	2.936	5.612	4.038	8.166	1.394	6.232	3.206	2.502	1.950	8.240
63	3.182	7.892	4.312	4.702	4.150	9.782	4.566	2.202	3.129	5.063	4.262	5.512
64	3.464	2.598	4.518	5.114	2.496	5.408	2.566	4.980	2.686	3.478	2.968	5.206
65	3.350	2.350	2.582	2.474	2.570	4.462	2.086	2.058	4.520	3.328	5.176	3.900

66	804	3.006	788	1.830	5.321	5.894	2.260	2.368	5.042	732	1.814	3.734
67	3.728	6.528	2.698	5.944	4.044	6.140	3.396	5.042	3.938	3.292	6.298	4.766
68	3.042	3.000	3.116	3.572	4.404	11.134	4.172	5.828	3.332	3.262	3.532	5.768
69	10.442	4.154	4.130	5.938	5.278	7.864	6.666	5.698	9.358	9.094	8.972	6.346
70	8.492	10.842	5.108	13.092	7.010	10.116	5.782	7.210	5.660	6.774	4.988	8.830
71	1.412	1.932	1.648	3.958	3.276	5.626	2.686	3.660	2.770	1.064	2.194	2.224
72	2.290	1.654	4.204	1.192	56	3.476	3.196	7.702	12.794	5.812	5.922	4.308
73	6.526	2.586	3.524	2.386	3.540	4.000	3.072	3.132	2.338	2.024	2.656	3.666
74	6.006	8.810	3.094	7.670	6.724	8.804	4.602	7.000	4.610	5.192	6.844	5.946
75	3.384	2.758	1.192	4.210	3.506	4.462	1.258	2.188	2.850	4.298	3.134	6.030
76	416	1.732	1.362	(338)	888	1.858	2.866	2.506	6.260	2.828	1.924	4.850
77	1.070	1.994	1.212	1.134	984	1.086	1.882	384	1.542	1.812	2.416	3.310
78	2.664	2.328	2.874	2.508	2.242	3.280	804	1.264	3.270	3.998	5.026	2.342
79	1.942	2.022	2.246	3.014	2.704	5.248	3.122	1.220	582	1.082	3.240	4.486
80	1.534	2.688	1.986	1.542	2.354	3.588	2.160	2.002	3.262	2.534	2.904	5.182
81	5.624	5.970	5.812	6.438	5.568	10.192	4.190	5.032	3.696	4.424	6.406	5.490
82	4.774	2.248	(232)	2.498	1.756	2.736	576	2.182	1.400	1.080	3.308	2.734
83	(358)	(340)	794	1.526	532	40	912	1.922	2.620	1.572	1.438	1.736
84	3.924	5.326	2.542	5.610	6.322	6.580	5.272	5.496	5.796	5.564	5.234	5.134
85	2.970	3.608	2.628	5.708	3.722	6.564	1.856	4.230	2.016	1.632	6.274	1.618
86	2.690	1.078	1.006	1.580	2.228	3.260	1.834	3.540	748	568	2.286	2.014
87	3.086	3.574	1.646	4.068	2.690	3.762	1.664	1.554	1.750	1.818	3.764	7.023
88	3.274	1.290	1.362	2.184	2.058	5.878	2.038	3.496	2.182	1.602	1.772	2.542
89	4.028	2.500	1.162	4.240	1.704	3.824	1.092	2.994	2.158	2.660	1.250	3.002
90	944	1.046	1.090	876	2.062	2.000	936	2.708	384	256	1.264	2.076
91	(958)	(564)	(912)	1.918	(638)	(120)	(500)	(560)	(860)	(658)	(842)	(560)
92	1.780	770	722	1.722	1.878	6.346	1.268	2.078	1.362	1.800	2.500	3.332
93	1.180	182	1.604	904	1.340	2.106	378	754	1.994	2.158	2.464	816
94	2.540	3.078	3.440	4.294	2.784	6.078	2.754	4.450	2.318	2.566	3.432	3.496
95	4.078	4.868	6.772	4.324	6.192	6.348	4.038	6.486	4.302	8.724	5.316	6.318
96	342	390	380	814	1.542	1.548	842	978	(578)	3.968	2.338	880
97	(996)	(882)	(894)	1.732	(1.000)	304	(870)	(990)	(990)	(980)	(880)	(968)
98	764	1.686	742	1.326	1.318	1.596	74	1.112	(128)	350	348	1.556
99	2.474	1.938	1.506	3.340	862	1.888	532	2.628	1.668	800	1.510	1.738
100	420	898	528	36	186	1.078	1.530	1.976	3.076	1.768	2.814	2.558

10												
1	1.472	1.038	762	2.556	998	2.726	1.556	1.264	2.284	1.518	3.070	2.646
10												
2	(386)	(14)	(628)	(90)	(826)	120	(440)	650	412	344	(112)	(488)
10												
3	2.860	3.472	1.756	2.532	2.434	4.782	1.416	1.792	2.956	2.412	1.406	1.864
10												
4	128	(418)	(602)	(372)	(604)	(322)	(366)	(328)	(420)	(648)	(664)	(576)
10												
5	272	466	656	528	1.270	958	(130)	108	2.012	1.440	1.304	100
10												
6	510	680	830	692	348	1.534	164	684	1.104	844	538	1.106
10												
7	476	464	588	1.158	642	1.574	1.528	382	944	790	2.590	1.676
10												
8	2.276	2.114	870	1.466	2.010	2.518	1.156	872	1.300	750	1.550	952
10												
9	386	2.038	806	4.312	1.304	2.934	1.914	1.518	1.988	1.498	2.022	1.400
11												
0	830	1.864	538	3.491	2.648	1.524	1.580	1.114	1.960	574	2.372	4.200
11												
1	2.348	4.480	490	3.776	1.818	3.386	2.090	3.486	4.128	3.248	2.642	3.774
11												
2	1.742	1.872	2.492	1.640	1.976	2.712	1.374	686	584	1.096	3.808	1.120
11												
3	1.434	1.974	1.794	1.828	2.830	3.576	1.614	2.826	2.036	470	1.078	5.920
11												
4	118	864	62	204	(148)	912	390	270	302	462	2.174	146
11												
5	504	580	376	582	1.388	1.710	854	32	2.700	782	646	1.612
11												
6	888	630	1.488	1.308	708	3.056	350	1.764	32	920	400	1.882
11												
7	(808)	(334)	(536)	1.164	(90)	386	1.730	(634)	(740)	(670)	(760)	(374)
11												
8	4.554	1.626	1.368	1.752	2.128	5.396	1.402	3.942	2.206	1.412	1.964	3.000
11												
9	610	670	610	70	870	984	1.122	2.508	3.450	2.482	1.490	2.496
12												
0	1.368	456	1.680	1.044	2.734	1.762	1.712	1.510	1.914	1.814	2.378	1.564
12												
1	2.618	3.224	1.370	3.782	2.954	8.268	2.780	2.788	3.962	3.020	2.144	1.922
12												
2	(666)	454	(460)	264	(286)	782	274	(94)	(504)	(408)	3.354	(190)
12												
3	(556)	(318)	(392)	(546)	(418)	280	(418)	(368)	(274)	(300)	(232)	(550)
12												
4	1.408	84	16	1.048	142	(166)	82	398	(214)	20	318	(574)
12												
5	532	454	236	1.646	644	2.570	988	1.972	4.152	3.030	2.180	3.240
12												
6	468	(20)	(220)	714	268	516	1.902	1.558	(92)	518	286	2.448
12												
7	466	90	(70)	1.304	1.240	1.436	(54)	454	812	1.548	1.794	1.506
12												
8	436	1.254	49	818	2.668	750	584	193	252	376	288	(115)
12												
9	1.112	1.972	3.742	2.528	1.290	3.322	1.406	2.860	320	1.896	952	1.460
13												
0	554	896	2.944	1.420	2.410	2.372	2.306	1.150	798	1.194	1.210	2.336
13												
1	531	560	(480)	3.586	584	2.353	20	138	244	540	686	2.388
13												
2	(246)	(214)	236	144	120	626	(762)	80	(142)	166	(174)	134
13												
3	(732)	(262)	(784)	66	(538)	(622)	(760)	(728)	(694)	(836)	(674)	(594)
13												
4	1.658	1.064	1.266	4.758	1.912	3.568	1.434	1.600	386	2.916	3.234	2.866
13												
5	(88)	1.288	1.352	2.634	2.342	1.926	1.100	2.180	928	308	1.282	1.254

13												
6	2.188	4.782	478	2.804	3.060	4.344	2.320	1.906	1.648	1.796	2.722	1.912
13												
7	682	932	(106)	844	580	1.056	318	486	300	770	1.606	1.098
13												
8	438	358	2.078	1.610	2.134	1.972	1.624	2.796	662	1.130	482	1.042
13												
9	(20)	1.812	558	2.290	1.654	3.954	576	3.304	510	1.128	1.248	1.868
14												
0	748	848	524	870	1.528	1.744	904	724	988	876	562	420
14												
1	(208)	218	(62)	(46)	(32)	1.354	310	(106)	394	(274)	(54)	948
14												
2	2.410	1.750	206	1.188	1.418	1.392	200	688	716	658	872	1.090
14												
3	(850)	(848)	(562)	(716)	(432)	(844)	(778)	(838)	(636)	(820)	(928)	(840)
14												
4	(546)	240	(482)	(678)	(746)	(42)	208	672	1.186	(636)	176	340
14												
5	(588)	(228)	(478)	(282)	(484)	(170)	(444)	(624)	138	(350)	(38)	(122)
14												
6	364	(338)	(496)	(92)	(538)	56	(472)	86	(244)	1.402	536	(328)
14												
7	(248)	(424)	(350)	(442)	(512)	(242)	(430)	324	(350)	(368)	(106)	32
14												
8	306	2.754	122	1.932	1.038	1.300	830	1.200	1.356	934	820	1.116
14												
9	1.544	2.790	1.326	4.892	2.106	4.434	1.496	2.454	1.902	1.816	1.274	2.772
15												
0	(110)	316	(274)	74	744	136	90	(110)	(194)	260	206	596
15												
1	(222)	(526)	(270)	(744)	(814)	(312)	352	372	576	(298)	420	(562)
15												
2	(140)	680	(54)	(178)	(82)	48	(350)	(384)	(350)	(380)	(286)	(338)
15												
3	48	(164)	(74)	(186)	(164)	72	(242)	(400)	(400)	240	(346)	(72)
15												
4	(370)	136	812	4.798	(32)	378	62	(110)	(256)	(112)	(218)	294
15												
5	1.222	14	(166)	16	114	304	(170)	(476)	(356)	(180)	34	(424)
15												
6	58	89	(744)	1	(390)	(64)	(628)	(134)	(248)	(372)	(566)	478
15												
7	(560)	(614)	(768)	(216)	(230)	(362)	(664)	(330)	(152)	40	(316)	80
15												
8	(14)	(126)	(416)	(172)	(330)	186	(316)	246	(264)	(134)	(430)	(166)
15												
9	(646)	(350)	(60)	(568)	(424)	(466)	590	(248)	(12)	688	(288)	(404)
16												
0	(390)	(456)	(586)	(748)	(418)	(524)	(722)	(814)	(874)	(722)	(674)	(862)
16												
1	(148)	282	(670)	(250)	(642)	330	(488)	(326)	(542)	380	(250)	(74)
16												
2	(820)	(706)	(802)	(196)	(578)	(642)	(566)	(330)	(224)	(468)	(500)	(286)
16												
3	(508)	(384)	(386)	(152)	(12)	(220)	(310)	358	598	(378)	(140)	124
16												
4	(504)	(758)	(842)	(474)	(788)	(618)	(578)	(514)	(544)	(542)	(704)	(664)
16												
5	(288)	520	(696)	(294)	2.702	(473)	(240)	422	(170)	(476)	(530)	(246)
16												
6	(50)	(286)	(250)	(198)	(202)	10	108	254	(412)	582	(112)	338
16												
7	(312)	-	(402)	(288)	318	474	362	430	6	148	(412)	(162)
16												
8	(252)	464	(422)	(170)	(72)	376	(194)	(336)	(714)	194	106	(34)
16												
9	(770)	(938)	(900)	(806)	(826)	(792)	(838)	(694)	(796)	(856)	(822)	(738)
17												
0	(442)	(778)	(812)	(660)	(560)	(588)	(634)	(764)	(891)	(376)	(614)	(570)

17												
1	(434)	(612)	(158)	(318)	(880)	(580)	(510)	(858)	(690)	(90)	(562)	(562)
17												
2	(564)	(326)	(526)	(534)	(460)	58	(632)	(112)	(500)	(320)	(556)	(344)
17												
3	(780)	(924)	(728)	158	(688)	(696)	(256)	(752)	(56)	(136)	(756)	(208)
17												
4	(950)	(822)	(936)	(960)	(868)	(1.000)	(984)	(788)	(992)	(960)	(934)	(1.000)
17												
5	(766)	(858)	(962)	(890)	(1.000)	(666)	(996)	(968)	(990)	(992)	(976)	(968)
17												
6	(862)	(862)	(964)	(984)	(718)	(908)	(794)	(874)	(844)	(824)	(924)	(930)
17												
7	(1.000)	(910)	(1.000)	(1.000)	(900)	(960)	(1.000)	(1.000)	(912)	(800)	(1.000)	(1.000)
17												
8	(974)	(908)	(942)	(838)	(842)	(770)	(946)	(890)	(966)	(876)	(974)	(770)
17												
9	(956)	(876)	(884)	(746)	(990)	(804)	(942)	(874)	(914)	(818)	(906)	(932)
18												
0	(962)	(954)	(938)	(500)	(982)	(968)	(972)	(920)	(876)	(874)	(976)	(894)
18												
1	(628)	(774)	(782)	(380)	(582)	(594)	(692)	(762)	(642)	(286)	(714)	(762)
18												
2	(918)	(930)	(954)	(802)	(970)	(962)	(932)	(914)	(960)	(968)	(788)	(858)
18												
3	(926)	(668)	(828)	(874)	(904)	(892)	(982)	(872)	(876)	(956)	(818)	(836)
18												
4	(802)	(920)	(826)	(818)	(922)	(782)	(910)	(938)	(830)	(828)	(956)	(900)
18												
5	(630)	(824)	(900)	(762)	(922)	(760)	(870)	(884)	(884)	(870)	(864)	(842)
18												
6	(970)	(958)	(950)	(952)	(986)	(954)	(976)	(986)	(986)	(964)	(960)	(976)
18												
7	(1.000)	(988)	(998)	(966)	(988)	(976)	(982)	(994)	(988)	(978)	(968)	(996)
18												
8	(952)	(902)	(870)	(906)	(886)	(878)	(956)	(952)	(852)	(970)	(886)	(906)
18												
9	(666)	(562)	(944)	(880)	(994)	(932)	(994)	(976)	(976)	(932)	(944)	(918)
19												
0	(948)	(974)	(1.000)	(1.000)	(938)	(978)	(998)	(996)	(970)	(1.000)	(1.000)	(1.000)
19												
1	(964)	(956)	(992)	(978)	(970)	(986)	(962)	(966)	(998)	(980)	(988)	(982)
19												
2	(662)	(766)	(910)	(666)	(776)	(764)	(844)	(743)	(576)	(324)	(696)	(836)
19												
3	22.286	61.976	54.616	39.830	72.508	36.620	51.342	31.654	47.742	38.902	28.686	18.548

19												
4	6.528	18.546	7.956	10.594	3.442	5.126	8.112	8.910	5.540	14.436	7.514	9.546
19												
5	124.446	290.632	254.310	113.860	185.858	223.832	184.586	249.842	230.994	212.108	215.466	120.816
19												
6	25.684	56.066	57.424	23.680	43.964	32.206	16.028	52.450	60.604	636	71.922	29.264
19												
7	5.864	9.596	11.446	2.376	7.112	5.546	7.998	4.816	14.300	(504)	16.882	4.042
19												
8	1.164	(68)	2	514	804	1.512	(258)	758	506	1.402	206	1.560
19												
9	(532)	(536)	(762)	(234)	(724)	(466)	(646)	(728)	176	(646)	(136)	(800)
20												
0	(870)	(854)	(902)	(784)	(886)	(750)	(862)	(900)	(902)	(868)	(904)	(974)
20												
1	(960)	(898)	(936)	(738)	(904)	(822)	(858)	(890)	(972)	(908)	(940)	(966)
20												
2	(992)	(996)	(968)	(1.000)	(988)	(984)	(1.000)	(300)	(956)	(160)	(1.000)	(358)
20												
3	(964)	(916)	(872)	(894)	(892)	(640)	(850)	(922)	(876)	(884)	(964)	(820)
20												
4	(519)	(337)	(605)	(578)	(214)	240	364	(764)	(607)	(688)	(98)	(279)
20												
5	(1.000)	(992)	(700)	(1.000)	3.100	(1.000)	(1.000)	(1.000)	3.152	(38)	(988)	(194)
20												
6	(108)	(188)	(22)	146	246	742	366	76	(270)	(310)	(276)	(138)

Tabla 8 Ventas históricas
Elaboración propia

10.2 Pronósticos obtenidos por Suavización exponencial

n	Producto	$\alpha = 0,01$	$\alpha = 0,83$	$\alpha = 0,99$
1	ADAP H PVC S40 12MM-1/2" B C/C	98.418,18	96.272,08	83.497,87
2	CODO PRE 90 1/2 PVC SCH40	227.583,45	224.724,93	207.710,12
3	TE PVC SCH40 12 MM-1/2" BL C/CEM	80.527,82	80.187,53	78.162,06
4	ADAPM PVC S40 12MM-1/2" B C/C	136.746,91	134.454,03	120.806,14
5	TE PVC SCH40 18 MM-3/4" BL C/CEM	83.057,09	88.887,54	123.592,10
6	CAJA RECTANGULAR PVC COND 1/2"-3/4"MM B	103.940,73	103.433,23	100.412,44
7	CONECTOR PVC COND LIV 18MM-3/4" GR C/R	60.149,27	62.705,71	77.922,39
8	RED PVC S40 18X12MM-3/4X1/2" B C/C	38.744,00	39.054,27	40.901,09
9	TB PVC SDR13.5 12MM-1/2"X6M B C/C	108.933,27	106.538,35	92.283,03
10	TB PVC COND LIV 18MM-3/4"X3M NA C/C	85.192,00	85.165,48	85.007,64
11	CODO PRE 90 3/4 PVC SCH40	63.395,27	67.031,34	88.674,31
12	TAPON H PVC S40 12MM-1/2" B C/C	57.018,00	54.852,46	41.962,52
13	TB PVC S21 18MM-3/4"X6M B C/C	45.825,82	63.370,32	167.800,32
14	UNIÓN PVC SCH40 12 MM-1/2" BL C/CEM	59.107,45	58.829,50	57.175,02
15	CAJA OCTOGONAL PVC COND 1/2"-3/4"MM B	63.965,09	64.742,29	69.368,38
16	TB PVC S17 18MM-3/4"X6M B C/C	42.823,27	42.662,58	41.706,11
17	SOP INT P/CANOA PVC UV COL B	22.052,73	21.766,54	20.063,10
18	CODO 90 PVC DWV S32.5 50MM-2" GR C/C	51.438,91	50.086,88	42.039,22
19	UNIÓN PRE 3/4 SCH40 PVC	21.501,45	20.818,31	16.752,05
20	CODO 90 PVC DWV S32.5 75MM-3" GR C/C °	46.534,73	45.589,32	39.962,00

