



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

**EVALUACIÓN DE LOS MÉTODOS DE PROYECCIÓN DE VENTAS, A TRAVÉS DE
PRONÓSTICOS, Y DETERMINACIÓN DEL MODELO ÓPTIMO PARA FORCOGUA, S.A.**

Mariela Elizabeth Reyna Gordillo

Asesorado por la Inga. María Martha Wolford Estrada

Guatemala, mayo de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**EVALUACIÓN DE LOS MÉTODOS DE PROYECCIÓN DE VENTAS, A TRAVÉS DE
PRONÓSTICOS, Y DETERMINACIÓN DEL MODELO ÓPTIMO PARA FORCOGUA, S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MARIELA ELIZABETH REYNA GORDILLO
ASESORADO POR LA INGA. MARÍA MARTHA WOLFORD ESTRADA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, MAYO DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. José Luis Antonio Valdeavellano Ardón
EXAMINADOR	Ing. Julio Oswaldo Rojas Argueta
EXAMINADORA	Inga. Rocío Carolina Medina Galindo
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

EVALUACIÓN DE LOS MÉTODOS DE PROYECCIÓN DE VENTAS, A TRAVÉS DE PRONÓSTICOS, Y DETERMINACIÓN DEL MODELO ÓPTIMO PARA FORCOGUA, S.A.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Industrial, con fecha enero del 2017.



Mariela Elizabeth Reyna Gordillo

Guatemala, 16 de octubre de 2018

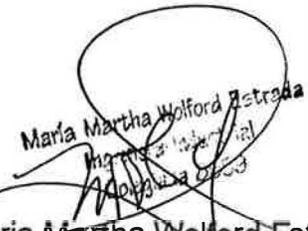
Ingeniero
Juan José Peralta Dardón
Director de Escuela Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

Ingeniero Peralta:

Por medio de la presente HAGO CONSTAR que he revisado y dado mi aprobación al informe final del trabajo de graduación titulado **“EVALUACIÓN DE LOS MÉTODOS DE PROYECCIÓN DE VENTAS, A TRAVÉS DE PRONÓSTICOS, Y DETERMINACIÓN DEL MODELO ÓPTIMO PARA FORCOGUA, S.A.”**, de la estudiante de Ingeniería Industrial Mariela Elizabeth Reyna Gordillo quien se identifica con el carné número 201313944 y código único de identificación (CUI) 2731329380101.

Sin otro particular me suscribo de usted.

Atentamente,


Inga. ~~Maria Martha Wolford Estrada~~
Colegiado No. 8,659
Asesora

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA**



FACULTAD DE INGENIERÍA

REF.REV.EMI.168.018

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **EVALUACIÓN DE LOS MÉTODOS DE PROYECCIÓN DE VENTAS, A TRAVÉS DE PRONÓSTICOS, Y DETERMINACIÓN DEL MODELO ÓPTIMO PARA FORCOGUA, S.A.**, presentado por la estudiante universitaria **Mariela Elizabeth Reyna Gordillo**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Julio Oswaldo Rojas Argueta
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Julio O. Rojas Argueta
Ingeniero Mecánico Industrial
Colegiado 10,870

Guatemala, octubre de 2018.

/mgp



REF.DIR.EMI.083.019

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor **EVALUACIÓN DE LOS MÉTODOS DE PROYECCIÓN DE VENTAS, A TRAVÉS DE PRONÓSTICOS, Y DETERMINACIÓN DEL MODELO ÓPTIMO PARA FORCOGUA, S. A.**, presentado por la estudiante universitaria **Mariela Elizabeth Reyna Gordillo**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Cesar Ernesto Urquiza Rodas
DIRECTOR a.i.
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, mayo de 2019.

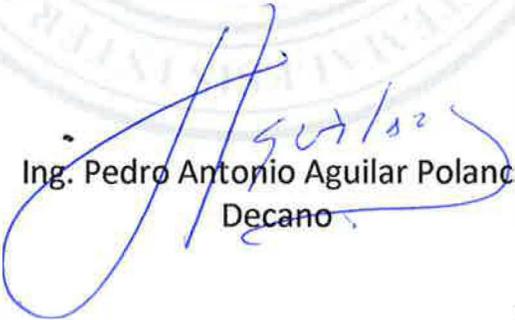
/mgp



DTG. 266.2019

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **EVALUACIÓN DE LOS MÉTODOS DE PROYECCIÓN DE VENTAS, A TRAVÉS DE PRONÓSTICOS, Y DETERMINACIÓN DEL MODELO ÓPTIMO PARA FORCOGUA, S. A.**, presentado por la estudiante universitaria: **Mariela Elizabeth Reyna Gordillo**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, mayo de 2019

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por ser el centro de mi vida y mi guía en cada paso que doy. Por darme la sabiduría y capacidad que me han traído a donde estoy.
Mi papá	Por su apoyo incondicional, su ejemplo y motivación constante para alcanzar mis sueños
Mi mamá	Por su amor sin límites, apoyo y consejos brindados, por siempre creer en mí.
Mis hermanos	José, Danny y Marian, por estar siempre a mi lado, inspirarme, motivarme y permitirme confiar plenamente en ellos.
Familia	Por las palabras de ánimo, por ser parte de mi vida y apoyarme siempre.
Amigos	Por su compañerismo, apoyo moral y los momentos compartidos a lo largo de la carrera.

AGRADECIMIENTOS A:

Mis padres	Por apoyarme en todo momento, por su trabajo y sacrificios para brindarme las herramientas necesarias para alcanzar esta meta.
Mi asesora	Por su paciencia y apoyo para guiarme durante todo el proceso de la carrera.
Forcogua	Por abrirme las puertas de su empresa y permitir desarrollarme profesionalmente en ella.
Universidad de San Carlos de Guatemala	<i>Alma mater</i> y casa de estudios que me inspiró a culminar esta carrera y me formó para ser una profesional de éxito.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1. Información general.....	1
1.1.1. Ubicación.....	1
1.1.2. Historia	1
1.1.3. Visión.....	3
1.1.4. Misión	3
1.1.5. Valores	3
1.2. Tipo de organización	5
1.2.1. Organigrama.....	5
1.2.2. Descripción de puestos	7
1.3. Descripción del producto	9
1.3.1. Concreto premezclado.....	9
1.3.2. Usos y aplicaciones	10
1.4. Descripción de servicios	10
1.4.1. Diseño y asesoría	10
1.4.2. Colocación de concreto	10
1.5. Proyección de ventas	11
1.5.1. Definición	11
1.6. Pronósticos.....	11
1.6.1. Importancia.....	11

1.6.2.	Pasos para calcular los pronósticos de ventas.....	12
1.6.2.1.	Gráfica de ventas	12
1.6.2.2.	Análisis primario	13
1.6.2.3.	Análisis secundario	15
1.6.2.4.	Pronóstico de riesgo.....	15
1.6.3.	Tipos de pronósticos	16
1.6.4.	Métodos cuantitativos.....	17
1.6.4.1.	Método de series temporales	17
1.6.4.1.1.	Último periodo	17
1.6.4.1.2.	Promedio aritmético	18
1.6.4.1.3.	Promedio móvil simple..	18
1.6.4.1.4.	Promedio móvil ponderado	18
1.6.4.1.5.	Promedio móvil ponderado exponencial	19
1.6.4.2.	Método de correlación	20
1.6.4.3.	Método cíclico	21
1.6.4.4.	Método combinado	22
1.7.	Punto de equilibrio.....	23
1.7.1.	Análisis algebraico	23
1.7.2.	Análisis gráfico	25
2.	SITUACIÓN ACTUAL	27
2.1.	Diagnóstico general de la empresa.....	27
2.1.1.	Departamento de ventas	27
2.1.2.	Departamento de producción	28
2.1.3.	Departamento de finanzas	29
2.2.	Jornadas de trabajo.....	30
2.2.1.	Área operativa	30