21	ADAPM PVC S40 18MM-3/4" B C/C	24.731,27	25.305,83	28.725,77
22	TB PVC SDR26 25 MM-1" X 6 M BL C/CEM	30.182,45	29.167,07	23.123,19
23	CONECTOR PVC COND LIV 12MM-1/2" GR C/R	16.294,73	17.802,17	26.774,91
24	ADAP H PVC S40 18MM-3/4" B C/C	20.908,55	19.875,57	13.727,01
25	CURVA 90 PVC COND LIV 18MM-3/4" GR C/C	21.376,73	20.589,72	15.905,21
26	CODO PRE 90 1 PVC SCH40	31.396,00	31.078,91	29.191,50
27	TE PVC SCH40 25 MM-1" BL C/CEM	15.728,00	15.637,74	15.100,47
28	TB PVC SDR26 50 MM-2" X 6 M BL C/CEM	15.755,51	15.158,76	11.606,71
29	CURVA 90 PVC COND LIV 18MM-3/4" NA C/C	34.686,73	34.598,61	34.074,08
30	TB PVC SDR41 50 MM-2" X 6 M BL C/CEM	3.533,28	3.842,59	5.683,68
31	UNIÓN PRE 1 SCH40 PVC	15.373,27	14.500,08	9.302,55
32	ADAPM PVC S40 25MM-1" B C/C	23.140,36	22.321,00	17.443,88
33	RED PRE PVC S40 25MMX18MM 1" 3/4CAM/CEM°	15.305,09	15.384,44	15.856,75
34	CODO 90 PVC SCH40 12 MM-1/2" BL C/R	15.029,64	14.877,15	13.969,50
35	RED PVC DWV S32.5 75X50MM-3X2" GR C/C	12.069,82	11.664,39	9.251,18
36	CODO 90 PVC DWV S32.5 100MM-4" GR C/C	12.468,18	12.258,23	11.008,56
37	TB PLUV PVC 50 MM-2" X 6 M NA C/CEM	14.216,55	13.981,35	12.581,38
38	CODO 90 CPVC CTS 12 MM-1/2" CR C/CEM	13.027,09	13.355,84	15.312,66
39	TB PVC SDR51 100MM-4"X6M B C/C	9.209,01	9.308,20	9.898,62
40	TAPON H PVC S40 12MM-1/2" B C/R	6.286,18	6.174,47	5.509,55
41	TB PVC S26 38MM-11/2"X6M B C/C	12.574,91	12.195,37	9.936,23
42	RED PRE PVC S40 25MMX12MM 1" 1/2CAM/CEM°	10.249,82	10.081,35	9.078,56
43	TB PVC S26 31MM-11/4"X6M B C/C	7.823,82	7.485,72	5.473,28
44	TB PVC SDR51 75 MM-3" X 6 M BL C/CEM	12.719,85	13.557,35	18.542,43
45	CODO 90 PVC SCH40 50 MM-2" BL C/CEM	10.478,18	10.229,24	8.747,49
46	UNIÓN PRE 2 SCH40 PVC°	5.207,09	5.046,02	4.087,31
47	TB PVC S26 100MM-4"X6M B C/C	4.198,84	4.012,74	2.904,99
48	CODO PRE 90 1.1/2 PVC SCH40	9.085,45	8.802,27	7.116,67
49	TB PVC NOVAFORT 300MM-12"X6M BL C/EMP	772,55	747,33	597,24
50	TAPON H PVC S40 18MM-3/4" B C/C	12.488,73	11.922,18	8.549,90
51	TE PVC DWV S32.5 75 MM-3" GR C/CEM	20.451,27	19.634,39	14.772,08
52	CODO 45 PVC SCH40 12 MM-1/2" BL C/CEM	8.054,55	7.810,95	6.361,02
53	CODO PRE 90 1.1/4 PVC SCH40	6.584,55	6.488,81	5.918,96
54	ADAP H PVC S40 25MM-1" B C/C	4.757,82	4.637,13	3.918,75
55	TB PVC SDR17 25 MM-1" X 6 M BL C/CEM	4.572,73	4.438,33	3.638,37
56	TE PVC SCH40 38 MM-11/2" BL C/CEM	5.365,27	5.122,48	3.677,27
57	CODO 90 CPVC CTS 18 MM-3/4" CR C/CEM	4.087,64	4.072,25	3.980,66
58	UNIÓN P/CANOVA PVC UV COL BL C/CEM	2.862,91	2.839,17	2.697,86
59	TB PVC SDR51 150MM-6"X6M B C/C	5.279,23	5.153,64	4.406,14
60	TB PVC SDR51 50 MM-2" X 6 M BL C/CEM	6.660,00	6.796,50	7.608,97
61	CODO 45 PVC DWV S32.5 50MM-2" GR C/C	7.566,73	7.636,23	8.049,92

62	ADAPM PVC S40 38MM-11/2" B C/C	4.817,64	4.590,09	3.235,64
63	TB PVC SDR26 75 MM-3" X 6 M BL C/CEM	5.840,14	5.772,49	5.369,78
64	TAPON H PVC S40 25MM-1" B C/C	4.661,45	4.498,91	3.531,38
65	UNIÓN CPVC CTS 12 MM-1/2" CR C/CEM	4.177,82	4.339,22	5.299,95
66	TB PVC S32.5 50MM-2" X 20? 6 M B C/C	3.714,45	3.676,60	3.451,31
67	RED PVC DWV S32.5 100X75MM-4X3" GR C/C	5.640,73	5.438,17	4.232,48
68	ADAPM PVC S40 31MM-11/4" B C/C	5.399,45	5.179,14	3.867,77
69	ADAPM CPVC CTS 12MM-1/2" CR C/C	8.054,00	7.948,52	7.320,64
70	TE PVC DWV S32.5 50 MM-2" GR C/CEM	8.734,00	8.398,41	6.400,91
71	UNIÓN PRE 1.1/2 SCH40 PVC°	3.747,82	3.647,51	3.050,44
72	SOP INT P/CANOVA PVC UV LISA AC B	5.390,73	5.130,69	3.582,88
73	CODO PRE 45 3/4 PVC SCH40	4.253,09	4.299,16	4.573,37
74	TE PVC DWV S32.5 100 MM-4" GR C/CEM	7.305,09	7.067,93	5.656,29
75	TB CPVC CTS 12MM-1/2"X6M CR C/C	4.021,82	3.968,30	3.649,72
76	TP P/CANOVA PVC UV COL BL C/CEM	3.027,45	2.944,47	2.450,49
77	TB PVC S41 100MM-4"X6M B C/C	2.410,55	2.387,37	2.249,45
78	TE CPVC CTS 12 MM-1/2" CR C/CEM	3.750,73	3.713,44	3.491,51
79	TB PVC SDR41 75 MM-3" X 6 M BL C/CEM	3.402,00	3.308,32	2.750,72
80	CODO PRE 90 3 PVC SCH40	3.414,00	3.315,55	2.729,54
81	TE PVC SCH40 50 MM-2" BL C/CEM	6.759,27	6.565,72	5.413,66
82	TB PVC S26 62MM-21/2"X6M BL C/C	3.029,64	2.988,29	2.742,20
83	CANOVA COL PVC UV 3 M BL C/CEM	1.968,91	1.863,31	1.234,77
84	CODO 45 PVC DWV S32.5 75MM-3" GR C/C	6.242,36	6.058,94	4.967,16
85	TAPON M PVC S40 12MM-1/2" B C/R	4.746,18	4.569,58	3.518,37
86	RED PVC S40 38X12MM-11/2X1/2" B C/C°	2.892,55	2.774,85	2.074,29
87	TB PVC SDR17 50 MM-2" X 6 M BL C/CEM	3.670,56	3.624,01	3.346,97
88	UNIÓN PRE 1.1/4 SCH40 PVC	3.466,91	3.352,87	2.674,05
89	TB PVC S17 38MM-11/2"X6M B C/C	3.510,18	3.391,19	2.682,94
90	RED PVC S40 38X18MM-11/2X3/4" B C/C°	2.233,27	2.108,95	1.368,96
91	EMP NOVAF 6"	573,27	589,47	685,88
92	TAPON H PVC S40 38MM-11/2" B C/C	3.020,55	2.942,73	2.479,57
93	RED CPVC CTS 18X12MM-3/4X1/2" CR C/C	2.369,45	2.347,72	2.218,34
94	RED PVC S40 50X38MM-2X11/2" B C/C°	4.430,36	4.372,31	4.026,74
95	ADAPM PVC S40 50MM-2" B C/C	6.586,18	6.278,10	4.444,30
96	TE CPVC CTS 18 MM-3/4" CR C/CEM	2.142,18	2.133,93	2.084,81
97	EMP NOVAF 8"	414,00	412,17	401,29
98	TB PVC NOVAFORT 200MM-8"X6M BL C/EMP	1.835,27	1.771,79	1.393,91
99	UNIÓN M PVC BAP 75 MM - 3" NA C/C	2.740,55	2.651,66	2.122,61
100	BOQ P/CANOVA COL PVC UV 75MM-3" B C/EMP°	2.300,91	2.248,62	1.937,35
101	CODO PRE 45 2 PVC SCH40	2.749,45	2.729,30	2.609,33
102	UNIÓN P/CANOVA PVC UV LISA AC BL C/CEM	911,82	841,09	420,13

103	CODO 90 PVC DWV S32.5 38MM-11/2" GR C/C	3.528,91	3.535,22	3.572,79
104	TB PVC SDR51 200MM-8"X6M B C/C	580,36	566,30	482,60
105	UNIÓN CPVC CTS 18 MM-3/4" CR C/CEM	1.807,64	1.789,80	1.683,61
106	CODO PRE 45 1.1/2 PVC SCH40	1.720,73	1.709,29	1.641,22
107	ADAPM PVC S40 75MM-3" B C/C	2.012,36	2.027,66	2.118,71
108	YE PVC DWV S32.5 100 MM-4" GR C/CEM	2.534,73	2.475,87	2.125,53
109	CODO PRE 45 1 PVC SCH40	2.883,64	2.838,68	2.571,06
110	TB PVC SDR32.5 100MM-4"X6M B C/C	2.681,43	2.691,86	2.753,95
111	TAPON H PVC DWV S40 N1 75MM-3" B C/C	3.899,27	3.935,86	4.153,62
112	RED PVC S40 75X50MM-3X2" B C/C°	2.816,55	2.808,12	2.757,97
113	TE PVC SCH40 31 MM-11/4" BL C/CEM	2.950,91	2.928,85	2.797,53
114	TE PVC SCH40 100 MM-4" BL C/CEM	1.510,00	1.511,40	1.519,74
115	TB PVC S32.5 75MM-3"X6M B C/C	1.923,09	2.130,48	3.364,93
116	RED PVC S40 50X31MM-2X11/4" B C/C°	2.049,45	1.976,88	1.544,89
117	EMP HU NOVAF 100 MM-4" NE	882,55	876,00	837,04
118	TAPON H PVC S40 50MM-2" B C/C	3.522,73	3.429,44	2.874,15
119	CANOA COL PVC UV 6 M BL C/CEM	2.351,45	2.296,69	1.970,70
120	TAPON H CPVC CTS 12MM-1/2" CR C/C	2.670,18	2.664,73	2.632,26
121	CODO 45 PVC DWV S32.5 100MM-4" GR C/C	4.355,45	4.247,08	3.601,98
122	RED PVC S40 100X75MM-4X3" B C/C	1.246,36	1.250,53	1.275,34
123	RED PVC DWV S32.5 150X100MM-6X4" B C/C	678,00	644,10	442,30
124	LLAVE CHORRO BR 12MM-1/2" LIV C/R GRIVAL	1.285,09	1.294,52	1.350,61
125	CODO 90 PVC DWV S40 N1 50MM-2" B C/C°	2.673,09	2.540,77	1.753,19
126	TB PVC NOVAFORT 150MM-6"X6M BL C/EMP	1.536,18	1.468,94	1.068,69
127	TB CPVC CTS 18MM-3/4"X6M CR C/C	1.820,00	1.800,60	1.685,15
128	TB PVC S17 100MM-4"X6M BL C/C	1.696,99	1.618,01	1.147,86
129	RED PVC S40 50X12MM-2X1/2" B C/C°	2.945,45	2.823,52	2.097,75
130	TE PVC SCH40 75 MM-3" BL C/CEM	2.568,55	2.566,75	2.556,08
131	TB PVC SDR17 75 MM-3" X 6 M BL C/CEM	1.796,51	1.747,32	1.454,55
132	TB PVC SDR64 150MM-6"X6M B C/C	984,91	1.061,51	1.517,43
133	ABRAZADERA PVC S40 50X12MM-2X1/2" B C/C°	403,27	406,62	426,51
134	ADAP H PVC S40 50MM-2" B C/C	3.163,27	3.187,97	3.334,99
135	RED PVC S40 38X25MM-11/2X1" B C/C°	2.386,55	2.269,83	1.575,12
136	RED PVC DWV S32.5 100X50MM-4X2" GR C/C	3.549,82	3.553,25	3.573,69
137	CODO PRE 90 4 PVC SCH40	1.678,91	1.664,45	1.578,39
138	RED PVC S40 50X18MM-2X3/4" B C/C°	2.389,45	2.394,70	2.425,94
139	RED PVC S40 31X25MM-11/4X1" B C/C°	2.546,73	2.519,70	2.358,81
140	UNIÓN PRE 3 SCH40 PVC	1.937,82	1.843,30	1.280,68
141	ADAPM PVC S40 100MM-4" B C/C	1.135,82	1.122,65	1.044,30
142	YE PVC DWV S32.5 75 MM-3" GR C/CEM	2.045,27	2.012,96	1.820,65
143	ABRAZADERA PVC S40 75X18MM-3X3/4" B C/C°	249,82	275,38	427,51

144	TP P/CANOA PVC UV LISA AC BL C/CEM	941,09	890,35	588,34
145	CODO 45 PVC DWV S40 N1 100MM-4" B C/C	677,45	736,57	1.088,41
146	RED PVC S40 100X50MM-4X2" B C/C	1.024,00	992,11	802,30
147	TAPON H PVC S40 100MM-4" B C/C	713,82	700,13	618,66
148	TAPON H PVC DWV S40 N1 100MM-4" B C/C	2.144,73	2.119,33	1.968,13
149	RED PVC S40 50X25MM-2X1" B C/C°	3.366,73	3.211,36	2.286,55
150	CODO PRE 45 3 PVC SCH40	1.103,45	1.067,72	855,01
151	CANO LISA AC PVC UV 6 M BL C/CEM	866,73	821,71	553,74
152	TB PVC NOVAFORT 250MM-10"X6M BL C/EMP	865,82	819,00	540,36
153	TE PVC SCH40 62 MM-21/2" BL C/CEM	853,09	813,11	575,13
154	UNIÓN PVC SCH40 100 MM-4" BL C/CEM	1.462,55	1.385,27	925,31
155	YE PVC DWV S32.5 50 MM-2" GR C/CEM	1.032,36	1.037,39	1.067,34
156	TB PVC S26 150MM-6"X6M B C/C	727,54	710,45	608,75
157	YE PVC DWV S40 N1 100 MM-4" BL C/CEM	620,73	622,30	631,64
158	CODO 90 PVC S32.5 150MM-6" GRIS C/C	839,09	845,69	884,96
159	BOQ P/CANOA COL PVC UV 50MM-2" B C/EMP°	837,82	809,51	640,99
160	TB PVC NOVAFORT 375MM-15"X6M BL C/EMP	370,18	362,27	315,20
161	CODO PRE 45 4 PVC SCH40	788,73	746,53	495,34
162	TE PVC DWV S40 N1 100 MM-4" BL C/CEM	469,82	547,59	1.010,49
163	CODO 90 PVC DWV S40 N1 100MM-4" B C/C	860,55	912,34	1.220,63
164	CODO 45 PVC S32.5 150MM-6" GRIS C/C	375,82	370,20	336,79
165	TB PVC S32.5 150MM-6"X6M B C/C	1.043,29	988,19	660,24
166	TAPON H PVC S40 75MM-3" B C/C	949,45	937,50	866,33
167	ADAP H PVC S40 75MM-3" B C/C	1.029,45	1.003,36	848,01
168	CODO PRE 90 2.1/2 PVC SCH40	907,27	873,36	671,52
169	CODO 45 PVC SCH40 150 MM-6" BL C/CEM	178,36	173,25	142,85
170	TB PVC NOVAFORT 600MM-24"X6.3M BL C/EMP	352,79	333,41	218,08
171	TE PVC SCH40 150 MM-6" BL C/CEM	482,55	466,79	373,04
172	TE PVC DWV S32.5 150 MM-6" GR C/CEM	593,45	573,21	452,68
173	UNIÓN PVC SCH40 150 MM-6" BL C/CEM	489,64	446,64	190,70
174	EMP NOVAFORT 10" GUA	73,27	74,14	79,30
175	EMP NOVAFORT 12" GUA	85,09	82,70	68,46
176	TB PVC NOVAFORT 750MM-30"X6.3M BL C/EMP	131,09	123,30	76,95
177	EMP P/TRAP GRASA-REG HU 100MM-4" NE	47,09	49,49	63,75
178	TB PVC NOVAFORT 900MM-36"X6.3M BL C/EMP	97,64	96,44	89,31
179	YE PVC DWV S40 N1 150 MM-6" BL C/CEM	117,27	111,89	79,83
180	RED PVC DWV S40 N1 150X100MM-6X4" B C/C	98,00	94,77	75,51
181	CODO 90 PVC SCH40 150 MM-6" BL C/CEM	378,55	357,93	235,25
182	CODO 90 PVC DWV S40 N1 150MM-6" B C/C	82,00	78,99	61,07
183	CODO 45 PVC DWV S40 N1 150MM-6" B C/C	127,64	122,46	91,63
184	TE PVC SCH40 200 MM-8" BL C/CEM	133,45	129,39	105,17

185	RED PVC S40 200X150MM-8X6" B C/C	166,36	157,67	105,93
186	TE PVC SCH40 250 MM-10" BL C/CEM	32,55	33,00	35,72
187	CODO 90 PVC SCH 40 250 MM-10" BL C/CEM	15,82	17,01	24,12
188	CODO 90 PVC SCH40 200 MM-8" BL C/CEM	90,00	85,22	56,78
189	TB PVC NOVAFORT 1050MM-42"X6.3M BL C/EMP	109,09	96,90	24,31
190	UNIÓN NOVALOC PVC 2710 IIIIG 60" B C/C	18,00	17,09	11,66
191	CODO 45 PVC SCH40 250 MM-10" BL C/CEM	23,64	23,81	24,82
192	TB PVC NOVAFORT 450MM-18"X6M BL C/EMP	297,52	303,52	339,28
193	TB PVC CONDUIT L. 12MM-1/2"X3M GR C/C	45.196,55	45.300,02	45.915,91
194	TB PVC CONDUIT L. 50MM-2"X3M GR C/C	9.791,27	10.590,85	15.350,18
195	TB PVC CONDUIT L. 18MM-3/4"X3M GR C/C	208.812,18	210.252,98	218.829,06
196	TB PVC CONDUIT L. 25MM-1"X3M GR C/C	41.060,36	41.696,51	45.483,01
197	TB PVC CONDUIT L. 38MM-1 1/2"X3M GR C/C	8.766,55	8.925,39	9.870,90
198	VÁLVULA DE COMPUERTA MATCO 12MM-1/2" C/R	1.594,73	1.579,18	1.486,64
199	VÁLVULA DE COMPUERTA MATCO 50MM-2" C/R	524,18	496,78	333,70
200	VÁLVULA DE COMPUERTA MATCO 75MM-3" C/R	138,00	139,20	146,37
201	VÁLVULA DE COMPUERTA MATCO 100MM-4" C/R	106,73	102,25	75,63
202	EMP P/TRAP GRASA-REG HU 50MM-2" NE	150,55	136,95	56,04
203	LUBRICANTE P/UNIÓN 500GR UM	120,55	115,73	87,10
204	PEG SOLV PVC 3.79 LT-1 GL	654,01	692,30	920,17
205	TB PVC S40 100MM-4"X20' B C/C	866,73	855,93	791,68
206	SOLDADURA PVC 1/4GAL	1.036,55	1.107,91	1.532,71

Tabla 9 Pronósticos obtenidos por Suavización exponencial
Elaboración propia

10.3 Pronósticos obtenidos por Promedio móvil

n	Producto	3 periodos	6 periodos
1	ADAP H PVC S40 12MM-1/2" B C/C	102.956,67	119.393,33
2	CODO PRE 90 1/2 PVC SCH40	203.136,67	226.158,00
3	TE PVC SCH40 12 MM-1/2" BL C/CEM	59.896,00	79.350,00
4	ADAPM PVC S40 12MM-1/2" B C/C	116.304,67	124.650,67
5	TE PVC SCH40 18 MM-3/4" BL C/CEM	96.560,00	91.823,67
6	CAJA RECTANGULAR PVC COND 1/2"-3/4"MM B	106.338,00	114.032,33
7	CONECTOR PVC COND LIV 18MM-3/4" GR C/R	50.292,00	57.755,33
8	RED PVC S40 18X12MM-3/4X1/2" B C/C	27.305,33	37.459,67
9	TB PVC SDR13.5 12MM-1/2"X6M B C/C	75.884,00	96.569,67
10	TB PVC COND LIV 18MM-3/4"X3M NA C/C	107.707,33	101.982,00
11	CODO PRE 90 3/4 PVC SCH40	69.928,00	66.000,33
12	TAPON H PVC S40 12MM-1/2" B C/C	51.666,00	51.841,00
13	TB PVC S21 18MM-3/4"X6M B C/C	78.416,00	57.765,00
14	UNIÓN PVC SCH40 12 MM-1/2" BL C/CEM	42.017,33	55.858,33

15	CAJA OCTOGONAL PVC COND 1/2"-3/4"MM B	65.945,33	68.885,00
16	TB PVC S17 18MM-3/4"X6M B C/C	30.448,67	39.538,33
17	SOP INT P/CANOA PVC UV COL B	32.720,00	26.115,67
18	CODO 90 PVC DWV S32.5 50MM-2" GR C/C	51.410,67	49.188,33
19	UNIÓN PRE 3/4 SCH40 PVC	17.724,67	20.851,00
20	CODO 90 PVC DWV S32.5 75MM-3" GR C/C °	48.604,00	47.983,00
21	ADAPM PVC S40 18MM-3/4" B C/C	21.788,67	22.918,67
22	TB PVC SDR26 25 MM-1" X 6 M BL C/CEM	22.575,34	28.076,17
23	CONECTOR PVC COND LIV 12MM-1/2" GR C/R	10.120,00	15.368,33
24	ADAP H PVC S40 18MM-3/4" B C/C	16.886,00	24.563,00
25	CURVA 90 PVC COND LIV 18MM-3/4" GR C/C	25.868,67	23.175,33
26	CODO PRE 90 1 PVC SCH40	25.308,67	31.662,67
27	TE PVC SCH40 25 MM-1" BL C/CEM	10.728,67	13.780,00
28	TB PVC SDR26 50 MM-2" X 6 M BL C/CEM	14.759,33	15.413,54
29	CURVA 90 PVC COND LIV 18MM-3/4" NA C/C	32.623,33	34.241,67
30	TB PVC SDR41 50 MM-2" X 6 M BL C/CEM	2.700,02	3.324,68
31	UNIÓN PRE 1 SCH40 PVC	11.137,33	16.667,67
32	ADAPM PVC S40 25MM-1" B C/C	16.540,67	23.022,00
33	RED PRE PVC S40 25MMX18MM 1" 3/4CAM/CEM°	9.321,33	13.883,67
34	CODO 90 PVC SCH40 12 MM-1/2" BL C/R	13.660,00	14.613,00
35	RED PVC DWV S32.5 75X50MM-3X2" GR C/C	12.518,00	11.634,00
36	CODO 90 PVC DWV S32.5 100MM-4" GR C/C	11.502,00	12.893,67
37	TB PLUV PVC 50 MM-2" X 6 M NA C/CEM	10.874,67	14.521,67
38	CODO 90 CPVC CTS 12 MM-1/2" CR C/CEM	16.268,67	14.216,33
39	TB PVC SDR51 100MM-4"X6M B C/C	8.444,55	9.024,02
40	TAPON H PVC S40 12MM-1/2" B C/R	4.221,33	6.085,67
41	TB PVC S26 38MM-11/2"X6M B C/C	12.316,67	12.848,67
42	RED PRE PVC S40 25MMX12MM 1" 1/2CAM/CEM°	7.824,67	10.094,00
43	TB PVC S26 31MM-11/4"X6M B C/C	5.970,00	7.557,33
44	TB PVC SDR51 75 MM-3" X 6 M BL C/CEM	10.347,33	11.469,33
45	CODO 90 PVC SCH40 50 MM-2" BL C/CEM	10.345,33	10.676,67
46	UNIÓN PRE 2 SCH40 PVC°	4.033,33	5.258,33
47	TB PVC S26 100MM-4"X6M B C/C	3.033,46	3.110,73
48	CODO PRE 90 1.1/2 PVC SCH40	8.844,67	10.128,67
49	TB PVC NOVAFORT 300MM-12"X6M BL C/EMP	586,00	719,33
50	TAPON H PVC S40 18MM-3/4" B C/C	10.628,00	11.721,00
51	TE PVC DWV S32.5 75 MM-3" GR C/CEM	19.955,33	20.105,00
52	CODO 45 PVC SCH40 12 MM-1/2" BL C/CEM	6.832,67	7.537,00
53	CODO PRE 90 1.1/4 PVC SCH40	4.873,33	6.571,67
54	ADAP H PVC S40 25MM-1" B C/C	3.898,00	5.039,33
55	TB PVC SDR17 25 MM-1" X 6 M BL C/CEM	2.838,00	4.203,33

56	TE PVC SCH40 38 MM-11/2" BL C/CEM	3.876,67	5.283,00
57	CODO 90 CPVC CTS 18 MM-3/4" CR C/CEM	5.234,00	4.472,33
58	UNIÓN P/CANOA PVC UV COL BL C/CEM	4.162,00	3.601,00
59	TB PVC SDR51 150MM-6"X6M B C/C	7.544,72	5.983,03
60	TB PVC SDR51 50 MM-2" X 6 M BL C/CEM	6.578,68	6.232,68
61	CODO 45 PVC DWV S32.5 50MM-2" GR C/C	5.385,33	7.680,33
62	ADAPM PVC S40 38MM-11/2" B C/C	3.552,67	4.908,33
63	TB PVC SDR26 75 MM-3" X 6 M BL C/CEM	5.151,32	5.833,98
64	TAPON H PVC S40 25MM-1" B C/C	4.044,00	4.681,00
65	UNIÓN CPVC CTS 12 MM-1/2" CR C/CEM	5.341,33	4.605,00
66	TB PVC S32.5 50MM-2" X 20? 6 M B C/C	3.529,33	4.018,36
67	RED PVC DWV S32.5 100X75MM-4X3" GR C/C	5.509,33	5.684,33
68	ADAPM PVC S40 31MM-11/4" B C/C	4.375,33	6.210,00
69	ADAPM CPVC CTS 12MM-1/2" CR C/C	10.141,33	8.942,00
70	TE PVC DWV S32.5 50 MM-2" GR C/CEM	6.807,33	7.755,00
71	UNIÓN PRE 1.1/2 SCH40 PVC°	3.009,33	4.000,00
72	SOP INT P/CANOA PVC UV LISA AC B	9.176,00	7.483,67
73	CODO PRE 45 3/4 PVC SCH40	3.339,33	3.870,33
74	TE PVC DWV S32.5 100 MM-4" GR C/CEM	6.548,67	7.175,33
75	TB CPVC CTS 12MM-1/2"X6M CR C/C	4.427,33	4.031,67
76	TP P/CANOA PVC UV COL BL C/CEM	4.670,67	4.040,33
77	TB PVC S41 100MM-4"X6M B C/C	2.923,33	2.520,33
78	TE CPVC CTS 12 MM-1/2" CR C/CEM	5.098,00	3.940,33
79	TB PVC SDR41 75 MM-3" X 6 M BL C/CEM	2.634,67	3.415,67
80	CODO PRE 90 3 PVC SCH40	3.900,00	3.741,67
81	TE PVC SCH40 50 MM-2" BL C/CEM	5.842,00	6.656,67
82	TB PVC S26 62MM-21/2"X6M BL C/C	2.929,33	2.880,33
83	CANOA COL PVC UV 3 M BL C/CEM	2.876,67	2.417,33
84	CODO 45 PVC DWV S32.5 75MM-3" GR C/C	6.531,33	6.657,00
85	TAPON M PVC S40 12MM-1/2" B C/R	4.307,33	4.762,00
86	RED PVC S40 38X12MM-11/2X1/2" B C/C°	2.200,67	3.039,33
87	TB PVC SDR17 50 MM-2" X 6 M BL C/CEM	3.444,00	3.385,33
88	UNIÓN PRE 1.1/4 SCH40 PVC	2.852,00	3.828,00
89	TB PVC S17 38MM-11/2"X6M B C/C	3.022,67	3.329,67
90	RED PVC S40 38X18MM-11/2X3/4" B C/C°	1.634,67	2.258,00
91	EMP NOVAF 6"	213,33	410,00
92	TAPON H PVC S40 38MM-11/2" B C/C	2.887,33	3.559,00
93	RED CPVC CTS 18X12MM-3/4X1/2" CR C/C	3.205,33	2.642,33
94	RED PVC S40 50X38MM-2X11/2" B C/C°	3.772,00	4.599,67
95	ADAPM PVC S40 50MM-2" B C/C	7.114,00	6.869,00
96	TE CPVC CTS 18 MM-3/4" CR C/CEM	2.909,33	2.516,00

97	EMP NOVAF 8"	50,00	265,67
98	TB PVC NOVAFORT 200MM-8"X6M BL C/EMP	1.190,00	1.558,67
99	UNIÓN M PVC BAP 75 MM - 3" NA C/C	2.326,00	2.504,33
100	BOQ P/CANOA COL PVC UV 75MM-3" B C/EMP°	3.552,67	3.040,33
101	CODO PRE 45 2 PVC SCH40	3.290,67	3.069,67
102	UNIÓN P/CANOA PVC UV LISA AC BL C/CEM	1.214,67	1.162,33
103	CODO 90 PVC DWV S32.5 38MM-11/2" GR C/C	3.258,00	3.460,67
104	TB PVC SDR51 200MM-8"X6M B C/C	422,67	542,00
105	UNIÓN CPVC CTS 18 MM-3/4" CR C/CEM	2.585,33	1.948,67
106	CODO PRE 45 1.1/2 PVC SCH40	1.828,67	1.811,33
107	ADAPM PVC S40 75MM-3" B C/C	2.441,33	2.301,33
108	YE PVC DWV S32.5 100 MM-4" GR C/CEM	2.200,00	2.357,67
109	CODO PRE 45 1 PVC SCH40	2.836,00	2.979,00
110	TB PVC SDR32.5 100MM-4"X6M B C/C	2.635,47	2.520,74
111	TAPON H PVC DWV S40 N1 75MM-3" B C/C	4.339,33	4.163,33
112	RED PVC S40 75X50MM-3X2" B C/C°	2.829,33	2.710,00
113	TE PVC SCH40 31 MM-11/4" BL C/CEM	2.194,67	2.933,33
114	TE PVC SCH40 100 MM-4" BL C/CEM	1.979,33	1.751,67
115	TB PVC S32.5 75MM-3"X6M B C/C	2.376,03	2.120,68
116	RED PVC S40 50X31MM-2X11/4" B C/C°	1.450,67	2.087,00
117	EMP HU NOVAF 100 MM-4" NE	276,67	885,33
118	TAPON H PVC S40 50MM-2" B C/C	2.860,67	3.720,33
119	CANOA COL PVC UV 6 M BL C/CEM	3.474,00	3.006,00
120	TAPON H CPVC CTS 12MM-1/2" CR C/C	3.035,33	2.848,33
121	CODO 45 PVC DWV S32.5 100MM-4" GR C/C	4.042,00	4.827,00
122	RED PVC S40 100X75MM-4X3" B C/C	1.814,00	1.567,33
123	RED PVC DWV S32.5 150X100MM-6X4" B C/C	731,33	781,33
124	LLAVE CHORRO BR 12MM-1/2" LIV C/R GRIVAL	1.041,33	1.073,00
125	CODO 90 PVC DWV S40 N1 50MM-2" B C/C°	4.120,67	3.482,00
126	TB PVC NOVAFORT 150MM-6"X6M BL C/EMP	1.237,33	1.781,33
127	TB CPVC CTS 18MM-3/4"X6M CR C/C	2.384,67	1.998,33
128	TB PVC S17 100MM-4"X6M BL C/C	1.305,09	1.406,96
129	RED PVC S40 50X12MM-2X1/2" B C/C°	2.056,00	2.792,67
130	TE PVC SCH40 75 MM-3" BL C/CEM	2.067,33	2.505,00
131	TB PVC SDR17 75 MM-3" X 6 M BL C/CEM	1.489,90	1.663,46
132	TB PVC SDR64 150MM-6"X6M B C/C	950,00	965,67
133	ABRAZADERA PVC S40 50X12MM-2X1/2" B C/C°	265,33	281,00
134	ADAP H PVC S40 50MM-2" B C/C	3.178,67	3.189,67
135	RED PVC S40 38X25MM-11/2X1" B C/C°	1.839,33	2.287,33
136	RED PVC DWV S32.5 100X50MM-4X2" GR C/C	3.055,33	3.456,00
137	CODO PRE 90 4 PVC SCH40	1.892,00	1.756,00

138	RED PVC S40 50X18MM-2X3/4" B C/C°	1.758,00	2.444,33
139	RED PVC S40 31X25MM-11/4X1" B C/C°	1.962,00	2.786,67
140	UNIÓN PRE 3 SCH40 PVC	1.808,67	1.966,33
141	ADAPM PVC S40 100MM-4" B C/C	1.022,00	1.270,67
142	YE PVC DWV S32.5 75 MM-3" GR C/CEM	1.748,67	1.754,33
143	ABRAZADERA PVC S40 75X18MM-3X3/4" B C/C°	205,33	192,67
144	TP P/CANOA PVC UV LISA AC BL C/CEM	1.242,00	1.260,67
145	CODO 45 PVC DWV S40 N1 100MM-4" B C/C	916,67	752,00
146	RED PVC S40 100X50MM-4X2" B C/C	1.564,67	1.227,33
147	TAPON H PVC S40 100MM-4" B C/C	725,33	804,67
148	TAPON H PVC DWV S40 N1 100MM-4" B C/C	2.036,67	2.073,33
149	RED PVC S40 50X25MM-2X1" B C/C°	2.664,00	3.229,33
150	CODO PRE 45 3 PVC SCH40	1.090,67	1.064,67
151	CANO LISA AC PVC UV 6 M BL C/CEM	1.232,67	1.185,00
152	TB PVC NOVAFORT 250MM-10"X6M BL C/EMP	661,33	716,33
153	TE PVC SCH40 62 MM-21/2" BL C/CEM	831,33	820,67
154	UNIÓN PVC SCH40 100 MM-4" BL C/CEM	804,67	957,33
155	YE PVC DWV S32.5 50 MM-2" GR C/CEM	832,67	859,33
156	TB PVC S26 150MM-6"X6M B C/C	604,77	664,85
157	YE PVC DWV S40 N1 100 MM-4" BL C/CEM	857,33	702,67
158	CODO 90 PVC S32.5 150MM-6" GRIS C/C	724,00	881,33
159	BOQ P/CANOA COL PVC UV 50MM-2" B C/EMP°	1.129,33	1.044,00
160	TB PVC NOVAFORT 375MM-15"X6M BL C/EMP	243,33	278,33
161	CODO PRE 45 4 PVC SCH40	862,67	850,67
162	TE PVC DWV S40 N1 100 MM-4" BL C/CEM	602,67	545,00
163	CODO 90 PVC DWV S40 N1 100MM-4" B C/C	1.026,67	984,67
164	CODO 45 PVC S32.5 150MM-6" GRIS C/C	403,33	416,67
165	TB PVC S32.5 150MM-6"X6M B C/C	608,05	755,48
166	TAPON H PVC S40 75MM-3" B C/C	1.019,33	1.071,67
167	ADAP H PVC S40 75MM-3" B C/C	914,00	1.168,00
168	CODO PRE 90 2.1/2 PVC SCH40	862,00	905,33
169	CODO 45 PVC SCH40 150 MM-6" BL C/CEM	175,33	200,33
170	TB PVC NOVAFORT 600MM-24"X6.3M BL C/EMP	372,89	355,44
171	TE PVC SCH40 150 MM-6" BL C/CEM	552,67	451,67
172	TE PVC DWV S32.5 150 MM-6" GR C/CEM	541,33	656,33
173	UNIÓN PVC SCH40 150 MM-6" BL C/CEM	684,00	558,00
174	EMP NOVAFORT 10" GUA	38,00	57,00
175	EMP NOVAFORT 12" GUA	14,00	68,67
176	TB PVC NOVAFORT 750MM-30"X6.3M BL C/EMP	136,00	138,67
177	EMP P/TRAP GRASA-REG HU 100MM-4" NE	96,00	54,67
178	TB PVC NOVAFORT 900MM-36"X6.3M BL C/EMP	61,33	96,33

179	YE PVC DWV S40 N1 150 MM-6" BL C/CEM	120,67	123,67
180	RED PVC DWV S40 N1 150X100MM-6X4" B C/C	91,33	69,00
181	CODO 90 PVC SCH40 150 MM-6" BL C/CEM	452,67	385,00
182	CODO 90 PVC DWV S40 N1 150MM-6" B C/C	94,67	79,33
183	CODO 45 PVC DWV S40 N1 150MM-6" B C/C	116,67	100,67
184	TE PVC SCH40 200 MM-8" BL C/CEM	128,67	126,00
185	RED PVC S40 200X150MM-8X6" B C/C	127,33	144,67
186	TE PVC SCH40 250 MM-10" BL C/CEM	30,00	29,00
187	CODO 90 PVC SCH 40 250 MM-10" BL C/CEM	22,00	19,00
188	CODO 90 PVC SCH40 200 MM-8" BL C/CEM	97,33	84,33
189	TB PVC NOVAFORT 1050MM-42"X6.3M BL C/EMP	49,33	41,00
190	UNIÓN NOVALOC PVC 2710 IIIIG 60" B C/C	10,00	9,67
191	CODO 45 PVC SCH40 250 MM-10" BL C/CEM	11,33	20,00
192	TB PVC NOVAFORT 450MM-18"X6M BL C/EMP	468,00	342,11
193	TB PVC CONDUIT L. 12MM-1/2"X3M GR C/C	39.443,33	40.157,67
194	TB PVC CONDUIT L. 50MM-2"X3M GR C/C	10.163,33	9.273,00
195	TB PVC CONDUIT L. 18MM-3/4"X3M GR C/C	220.522,67	220.471,33
196	TB PVC CONDUIT L. 25MM-1"X3M GR C/C	45.387,33	39.974,33
197	TB PVC CONDUIT L. 38MM-1 1/2"X3M GR C/C	11.226,00	9.173,00
198	VÁLVULA DE COMPUERTA MATCO 12MM-1/2" C/R	1.704,67	1.687,67
199	VÁLVULA DE COMPUERTA MATCO 50MM-2" C/R	798,00	592,33
200	VÁLVULA DE COMPUERTA MATCO 75MM-3" C/R	108,67	135,67
201	VÁLVULA DE COMPUERTA MATCO 100MM-4" C/R	60,00	101,67
202	EMP P/TRAP GRASA-REG HU 50MM-2" NE	294,67	266,67
203	LUBRICANTE P/UNIÓN 500GR UM	92,00	144,00
204	PEG SOLV PVC 3.79 LT-1 GL	535,93	741,29
205	TB PVC S40 100MM-4"X20' B C/C	1.708,67	854,33
206	SOLDADURA PVC 1/4GAL	714,67	1.054,67

*Tabla 10 Pronósticos obtenidos por promedio móvil
Elaboración propia*

10.4 Pronósticos obtenidos por Regresión lineal

n	Producto	Regresión lineal
1	ADAP H PVC S40 12MM-1/2" B C/C	130.075,49
2	CODO PRE 90 1/2 PVC SCH40	201.562,02
3	TE PVC SCH40 12 MM-1/2" BL C/CEM	17.444,81
4	ADAPM PVC S40 12MM-1/2" B C/C	81.969,34
5	TE PVC SCH40 18 MM-3/4" BL C/CEM	103.952,01
6	CAJA RECTANGULAR PVC COND 1/2"-3/4"MM B	95.015,79
7	CONECTOR PVC COND LIV 18MM-3/4" GR C/R	17.018,47
8	RED PVC S40 18X12MM-3/4X1/2" B C/C	37.482,19

9	TB PVC SDR13.5 12MM-1/2"X6M B C/C	14.169,49
10	TB PVC COND LIV 18MM-3/4"X3M NA C/C	142.858,04
11	CODO PRE 90 3/4 PVC SCH40	71.874,24
12	TAPON H PVC S40 12MM-1/2" B C/C	34.734,42
13	TB PVC S21 18MM-3/4"X6M B C/C	70.099,07
14	UNIÓN PVC SCH40 12 MM-1/2" BL C/CEM	70.068,92
15	CAJA OCTOGONAL PVC COND 1/2"-3/4"MM B	60.117,14
16	TB PVC S17 18MM-3/4"X6M B C/C	59.845,81
17	SOP INT P/CANOA PVC UV COL B	46.062,88
18	CODO 90 PVC DWV S32.5 50MM-2" GR C/C	59.305,34
19	UNIÓN PRE 3/4 SCH40 PVC	13.780,82
20	CODO 90 PVC DWV S32.5 75MM-3" GR C/C °	34.892,60
21	ADAPM PVC S40 18MM-3/4" B C/C	5.078,91
22	TB PVC SDR26 25 MM-1" X 6 M BL C/CEM	18.368,22
23	CONECTOR PVC COND LIV 12MM-1/2" GR C/R	11.852,27
24	ADAP H PVC S40 18MM-3/4" B C/C	15.017,63
25	CURVA 90 PVC COND LIV 18MM-3/4" GR C/C	26.344,13
26	CODO PRE 90 1 PVC SCH40	28.802,24
27	TE PVC SCH40 25 MM-1" BL C/CEM	5.924,01
28	TB PVC SDR26 50 MM-2" X 6 M BL C/CEM	12.963,11
29	CURVA 90 PVC COND LIV 18MM-3/4" NA C/C	19.821,61
30	TB PVC SDR41 50 MM-2" X 6 M BL C/CEM	945,88
31	UNIÓN PRE 1 SCH40 PVC	11.050,77
32	ADAPM PVC S40 25MM-1" B C/C	10.292,53
33	RED PRE PVC S40 25MMX18MM 1" 3/4CAM/CEM°	508,13
34	CODO 90 PVC SCH40 12 MM-1/2" BL C/R	10.494,22
35	RED PVC DWV S32.5 75X50MM-3X2" GR C/C	9.813,07
36	CODO 90 PVC DWV S32.5 100MM-4" GR C/C	9.702,73
37	TB PLUV PVC 50 MM-2" X 6 M NA C/CEM	4.857,03
38	CODO 90 CPVC CTS 12 MM-1/2" CR C/CEM	12.319,24
39	TB PVC SDR51 100MM-4"X6M B C/C	9.281,18
40	TAPON H PVC S40 12MM-1/2" B C/R	6.106,75
41	TB PVC S26 38MM-11/2"X6M B C/C	8.493,25
42	RED PRE PVC S40 25MMX12MM 1" 1/2CAM/CEM°	8.304,45
43	TB PVC S26 31MM-11/4"X6M B C/C	2.885,31
44	TB PVC SDR51 75 MM-3" X 6 M BL C/CEM	5.664,10
45	CODO 90 PVC SCH40 50 MM-2" BL C/CEM	11.137,94
46	UNIÓN PRE 2 SCH40 PVC°	5.780,89
47	TB PVC S26 100MM-4"X6M B C/C	4.277,20
48	CODO PRE 90 1.1/2 PVC SCH40	10.396,44
49	TB PVC NOVAFORT 300MM-12"X6M BL C/EMP	748,74

50	TAPON H PVC S40 18MM-3/4" B C/C	7.556,80
51	TE PVC DWV S32.5 75 MM-3" GR C/CEM	25.802,62
52	CODO 45 PVC SCH40 12 MM-1/2" BL C/CEM	4.204,61
53	CODO PRE 90 1.1/4 PVC SCH40	4.488,30
54	ADAP H PVC S40 25MM-1" B C/C	3.259,11
55	TB PVC SDR17 25 MM-1" X 6 M BL C/CEM	2.054,39
56	TE PVC SCH40 38 MM-1 1/2" BL C/CEM	1.737,58
57	CODO 90 CPVC CTS 18 MM-3/4" CR C/CEM	3.612,05
58	UNIÓN P/CANOA PVC UV COL BL C/CEM	2.726,73
59	TB PVC SDR51 150MM-6"X6M B C/C	4.513,88
60	TB PVC SDR51 50 MM-2" X 6 M BL C/CEM	4.838,20
61	CODO 45 PVC DWV S32.5 50MM-2" GR C/C	8.683,25
62	ADAPM PVC S40 38MM-1 1/2" B C/C	19,82
63	TB PVC SDR26 75 MM-3" X 6 M BL C/CEM	4.003,34
64	TAPON H PVC S40 25MM-1" B C/C	4.085,35
65	UNIÓN CPVC CTS 12 MM-1/2" CR C/CEM	4.444,63
66	TB PVC S32.5 50MM-2" X 20" ?6 M B C/C	1.747,23
67	RED PVC DWV S32.5 100X75MM-4X3" GR C/C	4.804,67
68	ADAPM PVC S40 31MM-1 1/4" B C/C	1.951,99
69	ADAPM CPVC CTS 12MM-1/2" CR C/C	7.931,84
70	TE PVC DWV S32.5 50 MM-2" GR C/CEM	10.726,43
71	UNIÓN PRE 1.1/2 SCH40 PVC°	1.847,19
72	SOP INT P/CANOA PVC UV LISA AC B	6.130,54
73	CODO PRE 45 3/4 PVC SCH40	4.867,56
74	TE PVC DWV S32.5 100 MM-4" GR C/CEM	7.276,19
75	TB CPVC CTS 12MM-1/2"X6M CR C/C	1.378,88
76	TP P/CANOA PVC UV COL BL C/CEM	4.435,59
77	TB PVC S41 100MM-4"X6M B C/C	2.168,47
78	TE CPVC CTS 12 MM-1/2" CR C/CEM	1.356,41
79	TB PVC SDR41 75 MM-3" X 6 M BL C/CEM	3.116,78
80	CODO PRE 90 3 PVC SCH40	2.972,94
81	TE PVC SCH40 50 MM-2" BL C/CEM	3.755,77
82	TB PVC S26 62MM-2 1/2"X6M BL C/C	1.072,04
83	CANOA COL PVC UV 3 M BL C/CEM	2.712,72
84	CODO 45 PVC DWV S32.5 75MM-3" GR C/C	5.825,79
85	TAPON M PVC S40 12MM-1/2" B C/R	1.339,92
86	RED PVC S40 38X12MM-11/2X1/2" B C/C°	1.324,61
87	TB PVC SDR17 50 MM-2" X 6 M BL C/CEM	2.989,53
88	UNIÓN PRE 1.1/4 SCH40 PVC	2.307,82
89	TB PVC S17 38MM-1 1/2"X6M B C/C	1.758,87
90	RED PVC S40 38X18MM-11/2X3/4" B C/C°	2.045,30

91	EMP NOVAF 6"	622,53
92	TAPON H PVC S40 38MM-11/2" B C/C	2.873,36
93	RED CPVC CTS 18X12MM-3/4X1/2" CR C/C	1.703,12
94	RED PVC S40 50X38MM-2X11/2" B C/C°	4.098,59
95	ADAPM PVC S40 50MM-2" B C/C	5.596,72
96	TE CPVC CTS 18 MM-3/4" CR C/CEM	1.786,49
97	EMP NOVAF 8"	471,31
98	TB PVC NOVAFORT 200MM-8"X6M BL C/EMP	1.715,72
99	UNIÓN M PVC BAP 75 MM - 3" NA C/C	1.603,59
100	BOQ P/CANOA COL PVC UV 75MM-3" B C/EMP°	3.139,76
101	CODO PRE 45 2 PVC SCH40	2.027,18
102	UNIÓN P/CANOA PVC UV LISA AC BL C/CEM	389,98
103	CODO 90 PVC DWV S32.5 38MM-11/2" GR C/C	3.116,89
104	TB PVC SDR51 200MM-8"X6M B C/C	320,63
105	UNIÓN CPVC CTS 18 MM-3/4" CR C/CEM	2.617,28
106	CODO PRE 45 1.1/2 PVC SCH40	1.269,26
107	ADAPM PVC S40 75MM-3" B C/C	1.920,69
108	YE PVC DWV S32.5 100 MM-4" GR C/CEM	2.369,28
109	CODO PRE 45 1 PVC SCH40	2.353,95
110	TB PVC SDR32.5 100MM-4"X6M B C/C	884,51
111	TAPON H PVC DWV S40 N1 75MM-3" B C/C	2.791,92
112	RED PVC S40 75X50MM-3X2" B C/C°	3.958,89
113	TE PVC SCH40 31 MM-11/4" BL C/CEM	2.971,69
114	TE PVC SCH40 100 MM-4" BL C/CEM	1.964,81
115	TB PVC S32.5 75MM-3"X6M B C/C	1.995,98
116	RED PVC S40 50X31MM-2X11/4" B C/C°	2.353,01
117	EMP HU NOVAF 100 MM-4" NE	650,21
118	TAPON H PVC S40 50MM-2" B C/C	3.744,99
119	CANOA COL PVC UV 6 M BL C/CEM	2.354,25
120	TAPON H CPVC CTS 12MM-1/2" CR C/C	2.260,28
121	CODO 45 PVC DWV S32.5 100MM-4" GR C/C	4.763,23
122	RED PVC S40 100X75MM-4X3" B C/C	1.098,59
123	RED PVC DWV S32.5 150X100MM-6X4" B C/C	593,79
124	LLAVE CHORRO BR 12MM-1/2" LIV C/R GRIVAL	2.175,76
125	CODO 90 PVC DWV S40 N1 50MM-2" B C/C°	3.825,87
126	TB PVC NOVAFORT 150MM-6"X6M BL C/EMP	1.577,72
127	TB CPVC CTS 18MM-3/4"X6M CR C/C	2.082,20
128	TB PVC S17 100MM-4"X6M BL C/C	1.371,95
129	RED PVC S40 50X12MM-2X1/2" B C/C°	3.356,19
130	TE PVC SCH40 75 MM-3" BL C/CEM	1.380,64
131	TB PVC SDR17 75 MM-3" X 6 M BL C/CEM	1.959,40

132	TB PVC SDR64 150MM-6"X6M B C/C	752,61
133	ABRAZADERA PVC S40 50X12MM-2X1/2" B C/C°	322,23
134	ADAP H PVC S40 50MM-2" B C/C	2.305,24
135	RED PVC S40 38X25MM-11/2X1" B C/C°	1.582,54
136	RED PVC DWV S32.5 100X50MM-4X2" GR C/C	2.569,72
137	CODO PRE 90 4 PVC SCH40	847,20
138	RED PVC S40 50X18MM-2X3/4" B C/C°	3.661,98
139	RED PVC S40 31X25MM-11/4X1" B C/C°	623,53
140	UNIÓN PRE 3 SCH40 PVC	1.543,70
141	ADAPM PVC S40 100MM-4" B C/C	477,13
142	YE PVC DWV S32.5 75 MM-3" GR C/CEM	1.973,07
143	ABRAZADERA PVC S40 75X18MM-3X3/4" B C/C°	338,83
144	TP P/CANOA PVC UV LISA AC BL C/CEM	1.175,35
145	CODO 45 PVC DWV S40 N1 100MM-4" B C/C	509,52
146	RED PVC S40 100X50MM-4X2" B C/C	937,60
147	TAPON H PVC S40 100MM-4" B C/C	609,25
148	TAPON H PVC DWV S40 N1 100MM-4" B C/C	2.472,99
149	RED PVC S40 50X25MM-2X1" B C/C°	1.192,71
150	CODO PRE 45 3 PVC SCH40	1.011,29
151	CANO LISA AC PVC UV 6 M BL C/CEM	1.835,57
152	TB PVC NOVAFORT 250MM-10"X6M BL C/EMP	1.149,20
153	TE PVC SCH40 62 MM-21/2" BL C/CEM	759,69
154	UNIÓN PVC SCH40 100 MM-4" BL C/CEM	1.527,12
155	YE PVC DWV S32.5 50 MM-2" GR C/CEM	1.059,85
156	TB PVC S26 150MM-6"X6M B C/C	461,84
157	YE PVC DWV S40 N1 100 MM-4" BL C/CEM	517,35
158	CODO 90 PVC S32.5 150MM-6" GRIS C/C	761,52
159	BOQ P/CANOA COL PVC UV 50MM-2" B C/EMP°	1.270,10
160	TB PVC NOVAFORT 375MM-15"X6M BL C/EMP	515,71
161	CODO PRE 45 4 PVC SCH40	628,42
162	TE PVC DWV S40 N1 100 MM-4" BL C/CEM	527,36
163	CODO 90 PVC DWV S40 N1 100MM-4" B C/C	339,27
164	CODO 45 PVC S32.5 150MM-6" GRIS C/C	299,60
165	TB PVC S32.5 150MM-6"X6M B C/C	1.943,72
166	TAPON H PVC S40 75MM-3" B C/C	1.004,25
167	ADAP H PVC S40 75MM-3" B C/C	554,95
168	CODO PRE 90 2.1/2 PVC SCH40	692,82
169	CODO 45 PVC SCH40 150 MM-6" BL C/CEM	242,01
170	TB PVC NOVAFORT 600MM-24"X6.3M BL C/EMP	318,92
171	TE PVC SCH40 150 MM-6" BL C/CEM	310,16
172	TE PVC DWV S32.5 150 MM-6" GR C/CEM	692,81

173	UNIÓN PVC SCH40 150 MM-6" BL C/CEM	774,81
174	EMP NOVAFORT 10" GUA	123,02
175	EMP NOVAFORT 12" GUA	100,97
176	TB PVC NOVAFORT 750MM-30"X6.3M BL C/EMP	144,75
177	EMP P/TRAP GRASA-REG HU 100MM-4" NE	0,33
178	TB PVC NOVAFORT 900MM-36"X6.3M BL C/EMP	92,01
179	YE PVC DWV S40 N1 150 MM-6" BL C/CEM	73,63
180	RED PVC DWV S40 N1 150X100MM-6X4" B C/C	28,20
181	CODO 90 PVC SCH40 150 MM-6" BL C/CEM	328,71
182	CODO 90 PVC DWV S40 N1 150MM-6" B C/C	75,29
183	CODO 45 PVC DWV S40 N1 150MM-6" B C/C	111,75
184	TE PVC SCH40 200 MM-8" BL C/CEM	157,23
185	RED PVC S40 200X150MM-8X6" B C/C	84,57
186	TE PVC SCH40 250 MM-10" BL C/CEM	24,78
187	CODO 90 PVC SCH 40 250 MM-10" BL C/CEM	13,24
188	CODO 90 PVC SCH40 200 MM-8" BL C/CEM	92,75
189	TB PVC NOVAFORT 1050MM-42"X6.3M BL C/EMP	141,61
190	UNIÓN NOVALOC PVC 2710 IIIG 60" B C/C	13,88
191	CODO 45 PVC SCH40 250 MM-10" BL C/CEM	24,56
192	TB PVC NOVAFORT 450MM-18"X6M BL C/EMP	296,72
193	TB PVC CONDUIT L. 12MM-1/2"X3M GR C/C	54.427,72
194	TB PVC CONDUIT L. 50MM-2"X3M GR C/C	8.701,32
195	TB PVC CONDUIT L. 18MM-3/4"X3M GR C/C	167.506,67
196	TB PVC CONDUIT L. 25MM-1"X3M GR C/C	5.078,42
197	TB PVC CONDUIT L. 38MM-1 1/2"X3M GR C/C	849,08
198	VÁLVULA DE COMPUERTA MATCO 12MM-1/2" C/R	2.194,62
199	VÁLVULA DE COMPUERTA MATCO 50MM-2" C/R	571,82
200	VÁLVULA DE COMPUERTA MATCO 75MM-3" C/R	133,64
201	VÁLVULA DE COMPUERTA MATCO 100MM-4" C/R	15,48
202	EMP P/TRAP GRASA-REG HU 50MM-2" NE	176,85
203	LUBRICANTE P/UNIÓN 500GR UM	124,59
204	PEG SOLV PVC 3.79 LT-1 GL	434,84
205	TB PVC S40 100MM-4"X20' B C/C	1.282,07
206	SOLDADURA PVC 1/4GAL	1.060,77

Tabla 11 Pronósticos obtenidos por regresión lineal

Elaboración propia

10.5 Inventarios producidos y faltantes, Suavización exponencial con alfa 0.01

Modelo: SE 0,01

n	Set venta	Set pronostico	Pron - venta	Conclusión	Und sobrantes	Und faltantes
1	78.808	98.418	19.610	Sobrante	296.229,72	- 322.226,65
2	273.398	227.583	(45.815)	Faltante		
3	90.556	80.528	(10.028)	Faltante		
4	158.568	136.747	(21.821)	Faltante		
5	92.638	83.057	(9.581)	Faltante		
6	80.328	103.941	23.613	Sobrante		
7	9.776	60.149	50.373	Sobrante		
8	31.870	38.744	6.874	Sobrante		
9	149.204	108.933	(40.271)	Faltante		
10	75.182	85.192	10.010	Sobrante		
11	79.184	63.395	(15.789)	Faltante		
12	64.146	57.018	(7.128)	Faltante		
13	63.142	45.826	(17.316)	Faltante		
14	74.108	59.107	(15.001)	Faltante		
15	53.582	63.965	10.383	Sobrante		
16	47.578	42.823	(4.755)	Faltante		
17	26.152	22.053	(4.099)	Faltante		
18	48.132	51.439	3.307	Sobrante		
19	25.382	21.501	(3.881)	Faltante		
20	50.696	46.535	(4.161)	Faltante		

21	25.648	24.731	(917)	Faltante
22	31.404	30.182	(1.222)	Faltante
23	1.440	16.295	14.855	Sobrante
24	22.108	20.909	(1.199)	Faltante
25	22.264	21.377	(887)	Faltante
26	33.694	31.396	(2.298)	Faltante
27	20.194	15.728	(4.466)	Faltante
28	18.576	15.756	(2.821)	Faltante
29	44.222	34.687	(9.535)	Faltante
30	7.148	3.533	(3.615)	Faltante
31	14.868	15.373	505	Sobrante
32	23.136	23.140	4	Sobrante
33	13.126	15.305	2.179	Sobrante
34	16.878	15.030	(1.848)	Faltante
35	13.668	12.070	(1.598)	Faltante
36	14.794	12.468	(2.326)	Faltante
37	16.090	14.217	(1.873)	Faltante
38	13.212	13.027	(185)	Faltante
39	8.064	9.209	1.145	Sobrante
40	3.708	6.286	2.578	Sobrante
41	11.698	12.575	877	Sobrante

42	11.054	10.250	(804)	Faltante
43	10.084	7.824	(2.260)	Faltante
44	12.658	12.720	62	Sobrante
45	12.474	10.478	(1.996)	Faltante
46	4.662	5.207	545	Sobrante
47	6.375	4.199	(2.176)	Faltante
48	11.370	9.085	(2.285)	Faltante
49	1.202	773	(429)	Faltante
50	11.954	12.489	535	Sobrante
51	20.846	20.451	(395)	Faltante
52	11.964	8.055	(3.909)	Faltante
53	8.342	6.585	(1.757)	Faltante
54	8.126	4.758	(3.368)	Faltante
55	6.088	4.573	(1.515)	Faltante
56	6.176	5.365	(811)	Faltante
57	4.436	4.088	(348)	Faltante
58	3.596	2.863	(733)	Faltante
59	4.088	5.279	1.191	Sobrante
60	7.242	6.660	(582)	Faltante
61	7.858	7.567	(291)	Faltante
62	9.240	4.818	(4.422)	Faltante

63	6.512	5.840	(672)	Faltante
64	6.206	4.661	(1.545)	Faltante
65	4.900	4.178	(722)	Faltante
66	4.734	3.714	(1.020)	Faltante
67	5.766	5.641	(125)	Faltante
68	6.768	5.399	(1.369)	Faltante
69	7.346	8.054	708	Sobrante
70	9.830	8.734	(1.096)	Faltante
71	3.224	3.748	524	Sobrante
72	5.308	5.391	83	Sobrante
73	4.666	4.253	(413)	Faltante
74	6.946	7.305	359	Sobrante
75	7.030	4.022	(3.008)	Faltante
76	5.850	3.027	(2.823)	Faltante
77	4.310	2.411	(1.899)	Faltante
78	3.342	3.751	409	Sobrante
79	5.486	3.402	(2.084)	Faltante
80	6.182	3.414	(2.768)	Faltante
81	6.490	6.759	269	Sobrante
82	3.734	3.030	(704)	Faltante
83	2.736	1.969	(767)	Faltante

84	6.134	6.242	108	Sobrante
85	2.618	4.746	2.128	Sobrante
86	3.014	2.893	(121)	Faltante
87	8.023	3.671	(4.352)	Faltante
88	3.542	3.467	(75)	Faltante
89	4.002	3.510	(492)	Faltante
90	3.076	2.233	(843)	Faltante
91	440	573	133	Sobrante
92	4.332	3.021	(1.311)	Faltante
93	1.816	2.369	553	Sobrante
94	4.496	4.430	(66)	Faltante
95	7.318	6.586	(732)	Faltante
96	1.880	2.142	262	Sobrante
97	32	414	382	Sobrante
98	2.556	1.835	(721)	Faltante
99	2.738	2.741	3	Sobrante
100	3.558	2.301	(1.257)	Faltante
101	3.646	2.749	(897)	Faltante
102	512	912	400	Sobrante
103	2.864	3.529	665	Sobrante
104	424	580	156	Sobrante

105	1.100	1.808	708	Sobrante
106	2.106	1.721	(385)	Faltante
107	2.676	2.012	(664)	Faltante
108	1.952	2.535	583	Sobrante
109	2.400	2.884	484	Sobrante
110	5.200	2.681	(2.519)	Faltante
111	4.774	3.899	(875)	Faltante
112	2.120	2.817	697	Sobrante
113	6.920	2.951	(3.969)	Faltante
114	1.146	1.510	364	Sobrante
115	2.612	1.923	(689)	Faltante
116	2.882	2.049	(833)	Faltante
117	626	883	257	Sobrante
118	4.000	3.523	(477)	Faltante
119	3.496	2.351	(1.145)	Faltante
120	2.564	2.670	106	Sobrante
121	2.922	4.355	1.433	Sobrante
122	810	1.246	436	Sobrante
123	450	678	228	Sobrante
124	426	1.285	859	Sobrante
125	4.240	2.673	(1.567)	Faltante

12 6	3.448	1.536	(1.912)	Faltante
12 7	2.506	1.820	(686)	Faltante
12 8	885	1.697	812	Sobrante
12 9	2.460	2.945	485	Sobrante
13 0	3.336	2.569	(767)	Faltante
13 1	3.388	1.797	(1.592)	Faltante
13 2	1.134	985	(149)	Faltante
13 3	406	403	(3)	Faltante
13 4	3.866	3.163	(703)	Faltante
13 5	2.254	2.387	133	Sobrante
13 6	2.912	3.550	638	Sobrante
13 7	2.098	1.679	(419)	Faltante
13 8	2.042	2.389	347	Sobrante
13 9	2.868	2.547	(321)	Faltante
14 0	1.420	1.938	518	Sobrante
14 1	1.948	1.136	(812)	Faltante
14 2	2.090	2.045	(45)	Faltante
14 3	160	250	90	Sobrante
14 4	1.340	941	(399)	Faltante
14 5	878	677	(201)	Faltante
14 6	672	1.024	352	Sobrante

14 7	1.032	714	(318)	Faltante
14 8	2.116	2.145	29	Sobrante
14 9	3.772	3.367	(405)	Faltante
15 0	1.596	1.103	(493)	Faltante
15 1	438	867	429	Sobrante
15 2	662	866	204	Sobrante
15 3	928	853	(75)	Faltante
15 4	1.294	1.463	169	Sobrante
15 5	576	1.032	456	Sobrante
15 6	1.478	728	(750)	Faltante
15 7	1.080	621	(459)	Faltante
15 8	834	839	5	Sobrante
15 9	596	838	242	Sobrante
16 0	138	370	232	Sobrante
16 1	926	789	(137)	Faltante
16 2	714	470	(244)	Faltante
16 3	1.124	861	(263)	Faltante
16 4	336	376	40	Sobrante
16 5	754	1.043	289	Sobrante
16 6	1.338	949	(389)	Faltante
16 7	838	1.029	191	Sobrante

168	966	907	(59)	Faltante
169	262	178	(84)	Faltante
170	430	353	(77)	Faltante
171	438	483	45	Sobrante
172	656	593	(63)	Faltante
173	792	490	(302)	Faltante
174	-	73	73	Sobrante
175	32	85	53	Sobrante
176	70	131	61	Sobrante
177	-	47	47	Sobrante
178	230	98	(132)	Faltante
179	68	117	49	Sobrante
180	106	98	(8)	Faltante
181	238	379	141	Sobrante
182	142	82	(60)	Faltante
183	164	128	(36)	Faltante
184	100	133	33	Sobrante
185	158	166	8	Sobrante
186	24	33	9	Sobrante
187	4	16	12	Sobrante
188	94	90	(4)	Faltante
189	82	109	27	Sobrante

19 0	-	18	18	Sobrante
19 1	18	24	6	Sobrante
19 2	164	298	134	Sobrante
19 3	19.548	45.197	25.649	Sobrante
19 4	10.546	9.791	(755)	Faltante
19 5	121.816	208.812	86.996	Sobrante
19 6	30.264	41.060	10.796	Sobrante
19 7	5.042	8.767	3.725	Sobrante
19 8	2.560	1.595	(965)	Faltante
19 9	200	524	324	Sobrante
20 0	26	138	112	Sobrante
20 1	34	107	73	Sobrante
20 2	642	151	(491)	Faltante
20 3	180	121	(59)	Faltante
20 4	721	654	(67)	Faltante
20 5	806	867	61	Sobrante
20 6	862	1.037	175	Sobrante

*Tabla 12 Inventarios finales, Suavización exponencial, a 0.01
Elaboración propia*

10.6 Inventarios producidos y faltantes, Suavización exponencial con alfa de 0.83

Modelo: SE 0,83						
n	Set venta	Set pronóstico	Pron - venta	Conclusión	Und sobrantes	Und faltantes

1	78.808	96.272	17.464	Sobrante	297.139,92	-	318.442,99
2	273.398	224.725	(48.673)	Faltante			
3	90.556	80.188	(10.368)	Faltante			
4	158.568	134.454	(24.114)	Faltante			
5	92.638	88.888	(3.750)	Faltante			
6	80.328	103.433	23.105	Sobrante			
7	9.776	62.706	52.930	Sobrante			
8	31.870	39.054	7.184	Sobrante			
9	149.204	106.538	(42.666)	Faltante			
10	75.182	85.165	9.983	Sobrante			
11	79.184	67.031	(12.153)	Faltante			
12	64.146	54.852	(9.294)	Faltante			
13	63.142	63.370	228	Sobrante			
14	74.108	58.829	(15.279)	Faltante			
15	53.582	64.742	11.160	Sobrante			
16	47.578	42.663	(4.915)	Faltante			
17	26.152	21.767	(4.385)	Faltante			
18	48.132	50.087	1.955	Sobrante			
19	25.382	20.818	(4.564)	Faltante			
20	50.696	45.589	(5.107)	Faltante			
21	25.648	25.306	(342)	Faltante			

22	31.404	29.167	(2.237)	Faltante
23	1.440	17.802	16.362	Sobrante
24	22.108	19.876	(2.232)	Faltante
25	22.264	20.590	(1.674)	Faltante
26	33.694	31.079	(2.615)	Faltante
27	20.194	15.638	(4.556)	Faltante
28	18.576	15.159	(3.417)	Faltante
29	44.222	34.599	(9.623)	Faltante
30	7.148	3.843	(3.305)	Faltante
31	14.868	14.500	(368)	Faltante
32	23.136	22.321	(815)	Faltante
33	13.126	15.384	2.258	Sobrante
34	16.878	14.877	(2.001)	Faltante
35	13.668	11.664	(2.004)	Faltante
36	14.794	12.258	(2.536)	Faltante
37	16.090	13.981	(2.109)	Faltante
38	13.212	13.356	144	Sobrante
39	8.064	9.308	1.244	Sobrante
40	3.708	6.174	2.466	Sobrante
41	11.698	12.195	497	Sobrante
42	11.054	10.081	(973)	Faltante

43	10.084	7.486	(2.598)	Faltante
44	12.658	13.557	899	Sobrante
45	12.474	10.229	(2.245)	Faltante
46	4.662	5.046	384	Sobrante
47	6.375	4.013	(2.362)	Faltante
48	11.370	8.802	(2.568)	Faltante
49	1.202	747	(455)	Faltante
50	11.954	11.922	(32)	Faltante
51	20.846	19.634	(1.212)	Faltante
52	11.964	7.811	(4.153)	Faltante
53	8.342	6.489	(1.853)	Faltante
54	8.126	4.637	(3.489)	Faltante
55	6.088	4.438	(1.650)	Faltante
56	6.176	5.122	(1.054)	Faltante
57	4.436	4.072	(364)	Faltante
58	3.596	2.839	(757)	Faltante
59	4.088	5.154	1.065	Sobrante
60	7.242	6.797	(445)	Faltante
61	7.858	7.636	(222)	Faltante
62	9.240	4.590	(4.650)	Faltante
63	6.512	5.772	(740)	Faltante

64	6.206	4.499	(1.707)	Faltante
65	4.900	4.339	(561)	Faltante
66	4.734	3.677	(1.057)	Faltante
67	5.766	5.438	(328)	Faltante
68	6.768	5.179	(1.589)	Faltante
69	7.346	7.949	603	Sobrante
70	9.830	8.398	(1.432)	Faltante
71	3.224	3.648	424	Sobrante
72	5.308	5.131	(177)	Faltante
73	4.666	4.299	(367)	Faltante
74	6.946	7.068	122	Sobrante
75	7.030	3.968	(3.062)	Faltante
76	5.850	2.944	(2.906)	Faltante
77	4.310	2.387	(1.923)	Faltante
78	3.342	3.713	371	Sobrante
79	5.486	3.308	(2.178)	Faltante
80	6.182	3.316	(2.866)	Faltante
81	6.490	6.566	76	Sobrante
82	3.734	2.988	(746)	Faltante
83	2.736	1.863	(873)	Faltante
84	6.134	6.059	(75)	Faltante

85	2.618	4.570	1.952	Sobrante
86	3.014	2.775	(239)	Faltante
87	8.023	3.624	(4.399)	Faltante
88	3.542	3.353	(189)	Faltante
89	4.002	3.391	(611)	Faltante
90	3.076	2.109	(967)	Faltante
91	440	589	149	Sobrante
92	4.332	2.943	(1.389)	Faltante
93	1.816	2.348	532	Sobrante
94	4.496	4.372	(124)	Faltante
95	7.318	6.278	(1.040)	Faltante
96	1.880	2.134	254	Sobrante
97	32	412	380	Sobrante
98	2.556	1.772	(784)	Faltante
99	2.738	2.652	(86)	Faltante
100	3.558	2.249	(1.309)	Faltante
101	3.646	2.729	(917)	Faltante
102	512	841	329	Sobrante
103	2.864	3.535	671	Sobrante
104	424	566	142	Sobrante
105	1.100	1.790	690	Sobrante

10 6	2.106	1.709	(397)	Faltante
10 7	2.676	2.028	(648)	Faltante
10 8	1.952	2.476	524	Sobrante
10 9	2.400	2.839	439	Sobrante
11 0	5.200	2.692	(2.508)	Faltante
11 1	4.774	3.936	(838)	Faltante
11 2	2.120	2.808	688	Sobrante
11 3	6.920	2.929	(3.991)	Faltante
11 4	1.146	1.511	365	Sobrante
11 5	2.612	2.130	(482)	Faltante
11 6	2.882	1.977	(905)	Faltante
11 7	626	876	250	Sobrante
11 8	4.000	3.429	(571)	Faltante
11 9	3.496	2.297	(1.199)	Faltante
12 0	2.564	2.665	101	Sobrante
12 1	2.922	4.247	1.325	Sobrante
12 2	810	1.251	441	Sobrante
12 3	450	644	194	Sobrante
12 4	426	1.295	869	Sobrante
12 5	4.240	2.541	(1.699)	Faltante
12 6	3.448	1.469	(1.979)	Faltante

127	2.506	1.801	(705)	Faltante
128	885	1.618	733	Sobrante
129	2.460	2.824	364	Sobrante
130	3.336	2.567	(769)	Faltante
131	3.388	1.747	(1.641)	Faltante
132	1.134	1.062	(72)	Faltante
133	406	407	1	Sobrante
134	3.866	3.188	(678)	Faltante
135	2.254	2.270	16	Sobrante
136	2.912	3.553	641	Sobrante
137	2.098	1.664	(434)	Faltante
138	2.042	2.395	353	Sobrante
139	2.868	2.520	(348)	Faltante
140	1.420	1.843	423	Sobrante
141	1.948	1.123	(825)	Faltante
142	2.090	2.013	(77)	Faltante
143	160	275	115	Sobrante
144	1.340	890	(450)	Faltante
145	878	737	(141)	Faltante
146	672	992	320	Sobrante
147	1.032	700	(332)	Faltante

148	2.116	2.119	3	Sobrante
149	3.772	3.211	(561)	Faltante
150	1.596	1.068	(528)	Faltante
151	438	822	384	Sobrante
152	662	819	157	Sobrante
153	928	813	(115)	Faltante
154	1.294	1.385	91	Sobrante
155	576	1.037	461	Sobrante
156	1.478	710	(768)	Faltante
157	1.080	622	(458)	Faltante
158	834	846	12	Sobrante
159	596	810	214	Sobrante
160	138	362	224	Sobrante
161	926	747	(179)	Faltante
162	714	548	(166)	Faltante
163	1.124	912	(212)	Faltante
164	336	370	34	Sobrante
165	754	988	234	Sobrante
166	1.338	937	(401)	Faltante
167	838	1.003	165	Sobrante
168	966	873	(93)	Faltante

169	262	173	(89)	Faltante
170	430	333	(97)	Faltante
171	438	467	29	Sobrante
172	656	573	(83)	Faltante
173	792	447	(345)	Faltante
174	-	74	74	Sobrante
175	32	83	51	Sobrante
176	70	123	53	Sobrante
177	-	49	49	Sobrante
178	230	96	(134)	Faltante
179	68	112	44	Sobrante
180	106	95	(11)	Faltante
181	238	358	120	Sobrante
182	142	79	(63)	Faltante
183	164	122	(42)	Faltante
184	100	129	29	Sobrante
185	158	158	(0)	Faltante
186	24	33	9	Sobrante
187	4	17	13	Sobrante
188	94	85	(9)	Faltante
189	82	97	15	Sobrante
190	-	17	17	Sobrante

19 1	18	24	6	Sobrante
19 2	164	304	140	Sobrante
19 3	19.548	45.300	25.752	Sobrante
19 4	10.546	10.591	45	Sobrante
19 5	121.816	210.253	88.437	Sobrante
19 6	30.264	41.697	11.433	Sobrante
19 7	5.042	8.925	3.883	Sobrante
19 8	2.560	1.579	(981)	Faltante
19 9	200	497	297	Sobrante
20 0	26	139	113	Sobrante
20 1	34	102	68	Sobrante
20 2	642	137	(505)	Faltante
20 3	180	116	(64)	Faltante
20 4	721	692	(29)	Faltante
20 5	806	856	50	Sobrante
20 6	862	1.108	246	Sobrante

Tabla 13 Inventarios finales, Suavización exponencial, a 0.83
Elaboración propia

10.7 Inventarios producidos y faltantes, Suavización exponencial con alfa 0.99

Modelo: SE 0,99						
n	Set venta	Set pronóstico	Pron - venta	Conclusión	Und sobrantes	Und faltantes
1	78.808	83.498	4.690	Sobrante	478.222,61	- 471.586,41

2	273.398	207.710	(65.688)	Faltante
3	90.556	78.162	(12.394)	Faltante
4	158.568	120.806	(37.762)	Faltante
5	92.638	123.592	30.954	Sobrante
6	80.328	100.412	20.084	Sobrante
7	9.776	77.922	68.146	Sobrante
8	31.870	40.901	9.031	Sobrante
9	149.204	92.283	(56.921)	Faltante
10	75.182	85.008	9.826	Sobrante
11	79.184	88.674	9.490	Sobrante
12	64.146	41.963	(22.183)	Faltante
13	63.142	167.800	104.658	Sobrante
14	74.108	57.175	(16.933)	Faltante
15	53.582	69.368	15.786	Sobrante
16	47.578	41.706	(5.872)	Faltante
17	26.152	20.063	(6.089)	Faltante
18	48.132	42.039	(6.093)	Faltante
19	25.382	16.752	(8.630)	Faltante
20	50.696	39.962	(10.734)	Faltante
21	25.648	28.726	3.078	Sobrante
22	31.404	23.123	(8.281)	Faltante

23	1.440	26.775	25.335	Sobrante
24	22.108	13.727	(8.381)	Faltante
25	22.264	15.905	(6.359)	Faltante
26	33.694	29.191	(4.503)	Faltante
27	20.194	15.100	(5.094)	Faltante
28	18.576	11.607	(6.969)	Faltante
29	44.222	34.074	(10.148)	Faltante
30	7.148	5.684	(1.464)	Faltante
31	14.868	9.303	(5.565)	Faltante
32	23.136	17.444	(5.692)	Faltante
33	13.126	15.857	2.731	Sobrante
34	16.878	13.970	(2.908)	Faltante
35	13.668	9.251	(4.417)	Faltante
36	14.794	11.009	(3.785)	Faltante
37	16.090	12.581	(3.509)	Faltante
38	13.212	15.313	2.101	Sobrante
39	8.064	9.899	1.835	Sobrante
40	3.708	5.510	1.802	Sobrante
41	11.698	9.936	(1.762)	Faltante
42	11.054	9.079	(1.975)	Faltante
43	10.084	5.473	(4.611)	Faltante

44	12.658	18.542	5.884	Sobrante
45	12.474	8.747	(3.727)	Faltante
46	4.662	4.087	(575)	Faltante
47	6.375	2.905	(3.470)	Faltante
48	11.370	7.117	(4.253)	Faltante
49	1.202	597	(605)	Faltante
50	11.954	8.550	(3.404)	Faltante
51	20.846	14.772	(6.074)	Faltante
52	11.964	6.361	(5.603)	Faltante
53	8.342	5.919	(2.423)	Faltante
54	8.126	3.919	(4.207)	Faltante
55	6.088	3.638	(2.450)	Faltante
56	6.176	3.677	(2.499)	Faltante
57	4.436	3.981	(455)	Faltante
58	3.596	2.698	(898)	Faltante
59	4.088	4.406	318	Sobrante
60	7.242	7.609	367	Sobrante
61	7.858	8.050	192	Sobrante
62	9.240	3.236	(6.004)	Faltante
63	6.512	5.370	(1.142)	Faltante
64	6.206	3.531	(2.675)	Faltante

65	4.900	5.300	400	Sobrante
66	4.734	3.451	(1.283)	Faltante
67	5.766	4.232	(1.534)	Faltante
68	6.768	3.868	(2.900)	Faltante
69	7.346	7.321	(25)	Faltante
70	9.830	6.401	(3.429)	Faltante
71	3.224	3.050	(174)	Faltante
72	5.308	3.583	(1.725)	Faltante
73	4.666	4.573	(93)	Faltante
74	6.946	5.656	(1.290)	Faltante
75	7.030	3.650	(3.380)	Faltante
76	5.850	2.450	(3.400)	Faltante
77	4.310	2.249	(2.061)	Faltante
78	3.342	3.492	150	Sobrante
79	5.486	2.751	(2.735)	Faltante
80	6.182	2.730	(3.452)	Faltante
81	6.490	5.414	(1.076)	Faltante
82	3.734	2.742	(992)	Faltante
83	2.736	1.235	(1.501)	Faltante
84	6.134	4.967	(1.167)	Faltante
85	2.618	3.518	900	Sobrante

86	3.014	2.074	(940)	Faltante
87	8.023	3.347	(4.676)	Faltante
88	3.542	2.674	(868)	Faltante
89	4.002	2.683	(1.319)	Faltante
90	3.076	1.369	(1.707)	Faltante
91	440	686	246	Sobrante
92	4.332	2.480	(1.852)	Faltante
93	1.816	2.218	402	Sobrante
94	4.496	4.027	(469)	Faltante
95	7.318	4.444	(2.874)	Faltante
96	1.880	2.085	205	Sobrante
97	32	401	369	Sobrante
98	2.556	1.394	(1.162)	Faltante
99	2.738	2.123	(615)	Faltante
100	3.558	1.937	(1.621)	Faltante
101	3.646	2.609	(1.037)	Faltante
102	512	420	(92)	Faltante
103	2.864	3.573	709	Sobrante
104	424	483	59	Sobrante
105	1.100	1.684	584	Sobrante
106	2.106	1.641	(465)	Faltante

107	2.676	2.119	(557)	Faltante
108	1.952	2.126	174	Sobrante
109	2.400	2.571	171	Sobrante
110	5.200	2.754	(2.446)	Faltante
111	4.774	4.154	(620)	Faltante
112	2.120	2.758	638	Sobrante
113	6.920	2.798	(4.122)	Faltante
114	1.146	1.520	374	Sobrante
115	2.612	3.365	753	Sobrante
116	2.882	1.545	(1.337)	Faltante
117	626	837	211	Sobrante
118	4.000	2.874	(1.126)	Faltante
119	3.496	1.971	(1.525)	Faltante
120	2.564	2.632	68	Sobrante
121	2.922	3.602	680	Sobrante
122	810	1.275	465	Sobrante
123	450	442	(8)	Faltante
124	426	1.351	925	Sobrante
125	4.240	1.753	(2.487)	Faltante
126	3.448	1.069	(2.379)	Faltante
127	2.506	1.685	(821)	Faltante

128	885	1.148	263	Sobrante
129	2.460	2.098	(362)	Faltante
130	3.336	2.556	(780)	Faltante
131	3.388	1.455	(1.934)	Faltante
132	1.134	1.517	383	Sobrante
133	406	427	21	Sobrante
134	3.866	3.335	(531)	Faltante
135	2.254	1.575	(679)	Faltante
136	2.912	3.574	662	Sobrante
137	2.098	1.578	(520)	Faltante
138	2.042	2.426	384	Sobrante
139	2.868	2.359	(509)	Faltante
140	1.420	1.281	(139)	Faltante
141	1.948	1.044	(904)	Faltante
142	2.090	1.821	(269)	Faltante
143	160	428	268	Sobrante
144	1.340	588	(752)	Faltante
145	878	1.088	210	Sobrante
146	672	802	130	Sobrante
147	1.032	619	(413)	Faltante
148	2.116	1.968	(148)	Faltante

14 9	3.772	2.287	(1.485)	Faltante
15 0	1.596	855	(741)	Faltante
15 1	438	554	116	Sobrante
15 2	662	540	(122)	Faltante
15 3	928	575	(353)	Faltante
15 4	1.294	925	(369)	Faltante
15 5	576	1.067	491	Sobrante
15 6	1.478	609	(869)	Faltante
15 7	1.080	632	(448)	Faltante
15 8	834	885	51	Sobrante
15 9	596	641	45	Sobrante
16 0	138	315	177	Sobrante
16 1	926	495	(431)	Faltante
16 2	714	1.010	296	Sobrante
16 3	1.124	1.221	97	Sobrante
16 4	336	337	1	Sobrante
16 5	754	660	(94)	Faltante
16 6	1.338	866	(472)	Faltante
16 7	838	848	10	Sobrante
16 8	966	672	(294)	Faltante
16 9	262	143	(119)	Faltante

17 0	430	218	(212)	Faltante
17 1	438	373	(65)	Faltante
17 2	656	453	(203)	Faltante
17 3	792	191	(601)	Faltante
17 4	-	79	79	Sobrante
17 5	32	68	36	Sobrante
17 6	70	77	7	Sobrante
17 7	-	64	64	Sobrante
17 8	230	89	(141)	Faltante
17 9	68	80	12	Sobrante
18 0	106	76	(30)	Faltante
18 1	238	235	(3)	Faltante
18 2	142	61	(81)	Faltante
18 3	164	92	(72)	Faltante
18 4	100	105	5	Sobrante
18 5	158	106	(52)	Faltante
18 6	24	36	12	Sobrante
18 7	4	24	20	Sobrante
18 8	94	57	(37)	Faltante
18 9	82	24	(58)	Faltante
19 0	-	12	12	Sobrante

19 1	18	25	7	Sobrante
19 2	164	339	175	Sobrante
19 3	19.548	45.916	26.368	Sobrante
19 4	10.546	15.350	4.804	Sobrante
19 5	121.816	218.829	97.013	Sobrante
19 6	30.264	45.483	15.219	Sobrante
19 7	5.042	9.871	4.829	Sobrante
19 8	2.560	1.487	(1.073)	Faltante
19 9	200	334	134	Sobrante
20 0	26	146	120	Sobrante
20 1	34	76	42	Sobrante
20 2	642	56	(586)	Faltante
20 3	180	87	(93)	Faltante
20 4	721	920	199	Sobrante
20 5	806	792	(14)	Faltante
20 6	862	1.533	671	Sobrante

*Tabla 14 Inventarios finales, Suavización exponencial, a 0.99
Elaboración propia*

10.8 Inventarios producidos y faltantes, Departamento de Ventas

Modelo: departamento de ventas						
n	Set venta	Set pronóstico	Pron - venta	Conclusión	Und sobrantes	Und faltantes
1	78.808	153.000	74.192	Sobrante	565.663,81	- 484.277,50

2	273.398	198.369	(75.029)	Faltante
3	90.556	102.000	11.444	Sobrante
4	158.568	112.949	(45.619)	Faltante
5	92.638	85.000	(7.638)	Faltante
6	80.328	110.000	29.672	Sobrante
7	9.776	68.000	58.224	Sobrante
8	31.870	38.250	6.380	Sobrante
9	149.204	93.500	(55.704)	Faltante
10	75.182	110.500	35.318	Sobrante
11	79.184	56.455	(22.729)	Faltante
12	64.146	59.500	(4.646)	Faltante
13	63.142	51.000	(12.142)	Faltante
14	74.108	47.600	(26.508)	Faltante
15	53.582	70.000	16.418	Sobrante
16	47.578	35.700	(11.878)	Faltante
17	26.152	34.000	7.848	Sobrante
18	48.132	44.200	(3.932)	Faltante
19	25.382	17.652	(7.730)	Faltante
20	50.696	37.400	(13.296)	Faltante
21	25.648	23.525	(2.123)	Faltante
22	31.404	28.862	(2.542)	Faltante

23	1.440	16.150	14.710	Sobrante
24	22.108	29.750	7.642	Sobrante
25	22.264	18.700	(3.564)	Faltante
26	33.694	27.791	(5.903)	Faltante
27	20.194	153.000	132.806	Sobrante
28	18.576	12.750	(5.826)	Faltante
29	44.222	29.750	(14.472)	Faltante
30	7.148	2.550	(4.598)	Faltante
31	14.868	14.064	(804)	Faltante
32	23.136	20.689	(2.447)	Faltante
33	13.126	10.810	(2.316)	Faltante
34	16.878	10.200	(6.678)	Faltante
35	13.668	9.069	(4.599)	Faltante
36	14.794	10.625	(4.169)	Faltante
37	16.090	11.050	(5.040)	Faltante
38	13.212	11.900	(1.312)	Faltante
39	8.064	7.225	(839)	Faltante
40	3.708	5.751	2.043	Sobrante
41	11.698	10.200	(1.498)	Faltante
42	11.054	9.017	(2.037)	Faltante
43	10.084	6.800	(3.284)	Faltante

44	12.658	8.500	(4.158)	Faltante
45	12.474	8.925	(3.549)	Faltante
46	4.662	4.278	(384)	Faltante
47	6.375	2.550	(3.825)	Faltante
48	11.370	7.200	(4.170)	Faltante
49	1.202	750	(452)	Faltante
50	11.954	9.980	(1.974)	Faltante
51	20.846	14.118	(6.728)	Faltante
52	11.964	6.003	(5.961)	Faltante
53	8.342	5.992	(2.350)	Faltante
54	8.126	3.230	(4.896)	Faltante
55	6.088	4.250	(1.838)	Faltante
56	6.176	4.719	(1.457)	Faltante
57	4.436	5.100	664	Sobrante
58	3.596	3.910	314	Sobrante
59	4.088	3.825	(263)	Faltante
60	7.242	4.675	(2.567)	Faltante
61	7.858	7.136	(722)	Faltante
62	9.240	3.981	(5.259)	Faltante
63	6.512	4.500	(2.012)	Faltante
64	6.206	3.664	(2.542)	Faltante

65	4.900	3.825	(1.075)	Faltante
66	4.734	3.825	(909)	Faltante
67	5.766	4.451	(1.315)	Faltante
68	6.768	5.767	(1.001)	Faltante
69	7.346	9.350	2.004	Sobrante
70	9.830	7.306	(2.524)	Faltante
71	3.224	3.178	(46)	Faltante
72	5.308	5.950	642	Sobrante
73	4.666	3.050	(1.616)	Faltante
74	6.946	5.651	(1.295)	Faltante
75	7.030	3.238	(3.792)	Faltante
76	5.850	3.400	(2.450)	Faltante
77	4.310	2.210	(2.100)	Faltante
78	3.342	4.250	908	Sobrante
79	5.486	2.125	(3.361)	Faltante
80	6.182	2.416	(3.766)	Faltante
81	6.490	5.582	(908)	Faltante
82	3.734	2.380	(1.354)	Faltante
83	2.736	2.550	(186)	Faltante
84	6.134	5.525	(609)	Faltante
85	2.618	3.391	773	Sobrante

86	3.014	2.890	(124)	Faltante
87	8.023	3.315	(4.708)	Faltante
88	3.542	3.400	(142)	Faltante
89	4.002	3.230	(772)	Faltante
90	3.076	3.060	(16)	Faltante
91	440	400	(40)	Faltante
92	4.332	3.060	(1.272)	Faltante
93	1.816	2.550	734	Sobrante
94	4.496	3.866	(630)	Faltante
95	7.318	4.984	(2.334)	Faltante
96	1.880	4.250	2.370	Sobrante
97	32	100	68	Sobrante
98	2.556	2.200	(356)	Faltante
99	2.738	3.060	322	Sobrante
100	3.558	3.060	(498)	Faltante
101	3.646	2.116	(1.530)	Faltante
102	512	1.530	1.018	Sobrante
103	2.864	2.720	(144)	Faltante
104	424	595	171	Sobrante
105	1.100	2.040	940	Sobrante
106	2.106	1.436	(670)	Faltante

107	2.676	1.671	(1.005)	Faltante
108	1.952	2.040	88	Sobrante
109	2.400	2.975	575	Sobrante
110	5.200	2.975	(2.225)	Faltante
111	4.774	3.995	(779)	Faltante
112	2.120	2.262	142	Sobrante
113	6.920	3.825	(3.095)	Faltante
114	1.146	1.202	56	Sobrante
115	2.612	2.380	(232)	Faltante
116	2.882	1.700	(1.182)	Faltante
117	626	400	(226)	Faltante
118	4.000	3.825	(175)	Faltante
119	3.496	3.400	(96)	Faltante
120	2.564	2.890	326	Sobrante
121	2.922	4.080	1.158	Sobrante
122	810	1.027	217	Sobrante
123	450	638	188	Sobrante
124	426	1.122	696	Sobrante
125	4.240	2.720	(1.520)	Faltante
126	3.448	2.200	(1.248)	Faltante
127	2.506	1.409	(1.097)	Faltante

128	885	1.700	815	Sobrante
129	2.460	2.550	90	Sobrante
130	3.336	2.471	(865)	Faltante
131	3.388	1.700	(1.688)	Faltante
132	1.134	1.190	56	Sobrante
133	406	400	(6)	Faltante
134	3.866	2.975	(891)	Faltante
135	2.254	2.107	(147)	Faltante
136	2.912	2.729	(183)	Faltante
137	2.098	1.437	(661)	Faltante
138	2.042	3.400	1.358	Sobrante
139	2.868	3.400	532	Sobrante
140	1.420	1.707	287	Sobrante
141	1.948	1.275	(673)	Faltante
142	2.090	1.666	(424)	Faltante
143	160	400	240	Sobrante
144	1.340	850	(490)	Faltante
145	878	559	(319)	Faltante
146	672	580	(92)	Faltante
147	1.032	850	(182)	Faltante
148	2.116	1.843	(273)	Faltante

14 9	3.772	3.400	(372)	Faltante
15 0	1.596	807	(789)	Faltante
15 1	438	850	412	Sobrante
15 2	662	900	238	Sobrante
15 3	928	638	(290)	Faltante
15 4	1.294	1.678	384	Sobrante
15 5	576	736	160	Sobrante
15 6	1.478	1.000	(478)	Faltante
15 7	1.080	680	(400)	Faltante
15 8	834	1.020	186	Sobrante
15 9	596	788	192	Sobrante
16 0	138	500	362	Sobrante
16 1	926	531	(395)	Faltante
16 2	714	468	(247)	Faltante
16 3	1.124	687	(437)	Faltante
16 4	336	340	4	Sobrante
16 5	754	950	196	Sobrante
16 6	1.338	637	(701)	Faltante
16 7	838	1.190	352	Sobrante
16 8	966	564	(402)	Faltante
16 9	262	250	(12)	Faltante

17 0	430	550	120	Sobrante
17 1	438	400	(38)	Faltante
17 2	656	595	(61)	Faltante
17 3	792	600	(192)	Faltante
17 4	-	50	50	Sobrante
17 5	32	100	68	Sobrante
17 6	70	190	120	Sobrante
17 7	-	170	170	Sobrante
17 8	230	180	(50)	Faltante
17 9	68	77	9	Sobrante
18 0	106	94	(13)	Faltante
18 1	238	320	82	Sobrante
18 2	142	57	(85)	Faltante
18 3	164	83	(81)	Faltante
18 4	100	120	20	Sobrante
18 5	158	120	(38)	Faltante
18 6	24	24	-	Sobrante
18 7	4	13	9	Sobrante
18 8	94	64	(30)	Faltante
18 9	82	350	268	Sobrante
19 0	-	-	-	Sobrante

19 1	18	30	12	Sobrante
19 2	164	450	286	Sobrante
19 3	19.548	64.600	45.052	Sobrante
19 4	10.546	10.200	(346)	Faltante
19 5	121.816	204.000	82.184	Sobrante
19 6	30.264	47.600	17.336	Sobrante
19 7	5.042	8.500	3.458	Sobrante
19 8	2.560	1.700	(860)	Faltante
19 9	200	340	140	Sobrante
20 0	26	119	93	Sobrante
20 1	34	94	60	Sobrante
20 2	642	595	(47)	Faltante
20 3	180	140	(40)	Faltante
20 4	721	357	(364)	Faltante
20 5	806	-	(806)	Sobrante
20 6	862	680	(182)	Faltante

Tabla 15 Inventarios finales, Colaboradores
Elaboración propia

10.9 Inventarios producidos y faltantes, Departamento de Planificación de la demanda.

Modelo: Departamento de planificación de la demanda						
n	Set venta	Set pronóstico	Pron - venta	Conclusión	Und sobrantes	Und faltantes
1	78.808	117.445	38.637	Sobrante	335.126,63	- 382.313,94

2	273.398	231.062	(42.336)	Faltante
3	90.556	107.892	17.336	Sobrante
4	158.568	129.062	(29.506)	Faltante
5	92.638	85.863	(6.775)	Faltante
6	80.328	105.831	25.503	Sobrante
7	9.776	83.391	73.615	Sobrante
8	31.870	23.813	(8.057)	Faltante
9	149.204	102.300	(46.904)	Faltante
10	75.182	79.825	4.643	Sobrante
11	79.184	66.339	(12.845)	Faltante
12	64.146	47.411	(16.735)	Faltante
13	63.142	50.426	(12.716)	Faltante
14	74.108	57.559	(16.549)	Faltante
15	53.582	67.296	13.714	Sobrante
16	47.578	40.626	(6.952)	Faltante
17	26.152	23.486	(2.666)	Faltante
18	48.132	46.780	(1.352)	Faltante
19	25.382	20.158	(5.224)	Faltante
20	50.696	46.483	(4.213)	Faltante
21	25.648	26.252	604	Sobrante
22	31.404	28.108	(3.296)	Faltante

23	1.440	16.066	14.626	Sobrante
24	22.108	14.533	(7.575)	Faltante
25	22.264	20.153	(2.111)	Faltante
26	33.694	30.369	(3.325)	Faltante
27	20.194	15.181	(5.013)	Faltante
28	18.576	14.634	(3.942)	Faltante
29	44.222	30.346	(13.876)	Faltante
30	7.148	2.826	(4.322)	Faltante
31	14.868	15.222	354	Sobrante
32	23.136	22.198	(938)	Faltante
33	13.126	12.852	(274)	Faltante
34	16.878	14.468	(2.410)	Faltante
35	13.668	10.868	(2.800)	Faltante
36	14.794	10.194	(4.600)	Faltante
37	16.090	11.329	(4.761)	Faltante
38	13.212	12.259	(953)	Faltante
39	8.064	8.081	17	Sobrante
40	3.708	6.198	2.490	Sobrante
41	11.698	11.238	(460)	Faltante
42	11.054	10.089	(965)	Faltante
43	10.084	7.438	(2.646)	Faltante

44	12.658	12.308	(350)	Faltante
45	12.474	9.617	(2.857)	Faltante
46	4.662	4.867	205	Sobrante
47	6.375	3.784	(2.591)	Faltante
48	11.370	8.412	(2.958)	Faltante
49	1.202	734	(468)	Faltante
50	11.954	11.434	(520)	Faltante
51	20.846	16.839	(4.007)	Faltante
52	11.964	7.340	(4.624)	Faltante
53	8.342	6.543	(1.799)	Faltante
54	8.126	3.496	(4.630)	Faltante
55	6.088	4.128	(1.960)	Faltante
56	6.176	5.172	(1.004)	Faltante
57	4.436	3.924	(512)	Faltante
58	3.596	2.181	(1.415)	Faltante
59	4.088	4.374	286	Sobrante
60	7.242	6.336	(906)	Faltante
61	7.858	7.858	(0)	Faltante
62	9.240	4.397	(4.843)	Faltante
63	6.512	5.899	(613)	Faltante
64	6.206	4.195	(2.011)	Faltante

65	4.900	3.960	(940)	Faltante
66	4.734	3.612	(1.122)	Faltante
67	5.766	5.070	(696)	Faltante
68	6.768	5.188	(1.580)	Faltante
69	7.346	7.781	435	Sobrante
70	9.830	8.305	(1.525)	Faltante
71	3.224	3.625	401	Sobrante
72	5.308	7.919	2.611	Sobrante
73	4.666	3.370	(1.296)	Faltante
74	6.946	6.192	(754)	Faltante
75	7.030	4.047	(2.983)	Faltante
76	5.850	2.974	(2.876)	Faltante
77	4.310	2.099	(2.211)	Faltante
78	3.342	3.023	(319)	Faltante
79	5.486	3.341	(2.145)	Faltante
80	6.182	3.080	(3.102)	Faltante
81	6.490	6.283	(207)	Faltante
82	3.734	2.779	(955)	Faltante
83	2.736	1.717	(1.019)	Faltante
84	6.134	6.187	53	Sobrante
85	2.618	3.881	1.263	Sobrante

86	3.014	2.581	(433)	Faltante
87	8.023	3.275	(4.748)	Faltante
88	3.542	2.992	(550)	Faltante
89	4.002	3.768	(234)	Faltante
90	3.076	1.113	(1.963)	Faltante
91	440	376	(64)	Faltante
92	4.332	3.192	(1.140)	Faltante
93	1.816	1.894	78	Sobrante
94	4.496	4.426	(70)	Faltante
95	7.318	6.109	(1.209)	Faltante
96	1.880	1.994	114	Sobrante
97	32	289	257	Sobrante
98	2.556	1.522	(1.034)	Faltante
99	2.738	2.236	(502)	Faltante
100	3.558	2.923	(636)	Faltante
101	3.646	2.546	(1.100)	Faltante
102	512	1.303	791	Sobrante
103	2.864	2.551	(313)	Faltante
104	424	454	30	Sobrante
105	1.100	1.586	486	Sobrante
106	2.106	1.745	(361)	Faltante

10 7	2.676	1.956	(720)	Faltante
10 8	1.952	1.747	(205)	Faltante
10 9	2.400	2.768	368	Sobrante
11 0	5.200	2.368	(2.832)	Faltante
11 1	4.774	4.481	(293)	Faltante
11 2	2.120	2.473	353	Sobrante
11 3	6.920	2.843	(4.077)	Faltante
11 4	1.146	1.420	274	Sobrante
11 5	2.612	1.976	(636)	Faltante
11 6	2.882	1.904	(978)	Faltante
11 7	626	799	173	Sobrante
11 8	4.000	3.383	(617)	Faltante
11 9	3.496	3.565	69	Sobrante
12 0	2.564	2.368	(196)	Faltante
12 1	2.922	4.484	1.562	Sobrante
12 2	810	1.151	341	Sobrante
12 3	450	640	190	Sobrante
12 4	426	1.253	827	Sobrante
12 5	4.240	2.253	(1.987)	Faltante
12 6	3.448	1.429	(2.019)	Faltante
12 7	2.506	1.663	(843)	Faltante

128	885	1.936	1.052	Sobrante
129	2.460	2.691	231	Sobrante
130	3.336	2.764	(572)	Faltante
131	3.388	1.347	(2.041)	Faltante
132	1.134	1.027	(107)	Faltante
133	406	275	(131)	Faltante
134	3.866	2.865	(1.001)	Faltante
135	2.254	2.287	33	Sobrante
136	2.912	2.876	(36)	Faltante
137	2.098	1.659	(439)	Faltante
138	2.042	2.474	432	Sobrante
139	2.868	2.471	(397)	Faltante
140	1.420	1.981	561	Sobrante
141	1.948	1.030	(918)	Faltante
142	2.090	1.474	(616)	Faltante
143	160	353	193	Sobrante
144	1.340	806	(534)	Faltante
145	878	712	(166)	Faltante
146	672	773	101	Sobrante
147	1.032	680	(352)	Faltante
148	2.116	2.174	58	Sobrante

14 9	3.772	2.920	(852)	Faltante
15 0	1.596	1.121	(475)	Faltante
15 1	438	708	270	Sobrante
15 2	662	638	(24)	Faltante
15 3	928	786	(142)	Faltante
15 4	1.294	1.203	(91)	Faltante
15 5	576	798	222	Sobrante
15 6	1.478	908	(570)	Faltante
15 7	1.080	694	(386)	Faltante
15 8	834	868	34	Sobrante
15 9	596	647	51	Sobrante
16 0	138	239	101	Sobrante
16 1	926	622	(304)	Faltante
16 2	714	532	(182)	Faltante
16 3	1.124	832	(292)	Faltante
16 4	336	337	1	Sobrante
16 5	754	810	56	Sobrante
16 6	1.338	784	(554)	Faltante
16 7	838	1.207	369	Sobrante
16 8	966	736	(230)	Faltante
16 9	262	170	(92)	Faltante

17 0	430	351	(79)	Faltante
17 1	438	504	66	Sobrante
17 2	656	458	(198)	Faltante
17 3	792	826	34	Sobrante
17 4	-	78	78	Sobrante
17 5	32	89	57	Sobrante
17 6	70	174	104	Sobrante
17 7	-	61	61	Sobrante
17 8	230	119	(111)	Faltante
17 9	68	74	6	Sobrante
18 0	106	94	(12)	Faltante
18 1	238	390	152	Sobrante
18 2	142	65	(77)	Faltante
18 3	164	91	(73)	Faltante
18 4	100	124	24	Sobrante
18 5	158	164	6	Sobrante
18 6	24	30	6	Sobrante
18 7	4	15	11	Sobrante
18 8	94	66	(28)	Faltante
18 9	82	63	(19)	Faltante
19 0	-	12	12	Sobrante

19 1	18	25	7	Sobrante
19 2	164	408	244	Sobrante
19 3	19.548	42.360	22.812	Sobrante
19 4	10.546	10.579	33	Sobrante
19 5	121.816	214.900	93.084	Sobrante
19 6	30.264	38.528	8.264	Sobrante
19 7	5.042	7.658	2.616	Sobrante
19 8	2.560	1.610	(950)	Faltante
19 9	200	568	368	Sobrante
20 0	26	132	106	Sobrante
20 1	34	92	58	Sobrante
20 2	642	316	(326)	Faltante
20 3	180	128	(52)	Faltante
20 4	721	645	(76)	Faltante
20 5	806	1.252	446	Sobrante
20 6	862	707	(155)	Faltante

*Tabla 16 Inventarios finales, Forecastpro
Elaboración propia*

10.10 Inventarios producidos y faltantes, promedio móvil utilizando 3 periodos.

Modelo: PM 3						
n	Set venta	Set pronóstico	Pron - venta	Conclusión	Und sobrantes	Und faltantes

1	78.808	102.957	24.149	Sobrante	354.338,98	-
2	273.398	203.137	(70.261)	Faltante		499.046,92
3	90.556	59.896	(30.660)	Faltante		
4	158.568	116.305	(42.263)	Faltante		
5	92.638	96.560	3.922	Sobrante		
6	80.328	106.338	26.010	Sobrante		
7	9.776	50.292	40.516	Sobrante		
8	31.870	27.305	(4.565)	Faltante		
9	149.204	75.884	(73.320)	Faltante		
10	75.182	107.707	32.525	Sobrante		
11	79.184	69.928	(9.256)	Faltante		
12	64.146	51.666	(12.480)	Faltante		
13	63.142	78.416	15.274	Sobrante		
14	74.108	42.017	(32.091)	Faltante		
15	53.582	65.945	12.363	Sobrante		
16	47.578	30.449	(17.129)	Faltante		
17	26.152	32.720	6.568	Sobrante		
18	48.132	51.411	3.279	Sobrante		
19	25.382	17.725	(7.657)	Faltante		
20	50.696	48.604	(2.092)	Faltante		
21	25.648	21.789	(3.859)	Faltante		

22	31.404	22.575	(8.829)	Faltante
23	1.440	10.120	8.680	Sobrante
24	22.108	16.886	(5.222)	Faltante
25	22.264	25.869	3.605	Sobrante
26	33.694	25.309	(8.385)	Faltante
27	20.194	10.729	(9.465)	Faltante
28	18.576	14.759	(3.817)	Faltante
29	44.222	32.623	(11.599)	Faltante
30	7.148	2.700	(4.448)	Faltante
31	14.868	11.137	(3.731)	Faltante
32	23.136	16.541	(6.595)	Faltante
33	13.126	9.321	(3.805)	Faltante
34	16.878	13.660	(3.218)	Faltante
35	13.668	12.518	(1.150)	Faltante
36	14.794	11.502	(3.292)	Faltante
37	16.090	10.875	(5.215)	Faltante
38	13.212	16.269	3.057	Sobrante
39	8.064	8.445	381	Sobrante
40	3.708	4.221	513	Sobrante
41	11.698	12.317	619	Sobrante
42	11.054	7.825	(3.229)	Faltante

43	10.084	5.970	(4.114)	Faltante
44	12.658	10.347	(2.311)	Faltante
45	12.474	10.345	(2.129)	Faltante
46	4.662	4.033	(629)	Faltante
47	6.375	3.033	(3.342)	Faltante
48	11.370	8.845	(2.525)	Faltante
49	1.202	586	(616)	Faltante
50	11.954	10.628	(1.326)	Faltante
51	20.846	19.955	(891)	Faltante
52	11.964	6.833	(5.131)	Faltante
53	8.342	4.873	(3.469)	Faltante
54	8.126	3.898	(4.228)	Faltante
55	6.088	2.838	(3.250)	Faltante
56	6.176	3.877	(2.299)	Faltante
57	4.436	5.234	798	Sobrante
58	3.596	4.162	566	Sobrante
59	4.088	7.545	3.457	Sobrante
60	7.242	6.579	(663)	Faltante
61	7.858	5.385	(2.473)	Faltante
62	9.240	3.553	(5.687)	Faltante
63	6.512	5.151	(1.361)	Faltante

64	6.206	4.044	(2.162)	Faltante
65	4.900	5.341	441	Sobrante
66	4.734	3.529	(1.205)	Faltante
67	5.766	5.509	(257)	Faltante
68	6.768	4.375	(2.393)	Faltante
69	7.346	10.141	2.795	Sobrante
70	9.830	6.807	(3.023)	Faltante
71	3.224	3.009	(215)	Faltante
72	5.308	9.176	3.868	Sobrante
73	4.666	3.339	(1.327)	Faltante
74	6.946	6.549	(397)	Faltante
75	7.030	4.427	(2.603)	Faltante
76	5.850	4.671	(1.179)	Faltante
77	4.310	2.923	(1.387)	Faltante
78	3.342	5.098	1.756	Sobrante
79	5.486	2.635	(2.851)	Faltante
80	6.182	3.900	(2.282)	Faltante
81	6.490	5.842	(648)	Faltante
82	3.734	2.929	(805)	Faltante
83	2.736	2.877	141	Sobrante
84	6.134	6.531	397	Sobrante

85	2.618	4.307	1.689	Sobrante
86	3.014	2.201	(813)	Faltante
87	8.023	3.444	(4.579)	Faltante
88	3.542	2.852	(690)	Faltante
89	4.002	3.023	(979)	Faltante
90	3.076	1.635	(1.441)	Faltante
91	440	213	(227)	Faltante
92	4.332	2.887	(1.445)	Faltante
93	1.816	3.205	1.389	Sobrante
94	4.496	3.772	(724)	Faltante
95	7.318	7.114	(204)	Faltante
96	1.880	2.909	1.029	Sobrante
97	32	50	18	Sobrante
98	2.556	1.190	(1.366)	Faltante
99	2.738	2.326	(412)	Faltante
100	3.558	3.553	(5)	Faltante
101	3.646	3.291	(355)	Faltante
102	512	1.215	703	Sobrante
103	2.864	3.258	394	Sobrante
104	424	423	(1)	Faltante
105	1.100	2.585	1.485	Sobrante

10 6	2.106	1.829	(277)	Faltante
10 7	2.676	2.441	(235)	Faltante
10 8	1.952	2.200	248	Sobrante
10 9	2.400	2.836	436	Sobrante
11 0	5.200	2.635	(2.565)	Faltante
11 1	4.774	4.339	(435)	Faltante
11 2	2.120	2.829	709	Sobrante
11 3	6.920	2.195	(4.725)	Faltante
11 4	1.146	1.979	833	Sobrante
11 5	2.612	2.376	(236)	Faltante
11 6	2.882	1.451	(1.431)	Faltante
11 7	626	277	(349)	Faltante
11 8	4.000	2.861	(1.139)	Faltante
11 9	3.496	3.474	(22)	Faltante
12 0	2.564	3.035	471	Sobrante
12 1	2.922	4.042	1.120	Sobrante
12 2	810	1.814	1.004	Sobrante
12 3	450	731	281	Sobrante
12 4	426	1.041	615	Sobrante
12 5	4.240	4.121	(119)	Faltante
12 6	3.448	1.237	(2.211)	Faltante

12 7	2.506	2.385	(121)	Faltante
12 8	885	1.305	421	Sobrante
12 9	2.460	2.056	(404)	Faltante
13 0	3.336	2.067	(1.269)	Faltante
13 1	3.388	1.490	(1.898)	Faltante
13 2	1.134	950	(184)	Faltante
13 3	406	265	(141)	Faltante
13 4	3.866	3.179	(687)	Faltante
13 5	2.254	1.839	(415)	Faltante
13 6	2.912	3.055	143	Sobrante
13 7	2.098	1.892	(206)	Faltante
13 8	2.042	1.758	(284)	Faltante
13 9	2.868	1.962	(906)	Faltante
14 0	1.420	1.809	389	Sobrante
14 1	1.948	1.022	(926)	Faltante
14 2	2.090	1.749	(341)	Faltante
14 3	160	205	45	Sobrante
14 4	1.340	1.242	(98)	Faltante
14 5	878	917	39	Sobrante
14 6	672	1.565	893	Sobrante
14 7	1.032	725	(307)	Faltante

148	2.116	2.037	(79)	Faltante
149	3.772	2.664	(1.108)	Faltante
150	1.596	1.091	(505)	Faltante
151	438	1.233	795	Sobrante
152	662	661	(1)	Faltante
153	928	831	(97)	Faltante
154	1.294	805	(489)	Faltante
155	576	833	257	Sobrante
156	1.478	605	(873)	Faltante
157	1.080	857	(223)	Faltante
158	834	724	(110)	Faltante
159	596	1.129	533	Sobrante
160	138	243	105	Sobrante
161	926	863	(63)	Faltante
162	714	603	(111)	Faltante
163	1.124	1.027	(97)	Faltante
164	336	403	67	Sobrante
165	754	608	(146)	Faltante
166	1.338	1.019	(319)	Faltante
167	838	914	76	Sobrante
168	966	862	(104)	Faltante

169	262	175	(87)	Faltante
170	430	373	(57)	Faltante
171	438	553	115	Sobrante
172	656	541	(115)	Faltante
173	792	684	(108)	Faltante
174	-	38	38	Sobrante
175	32	14	(18)	Faltante
176	70	136	66	Sobrante
177	-	96	96	Sobrante
178	230	61	(169)	Faltante
179	68	121	53	Sobrante
180	106	91	(15)	Faltante
181	238	453	215	Sobrante
182	142	95	(47)	Faltante
183	164	117	(47)	Faltante
184	100	129	29	Sobrante
185	158	127	(31)	Faltante
186	24	30	6	Sobrante
187	4	22	18	Sobrante
188	94	97	3	Sobrante
189	82	49	(33)	Faltante

19 0	-	10	10	Sobrante
19 1	18	11	(7)	Faltante
19 2	164	468	304	Sobrante
19 3	19.548	39.443	19.895	Sobrante
19 4	10.546	10.163	(383)	Faltante
19 5	121.816	220.523	98.707	Sobrante
19 6	30.264	45.387	15.123	Sobrante
19 7	5.042	11.226	6.184	Sobrante
19 8	2.560	1.705	(855)	Faltante
19 9	200	798	598	Sobrante
20 0	26	109	83	Sobrante
20 1	34	60	26	Sobrante
20 2	642	295	(347)	Faltante
20 3	180	92	(88)	Faltante
20 4	721	536	(185)	Faltante
20 5	806	1.709	903	Sobrante
20 6	862	715	(147)	Faltante

*Tabla 17 Inventarios finales, Promedio móvil, 3 periodos
Elaboración propia*

10.11 Inventarios producidos y faltantes, promedio móvil utilizando 6 periodos.

n	Set venta	Set pronostico	Pron - venta	Conclusión	Und sobrantes	Und faltantes
1	78.808	119.393	40.585	Sobrante	357.501,78	- 333.400,77
2	273.398	226.158	(47.240)	Faltante		
3	90.556	79.350	(11.206)	Faltante		
4	158.568	124.651	(33.917)	Faltante		
5	92.638	91.824	(814)	Faltante		
6	80.328	114.032	33.704	Sobrante		
7	9.776	57.755	47.979	Sobrante		
8	31.870	37.460	5.590	Sobrante		
9	149.204	96.570	(52.634)	Faltante		
10	75.182	101.982	26.800	Sobrante		
11	79.184	66.000	(13.184)	Faltante		
12	64.146	51.841	(12.305)	Faltante		
13	63.142	57.765	(5.377)	Faltante		
14	74.108	55.858	(18.250)	Faltante		
15	53.582	68.885	15.303	Sobrante		
16	47.578	39.538	(8.040)	Faltante		
17	26.152	26.116	(36)	Faltante		
18	48.132	49.188	1.056	Sobrante		
19	25.382	20.851	(4.531)	Faltante		
20	50.696	47.983	(2.713)	Faltante		

21	25.648	22.919	(2.729)	Faltante
22	31.404	28.076	(3.328)	Faltante
23	1.440	15.368	13.928	Sobrante
24	22.108	24.563	2.455	Sobrante
25	22.264	23.175	911	Sobrante
26	33.694	31.663	(2.031)	Faltante
27	20.194	13.780	(6.414)	Faltante
28	18.576	15.414	(3.163)	Faltante
29	44.222	34.242	(9.980)	Faltante
30	7.148	3.325	(3.823)	Faltante
31	14.868	16.668	1.800	Sobrante
32	23.136	23.022	(114)	Faltante
33	13.126	13.884	758	Sobrante
34	16.878	14.613	(2.265)	Faltante
35	13.668	11.634	(2.034)	Faltante
36	14.794	12.894	(1.900)	Faltante
37	16.090	14.522	(1.568)	Faltante
38	13.212	14.216	1.004	Sobrante
39	8.064	9.024	960	Sobrante
40	3.708	6.086	2.378	Sobrante
41	11.698	12.849	1.151	Sobrante

42	11.054	10.094	(960)	Faltante
43	10.084	7.557	(2.527)	Faltante
44	12.658	11.469	(1.189)	Faltante
45	12.474	10.677	(1.797)	Faltante
46	4.662	5.258	596	Sobrante
47	6.375	3.111	(3.264)	Faltante
48	11.370	10.129	(1.241)	Faltante
49	1.202	719	(483)	Faltante
50	11.954	11.721	(233)	Faltante
51	20.846	20.105	(741)	Faltante
52	11.964	7.537	(4.427)	Faltante
53	8.342	6.572	(1.770)	Faltante
54	8.126	5.039	(3.087)	Faltante
55	6.088	4.203	(1.885)	Faltante
56	6.176	5.283	(893)	Faltante
57	4.436	4.472	36	Sobrante
58	3.596	3.601	5	Sobrante
59	4.088	5.983	1.895	Sobrante
60	7.242	6.233	(1.009)	Faltante
61	7.858	7.680	(178)	Faltante
62	9.240	4.908	(4.332)	Faltante

63	6.512	5.834	(678)	Faltante
64	6.206	4.681	(1.525)	Faltante
65	4.900	4.605	(295)	Faltante
66	4.734	4.018	(716)	Faltante
67	5.766	5.684	(82)	Faltante
68	6.768	6.210	(558)	Faltante
69	7.346	8.942	1.596	Sobrante
70	9.830	7.755	(2.075)	Faltante
71	3.224	4.000	776	Sobrante
72	5.308	7.484	2.176	Sobrante
73	4.666	3.870	(796)	Faltante
74	6.946	7.175	229	Sobrante
75	7.030	4.032	(2.998)	Faltante
76	5.850	4.040	(1.810)	Faltante
77	4.310	2.520	(1.790)	Faltante
78	3.342	3.940	598	Sobrante
79	5.486	3.416	(2.070)	Faltante
80	6.182	3.742	(2.440)	Faltante
81	6.490	6.657	167	Sobrante
82	3.734	2.880	(854)	Faltante
83	2.736	2.417	(319)	Faltante

84	6.134	6.657	523	Sobrante
85	2.618	4.762	2.144	Sobrante
86	3.014	3.039	25	Sobrante
87	8.023	3.385	(4.637)	Faltante
88	3.542	3.828	286	Sobrante
89	4.002	3.330	(672)	Faltante
90	3.076	2.258	(818)	Faltante
91	440	410	(30)	Faltante
92	4.332	3.559	(773)	Faltante
93	1.816	2.642	826	Sobrante
94	4.496	4.600	104	Sobrante
95	7.318	6.869	(449)	Faltante
96	1.880	2.516	636	Sobrante
97	32	266	234	Sobrante
98	2.556	1.559	(997)	Faltante
99	2.738	2.504	(234)	Faltante
100	3.558	3.040	(518)	Faltante
101	3.646	3.070	(576)	Faltante
102	512	1.162	650	Sobrante
103	2.864	3.461	597	Sobrante
104	424	542	118	Sobrante

10 5	1.100	1.949	849	Sobrante
10 6	2.106	1.811	(295)	Faltante
10 7	2.676	2.301	(375)	Faltante
10 8	1.952	2.358	406	Sobrante
10 9	2.400	2.979	579	Sobrante
11 0	5.200	2.521	(2.680)	Faltante
11 1	4.774	4.163	(611)	Faltante
11 2	2.120	2.710	590	Sobrante
11 3	6.920	2.933	(3.987)	Faltante
11 4	1.146	1.752	606	Sobrante
11 5	2.612	2.121	(491)	Faltante
11 6	2.882	2.087	(795)	Faltante
11 7	626	885	259	Sobrante
11 8	4.000	3.720	(280)	Faltante
11 9	3.496	3.006	(490)	Faltante
12 0	2.564	2.848	284	Sobrante
12 1	2.922	4.827	1.905	Sobrante
12 2	810	1.567	757	Sobrante
12 3	450	781	331	Sobrante
12 4	426	1.073	647	Sobrante
12 5	4.240	3.482	(758)	Faltante

12 6	3.448	1.781	(1.667)	Faltante
12 7	2.506	1.998	(508)	Faltante
12 8	885	1.407	522	Sobrante
12 9	2.460	2.793	333	Sobrante
13 0	3.336	2.505	(831)	Faltante
13 1	3.388	1.663	(1.725)	Faltante
13 2	1.134	966	(168)	Faltante
13 3	406	281	(125)	Faltante
13 4	3.866	3.190	(676)	Faltante
13 5	2.254	2.287	33	Sobrante
13 6	2.912	3.456	544	Sobrante
13 7	2.098	1.756	(342)	Faltante
13 8	2.042	2.444	402	Sobrante
13 9	2.868	2.787	(81)	Faltante
14 0	1.420	1.966	546	Sobrante
14 1	1.948	1.271	(677)	Faltante
14 2	2.090	1.754	(336)	Faltante
14 3	160	193	33	Sobrante
14 4	1.340	1.261	(79)	Faltante
14 5	878	752	(126)	Faltante
14 6	672	1.227	555	Sobrante

14 7	1.032	805	(227)	Faltante
14 8	2.116	2.073	(43)	Faltante
14 9	3.772	3.229	(543)	Faltante
15 0	1.596	1.065	(531)	Faltante
15 1	438	1.185	747	Sobrante
15 2	662	716	54	Sobrante
15 3	928	821	(107)	Faltante
15 4	1.294	957	(337)	Faltante
15 5	576	859	283	Sobrante
15 6	1.478	665	(813)	Faltante
15 7	1.080	703	(377)	Faltante
15 8	834	881	47	Sobrante
15 9	596	1.044	448	Sobrante
16 0	138	278	140	Sobrante
16 1	926	851	(75)	Faltante
16 2	714	545	(169)	Faltante
16 3	1.124	985	(139)	Faltante
16 4	336	417	81	Sobrante
16 5	754	755	1	Sobrante
16 6	1.338	1.072	(266)	Faltante
16 7	838	1.168	330	Sobrante

16 8	966	905	(61)	Faltante
16 9	262	200	(62)	Faltante
17 0	430	355	(75)	Faltante
17 1	438	452	14	Sobrante
17 2	656	656	0	Sobrante
17 3	792	558	(234)	Faltante
17 4	-	57	57	Sobrante
17 5	32	69	37	Sobrante
17 6	70	139	69	Sobrante
17 7	-	55	55	Sobrante
17 8	230	96	(134)	Faltante
17 9	68	124	56	Sobrante
18 0	106	69	(37)	Faltante
18 1	238	385	147	Sobrante
18 2	142	79	(63)	Faltante
18 3	164	101	(63)	Faltante
18 4	100	126	26	Sobrante
18 5	158	145	(13)	Faltante
18 6	24	29	5	Sobrante
18 7	4	19	15	Sobrante
18 8	94	84	(10)	Faltante

18 9	82	41	(41)	Faltante
19 0	-	10	10	Sobrante
19 1	18	20	2	Sobrante
19 2	164	342	178	Sobrante
19 3	19.548	40.158	20.610	Sobrante
19 4	10.546	9.273	(1.273)	Faltante
19 5	121.816	220.471	98.655	Sobrante
19 6	30.264	39.974	9.710	Sobrante
19 7	5.042	9.173	4.131	Sobrante
19 8	2.560	1.688	(872)	Faltante
19 9	200	592	392	Sobrante
20 0	26	136	110	Sobrante
20 1	34	102	68	Sobrante
20 2	642	267	(375)	Faltante
20 3	180	144	(36)	Faltante
20 4	721	741	20	Sobrante
20 5	806	854	48	Sobrante
20 6	862	1.055	193	Sobrante

*Tabla 18 Inventarios finales, Promedio móvil, 6 periodos
Elaboración propia*

10.12 Ventas totales por mes.

Mes	Ventas
oct-16	2173117,48
nov-16	2891292,84
dic-16	2332737,76
ene-17	2604491,02
feb-17	2723689,34
mar-17	3296696,46
abr-17	2487432,00
may-17	2688141,89
jun-17	2336038,36
jul-17	2230586,34
ago-17	2892791,98
sep-17	2631180,16

Tabla 19 Ventas totales por mes
Elaboración propia

10.13 Error de mezcla, Forecastpro

Mezcla error												
n	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set
1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
2	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1
3	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
4	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
6	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0
7	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0
8	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0
9	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1
11	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1
12	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0
13	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
14	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
15	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0
16	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
17	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1
18	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
19	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0
20	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1
21	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1
22	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1
23	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0

24	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
25	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1
26	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1
27	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0
28	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0
29	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0
30	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
31	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1
32	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
33	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
34	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1
35	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0
36	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0
37	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0
38	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1
39	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1
40	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
41	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1
42	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1
43	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0
44	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1
45	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0
46	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1
47	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
48	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
49	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0
50	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1
51	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1
52	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0
53	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0
54	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
55	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
56	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
57	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1
58	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
59	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1
60	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1
61	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1
62	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0
63	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1
64	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0
65	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1
66	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0

67	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1
68	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0
69	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1
70	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1
71	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1
72	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
73	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0
74	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1
75	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0
76	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
77	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0
78	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1
79	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
80	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0
81	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1
82	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0
83	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
84	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1
85	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
86	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1
87	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0
88	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1
89	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1
90	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0
91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
92	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0
93	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1
94	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1
95	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1
96	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1
97	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
98	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0
99	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1
100	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
101	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0
102	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
103	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1
104	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1
105	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0
106	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1
107	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0
108	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1
109	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1

110	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0
111	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1
112	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1
113	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0
114	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0
115	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0
116	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
117	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
118	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1
119	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1
120	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1
121	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0
122	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
123	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
124	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
125	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
126	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
127	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
128	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
129	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1
130	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1
131	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0
132	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1
133	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
134	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0
135	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
136	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1
137	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0
138	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
139	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
140	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0
141	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0
142	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0
143	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
144	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
145	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1
146	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1
147	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0
148	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1
149	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0
150	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
151	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
152	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1

153	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1
154	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
155	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0
156	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
157	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
158	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1
159	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1
160	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0
161	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
162	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0
163	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0
164	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
165	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1
166	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0
167	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0
168	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
169	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0
170	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1
171	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
172	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0
173	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
174	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
175	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
176	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0
177	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
178	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
179	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
180	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
181	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0
182	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
183	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
184	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
185	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
186	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
187	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
188	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
189	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
190	0	0	1	1	0	0	0	0	0		1	1
191	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
192	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0
193	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0
194	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1
195	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0

22	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1
23	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0
24	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0
25	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
26	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1
27	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0
29	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
31	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
32	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1
33	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
34	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0
35	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
36	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0
37	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
38	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1
39	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1
40	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
41	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1
42	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1
43	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0
44	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
45	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0
46	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1
47	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
48	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0
49	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
50	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1
51	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0
52	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
53	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0
54	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0
55	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0
56	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
57	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1
58	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1
59	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
60	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
61	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1
62	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
63	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
64	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0

65	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0
66	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
67	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
68	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
69	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0
70	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0
71	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1
72	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1
73	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
74	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1
75	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0
76	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
77	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0
78	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0
79	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
80	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0
81	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
82	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
83	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1
84	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1
85	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
86	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1
87	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0
88	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1
89	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
90	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
92	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
93	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0
94	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1
95	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0
96	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
97	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
98	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1
99	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
100	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1
101	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0
102	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
103	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
104	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0
105	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0
106	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0
107	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0

108	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1
109	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
110	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
111	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1
112	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
113	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0
114	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1
115	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
116	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
117	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
118	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1
119	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1
120	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
121	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
122	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
123	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0
124	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
125	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0
126	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0
127	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
128	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
129	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1
130	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0
131	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
132	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1
133	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1
134	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0
135	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1
136	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1
137	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
138	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0
139	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1
140	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0
141	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0
142	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0
143	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
144	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
145	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0
146	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1
147	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1
148	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1
149	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
150	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0

151	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
152	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
153	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0
154	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
155	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0
156	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
157	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0
158	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
159	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
160	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
161	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
162	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0
163	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0
164	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1
165	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
166	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0
167	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
168	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
169	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1
170	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
171	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1
172	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1
173	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
174	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
175	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
176	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
177	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1
178	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
179	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
180	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
181	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0
182	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
183	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0
184	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
185	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0
186	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
187	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
188	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
189	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
190	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	
191	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
192	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0
193	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0

194	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
195	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0
196	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0
197	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
198	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
199	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
200	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
201	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0
202	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1
203	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0
204	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
205	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0
206	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0

*Tabla 21 Error de mezcla, Colaboradores
Elaboración propia*

10.15 MAD modelos ajustados.

n	DESCRIPCIÓN	Modelo utilizado	MAD menor
1	ADAP H PVC S40 12MM-1/2" B C/C	PM 3	20.406
2	CODO PRE 90 1/2 PVC SCH40	SE 0,99	10.828
3	TE PVC SCH40 12 MM-1/2" BL C/CEM	PM 3	11.372
4	ADAPM PVC S40 12MM-1/2" B C/C	PM 3	5.325
5	TE PVC SCH40 18 MM-3/4" BL C/CEM	PM 3	23.883
6	CAJA RECTANGULAR PVC COND 1/2"- 3/4"MM B	SE 0,99	11.113
7	CONECTOR PVC COND LIV 18MM- 3/4" GR C/R	PM 3	9.650
8	RED PVC S40 18X12MM-3/4X1/2" B C/C	PM 3	2.566
9	TB PVC SDR13.5 12MM-1/2"X6M B C/C	PM 3	8.230
10	TB PVC COND LIV 18MM-3/4"X3M NA C/C	FORECASTPRO	17.650
11	CODO PRE 90 3/4 PVC SCH40	PM 3	1.783

12	TAPON H PVC S40 12MM-1/2" B C/C	SE 0,83	5.271
13	TB PVC S21 18MM-3/4"X6M B C/C	PM 3	11.389
14	UNIÓN PVC SCH40 12 MM-1/2" BL C/CEM	PM 3	7.452
15	CAJA OCTOGONAL PVC COND 1/2"- 3/4"MM B	SE 0,01	6.879
16	TB PVC S17 18MM-3/4"X6M B C/C	PM 3	2.523
17	SOP INT P/CANOA PVC UV COL B	PM 3	1.368
18	CODO 90 PVC DWV S32.5 50MM-2" GR C/C	FORECASTPRO	2.747
19	UNIÓN PRE 3/4 SCH40 PVC	PM 3	1.918
20	CODO 90 PVC DWV S32.5 75MM-3" GR C/C °	PM 6	1.478
21	ADAPM PVC S40 18MM-3/4" B C/C	PM 3	1.783
22	TB PVC SDR26 25 MM-1" X 6 M BL C/CEM	PM 3	1.324
23	CONECTOR PVC COND LIV 12MM- 1/2" GR C/R	PM 3	3.369
24	ADAP H PVC S40 18MM-3/4" B C/C	PM 3	2.463
25	CURVA 90 PVC COND LIV 18MM-3/4" GR C/C	PM 3	1.667
26	CODO PRE 90 1 PVC SCH40	PM 3	1.953
27	TE PVC SCH40 25 MM-1" BL C/CEM	PM 3	1.488
28	TB PVC SDR26 50 MM-2" X 6 M BL C/CEM	PM 3	633
29	CURVA 90 PVC COND LIV 18MM-3/4" NA C/C	SE 0,83	1.879
30	TB PVC SDR41 50 MM-2" X 6 M BL C/CEM	PM 3	296
31	UNIÓN PRE 1 SCH40 PVC	PM 3	1.675
32	ADAPM PVC S40 25MM-1" B C/C	SE 0,99	2.446
33	RED PRE PVC S40 25MMX18MM 1" 3/4CAM/CEM°	FORECASTPRO	1.071
34	CODO 90 PVC SCH40 12 MM-1/2" BL C/R	PM 6	1.726
35	RED PVC DWV S32.5 75X50MM-3X2" GR C/C	PM 3	598

36	CODO 90 PVC DWV S32.5 100MM-4" GR C/C	SE 0,83	744
37	TB PLUV PVC 50 MM-2" X 6 M NA C/CEM	PM 6	778
38	CODO 90 CPVC CTS 12 MM-1/2" CR C/CEM	PM 3	848
39	TB PVC SDR51 100MM-4"X6M B C/C	PM 3	697
40	TAPON H PVC S40 12MM-1/2" B C/R	SE 0,99	734
41	TB PVC S26 38MM-11/2"X6M B C/C	PM 3	1.330
42	RED PRE PVC S40 25MMX12MM 1" 1/2CAM/CEM°	PM 3	804
43	TB PVC S26 31MM-11/4"X6M B C/C	PM 3	529
44	TB PVC SDR51 75 MM-3" X 6 M BL C/CEM	PM 3	873
45	CODO 90 PVC SCH40 50 MM-2" BL C/CEM	PM 3	449
46	UNIÓN PRE 2 SCH40 PVC°	SE 0,99	389
47	TB PVC S26 100MM-4"X6M B C/C	PM 3	330
48	CODO PRE 90 1.1/2 PVC SCH40	PM 3	707
49	TB PVC NOVAFORT 300MM-12"X6M BL C/EMP	PM 6	88
50	TAPON H PVC S40 18MM-3/4" B C/C	PM 3	488
51	TE PVC DWV S32.5 75 MM-3" GR C/CEM	PM 6	1.043
52	CODO 45 PVC SCH40 12 MM-1/2" BL C/CEM	PM 6	861
53	CODO PRE 90 1.1/4 PVC SCH40	PM 3	708
54	ADAP H PVC S40 25MM-1" B C/C	PM 3	413
55	TB PVC SDR17 25 MM-1" X 6 M BL C/CEM	PM 3	528
56	TE PVC SCH40 38 MM-11/2" BL C/CEM	SE 0,99	549
57	CODO 90 CPVC CTS 18 MM-3/4" CR C/CEM	PM 3	318
58	UNIÓN P/CANOVA PVC UV COL BL C/CEM	PM 6	295
59	TB PVC SDR51 150MM-6"X6M B C/C	COLABORADORES	1.013

60	TB PVC SDR51 50 MM-2" X 6 M BL C/CEM	PM 3	462
61	CODO 45 PVC DWV S32.5 50MM-2" GR C/C	SE 0,01	990
62	ADAPM PVC S40 38MM-11/2" B C/C	SE 0,83	1.015
63	TB PVC SDR26 75 MM-3" X 6 M BL C/CEM	PM 3	336
64	TAPON H PVC S40 25MM-1" B C/C	FORECASTPRO	426
65	UNIÓN CPVC CTS 12 MM-1/2" CR C/CEM	PM 3	437
66	TB PVC S32.5 50MM-2" X 20? ?6 M B C/C	SE 0,99	540
67	RED PVC DWV S32.5 100X75MM- 4X3" GR C/C	SE 0,83	433
68	ADAPM PVC S40 31MM-11/4" B C/C	SE 0,83	493
69	ADAPM CPVC CTS 12MM-1/2" CR C/C	PM 3	428
70	TE PVC DWV S32.5 50 MM-2" GR C/CEM	SE 0,83	585
71	UNIÓN PRE 1.1/2 SCH40 PVC°	SE 0,01	313
72	SOP INT P/CANOA PVC UV LISA AC B	PM 3	768
73	CODO PRE 45 3/4 PVC SCH40	PM 3	111
74	TE PVC DWV S32.5 100 MM-4" GR C/CEM	SE 0,83	441
75	TB CPVC CTS 12MM-1/2"X6M CR C/C	PM 3	483
76	TP P/CANOA PVC UV COL BL C/CEM	PM 6	614
77	TB PVC S41 100MM-4"X6M B C/C	PM 3	251
78	TE CPVC CTS 12 MM-1/2" CR C/CEM	PM 3	373
79	TB PVC SDR41 75 MM-3" X 6 M BL C/CEM	PM 3	206
80	CODO PRE 90 3 PVC SCH40	PM 3	346
81	TE PVC SCH40 50 MM-2" BL C/CEM	SE 0,99	385
82	TB PVC S26 62MM-21/2"X6M BL C/C	PM 3	346
83	CANOA COL PVC UV 3 M BL C/CEM	PM 3	134

84	CODO 45 PVC DWV S32.5 75MM-3" GR C/C	PM 3	102
85	TAPON M PVC S40 12MM-1/2" B C/R	COLABORADORES	680
86	RED PVC S40 38X12MM-11/2X1/2" B C/C°	COLABORADORES	377
87	TB PVC SDR17 50 MM-2" X 6 M BL C/CEM	PM 3	345
88	UNIÓN PRE 1.1/4 SCH40 PVC	SE 0,83	245
89	TB PVC S17 38MM-11/2"X6M B C/C	FORECASTPRO	298
90	RED PVC S40 38X18MM-11/2X3/4" B C/C°	PM 3	296
91	EMP NOVAF 6"	PM 3	57
92	TAPON H PVC S40 38MM-11/2" B C/C	SE 0,83	281
93	RED CPVC CTS 18X12MM-3/4X1/2" CR C/C	PM 3	241
94	RED PVC S40 50X38MM-2X11/2" B C/C°	FORECASTPRO	258
95	ADAPM PVC S40 50MM-2" B C/C	SE 0,83	649
96	TE CPVC CTS 18 MM-3/4" CR C/CEM	PM 3	476
97	EMP NOVAF 8"	PM 3	56
98	TB PVC NOVAFORT 200MM-8"X6M BL C/EMP	SE 0,99	232
99	UNIÓN M PVC BAP 75 MM - 3" NA C/C	PM 3	244
100	BOQ P/CANOA COL PVC UV 75MM- 3" B C/EMP°	PM 3	220
101	CODO PRE 45 2 PVC SCH40	PM 6	223
102	UNIÓN P/CANOA PVC UV LISA AC BL C/CEM	PM 3	118
103	CODO 90 PVC DWV S32.5 38MM- 11/2" GR C/C	PM 3	259
104	TB PVC SDR51 200MM-8"X6M B C/C	PM 3	34
105	UNIÓN CPVC CTS 18 MM-3/4" CR C/CEM	PM 3	254
106	CODO PRE 45 1.1/2 PVC SCH40	PM 3	120
107	ADAPM PVC S40 75MM-3" B C/C	PM 3	233

108	YE PVC DWV S32.5 100 MM-4" GR C/CEM	SE 0,99	120
109	CODO PRE 45 1 PVC SCH40	SE 0,01	126
110	TB PVC SDR32.5 100MM-4"X6M B C/C	PM 3	324
111	TAPON H PVC DWV S40 N1 75MM-3" B C/C	PM 3	245
112	RED PVC S40 75X50MM-3X2" B C/C°	PM 3	373
113	TE PVC SCH40 31 MM-11/4" BL C/CEM	PM 3	576
114	TE PVC SCH40 100 MM-4" BL C/CEM	COLABORADORES	212
115	TB PVC S32.5 75MM-3"X6M B C/C	SE 0,01	320
116	RED PVC S40 50X31MM-2X11/4" B C/C°	SE 0,83	314
117	EMP HU NOVAF 100 MM-4" NE	PM 3	193
118	TAPON H PVC S40 50MM-2" B C/C	FORECASTPRO	357
119	CANOA COL PVC UV 6 M BL C/CEM	PM 3	226
120	TAPON H CPVC CTS 12MM-1/2" CR C/C	SE 0,01	117
121	CODO 45 PVC DWV S32.5 100MM-4" GR C/C	SE 0,99	282
122	RED PVC S40 100X75MM-4X3" B C/C	COLABORADORES	407
123	RED PVC DWV S32.5 150X100MM- 6X4" B C/C	SE 0,01	44
124	LLAVE CHORRO BR 12MM-1/2" LIV C/R GRIVAL	PM 3	155
125	CODO 90 PVC DWV S40 N1 50MM-2" B C/C°	PM 3	348
126	TB PVC NOVAFORT 150MM-6"X6M BL C/EMP	PM 3	353
127	TB CPVC CTS 18MM-3/4"X6M CR C/C	PM 3	108
128	TB PVC S17 100MM-4"X6M BL C/C	PM 3	65
129	RED PVC S40 50X12MM-2X1/2" B C/C°	FORECASTPRO	312
130	TE PVC SCH40 75 MM-3" BL C/CEM	PM 3	143
131	TB PVC SDR17 75 MM-3" X 6 M BL C/CEM	PM 3	215

132	TB PVC SDR64 150MM-6"X6M B C/C	SE 0,01	122
133	ABRAZADERA PVC S40 50X12MM-2X1/2" B C/C°	PM 3	21
134	ADAP H PVC S40 50MM-2" B C/C	PM 3	296
135	RED PVC S40 38X25MM-11/2X1" B C/C°	SE 0,83	189
136	RED PVC DWV S32.5 100X50MM-4X2" GR C/C	PM 3	184
137	CODO PRE 90 4 PVC SCH40	PM 3	115
138	RED PVC S40 50X18MM-2X3/4" B C/C°	PM 6	277
139	RED PVC S40 31X25MM-11/4X1" B C/C°	SE 0,99	368
140	UNIÓN PRE 3 SCH40 PVC	PM 3	71
141	ADAPM PVC S40 100MM-4" B C/C	PM 3	165
142	YE PVC DWV S32.5 75 MM-3" GR C/CEM	PM 3	83
143	ABRAZADERA PVC S40 75X18MM-3X3/4" B C/C°	PM 3	36
144	TP P/CANOA PVC UV LISA AC BL C/CEM	PM 3	185
145	CODO 45 PVC DWV S40 N1 100MM-4" B C/C	PM 3	102
146	RED PVC S40 100X50MM-4X2" B C/C	PM 3	220
147	TAPON H PVC S40 100MM-4" B C/C	PM 3	105
148	TAPON H PVC DWV S40 N1 100MM-4" B C/C	PM 6	76
149	RED PVC S40 50X25MM-2X1" B C/C°	PM 6	218
150	CODO PRE 45 3 PVC SCH40	PM 3	75
151	CANO LISA AC PVC UV 6 M BL C/CEM	PM 3	176
152	TB PVC NOVAFORT 250MM-10"X6M BL C/EMP	PM 3	32
153	TE PVC SCH40 62 MM-21/2" BL C/CEM	FORECASTPRO	71
154	UNIÓN PVC SCH40 100 MM-4" BL C/CEM	PM 3	63
155	YE PVC DWV S32.5 50 MM-2" GR C/CEM	PM 3	68

156	TB PVC S26 150MM-6"X6M B C/C	FORECASTPRO	126
157	YE PVC DWV S40 N1 100 MM-4" BL C/CEM	PM 3	86
158	CODO 90 PVC S32.5 150MM-6" GRIS C/C	SE 0,01	81
159	BOQ P/CANOA COL PVC UV 50MM-2" B C/EMP°	PM 6	159
160	TB PVC NOVAFORT 375MM-15"X6M BL C/EMP	PM 3	38
161	CODO PRE 45 4 PVC SCH40	SE 0,83	108
162	TE PVC DWV S40 N1 100 MM-4" BL C/CEM	PM 3	44
163	CODO 90 PVC DWV S40 N1 100MM-4" B C/C	PM 3	120
164	CODO 45 PVC S32.5 150MM-6" GRIS C/C	PM 3	15
165	TB PVC S32.5 150MM-6"X6M B C/C	PM 3	79
166	TAPON H PVC S40 75MM-3" B C/C	PM 6	143
167	ADAP H PVC S40 75MM-3" B C/C	PM 3	79
168	CODO PRE 90 2.1/2 PVC SCH40	PM 3	84
169	CODO 45 PVC SCH40 150 MM-6" BL C/CEM	PM 3	22
170	TB PVC NOVAFORT 600MM-24"X6.3M BL C/EMP	PM 3	52
171	TE PVC SCH40 150 MM-6" BL C/CEM	SE 0,83	84
172	TE PVC DWV S32.5 150 MM-6" GR C/CEM	SE 0,83	74
173	UNIÓN PVC SCH40 150 MM-6" BL C/CEM	COLABORADORES	138
174	EMP NOVAFORT 10" GUA	#N/A	
175	EMP NOVAFORT 12" GUA	PM 6	3
176	TB PVC NOVAFORT 750MM-30"X6.3M BL C/EMP	PM 3	0
177	EMP P/TRAP GRASA-REG HU 100MM-4" NE	#N/A	
178	TB PVC NOVAFORT 900MM-36"X6.3M BL C/EMP	SE 0,99	1
179	YE PVC DWV S40 N1 150 MM-6" BL C/CEM	FORECASTPRO	0

180	RED PVC DWV S40 N1 150X100MM-6X4" B C/C	PM 3	1
181	CODO 90 PVC SCH40 150 MM-6" BL C/CEM	PM 3	0
182	CODO 90 PVC DWV S40 N1 150MM-6" B C/C	REGRESIÓN	0
183	CODO 45 PVC DWV S40 N1 150MM-6" B C/C	FORECASTPRO	1
184	TE PVC SCH40 200 MM-8" BL C/CEM	PM 3	1
185	RED PVC S40 200X150MM-8X6" B C/C	PM 3	0
186	TE PVC SCH40 250 MM-10" BL C/CEM	PM 3	0
187	CODO 90 PVC SCH 40 250 MM-10" BL C/CEM	PM 3	1
188	CODO 90 PVC SCH40 200 MM-8" BL C/CEM	SE 0,99	0
189	TB PVC NOVAFORT 1050MM-42"X6.3M BL C/EMP	SE 0,99	1
190	UNIÓN NOVALOC PVC 2710 IIIIG 60" B C/C	#N/A	
191	CODO 45 PVC SCH40 250 MM-10" BL C/CEM	PM 3	2
192	TB PVC NOVAFORT 450MM-18"X6M BL C/EMP	PM 3	0
193	TB PVC CONDUIT L. 12MM-1/2"X3M GR C/C	PM 3	0
194	TB PVC CONDUIT L. 50MM-2"X3M GR C/C	SE 0,01	0
195	TB PVC CONDUIT L. 18MM-3/4"X3M GR C/C	PM 3	0
196	TB PVC CONDUIT L. 25MM-1"X3M GR C/C	FORECASTPRO	4
197	TB PVC CONDUIT L. 38MM-1 1/2"X3M GR C/C	FORECASTPRO	3
198	VÁLVULA DE COMPUERTA MATCO 12MM-1/2" C/R	FORECASTPRO	0
199	VÁLVULA DE COMPUERTA MATCO 50MM-2" C/R	SE 0,99	0
200	VÁLVULA DE COMPUERTA MATCO 75MM-3" C/R	PM 3	1
201	VÁLVULA DE COMPUERTA MATCO 100MM-4" C/R	PM 3	1
202	EMP P/TRAP GRASA-REG HU 50MM-2" NE	#N/A	
203	LUBRICANTE P/UNIÓN 500GR UM	PM 6	0

204	PEG SOLV PVC 3.79 LT-1 GL	PM 6	1
205	TB PVC S40 100MM-4"X20' B C/C	#N/A	
206	SOLDADURA PVC 1/4GAL	PM 3	0

Tabla 22 MAD modelos ajustados
Elaboración propia