	2.2.1.1.	Jornada diurna.....	31
	2.2.1.2.	Jornada mixta	31
	2.2.2.	Área administrativa	31
	2.2.2.1.	Jornada diurna.....	31
2.3.		Recurso humano	31
	2.3.1.	Nivel académico	33
2.4.		Descripción del equipo	33
	2.4.1.	Maquinaria	33
	2.4.2.	Herramientas	34
2.5.		Descripción de procesos	34
	2.5.1.	Proceso de venta y asesoría	34
	2.5.2.	Proceso de maquilado de concreto	35
	2.5.3.	Proceso de bombeo de concreto	35
	2.5.4.	Proceso de colocación de concreto	36
2.6.		Datos históricos de ventas de concreto premezclado	36
	2.6.1.	Ventas de concreto premezclado	37
2.7.		Especificación de costos para la producción de concreto premezclado	42
	2.7.1.	Costos fijos	42
	2.7.2.	Costos variables	42
3.		PROPUESTA PARA APLICAR LA EVALUACIÓN DE MÉTODOS.....	43
	3.1.	Estadísticas de ventas.....	43
	3.1.1.	Venta mensual.....	43
	3.1.2.	Venta anual.....	54
	3.2.	Análisis de información.....	56
	3.2.1.	Gráfica de ventas.....	56
	3.2.2.	Análisis primario	57
	3.3.	Análisis de los métodos de proyección de ventas	57

3.3.1.	Análisis de métodos por utilizar	58
3.4.	Análisis secundario	58
3.4.1.	Modelo de series temporales	58
3.4.2.	Modelo de correlación	67
3.4.3.	Modelo cíclico.....	75
3.4.4.	Método combinado.....	79
3.5.	Errores en los métodos	86
3.5.1.	Modelo de series temporales	87
3.5.2.	Modelo de correlación	92
3.5.3.	Modelo cíclico.....	96
3.5.4.	Método combinado.....	97
3.6.	Resultados de métodos utilizados.....	98
3.6.1.	Análisis de resultados	98
3.6.2.	Pronóstico de riesgo.....	99
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA	103
4.1.	Modelo matemático para proyectar ventas	103
4.1.1.	Gráfica del método óptimo	103
4.1.2.	Diseño del modelo matemático	103
4.2.	Proceso de implementación	105
4.2.1.	Implementación del modelo.....	105
4.2.2.	Entidades responsables	105
4.2.2.1.	Gerencia.....	105
4.2.2.2.	Ventas	105
4.3.	Proyección de ventas a corto plazo.....	106
4.3.1.	Ventas de concreto premezclado	106
4.4.	Punto de equilibrio de ventas	107
4.4.1.	Análisis de costos.....	107
4.4.2.	Determinación del punto de equilibrio	107

4.4.3.	Gráfica del punto de equilibrio	108
4.4.4.	Análisis del punto de equilibrio	109
4.5.	Manual de uso	109
4.5.1.	Objetivo del manual	109
4.5.2.	Alcance del manual	109
4.5.3.	Glosario	109
4.5.4.	Desarrollo	110
4.5.4.1.	Procedimiento.....	110
5.	SEGUIMIENTO	111
5.1.	Resultados obtenidos	111
5.1.1.	Interpretación.....	111
5.1.2.	Aplicación	111
5.2.	Estadísticas	112
5.2.1.	Ventas a corto plazo.....	112
5.3.	Acciones correctivas.....	113
5.3.1.	Capacitación de personal	114
5.4.	Auditoría	114
5.4.1.	Área de ventas.....	114
5.4.2.	Área de marketing	115
5.4.3.	Área de producción.....	115
5.5.	Ventajas y desventajas del modelo matemático.....	115
5.5.1.	Ventajas del modelo matemático.....	115
5.5.2.	Desventajas del modelo matemático.....	116
5.6.	Seguimiento al modelo matemático para proyectar ventas ...	116
	CONCLUSIONES.....	117
	RECOMENDACIONES.....	119
	BIBLIOGRAFÍA.....	121

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa de ubicación geográfica.....	1
2.	Organigrama	6
3.	Títulos de ejes	12
4.	Familias de curvas estables	13
5.	Familias de curvas ascendentes	14
6.	Familias de curvas cíclicas.....	14
7.	Familias de curvas combinadas	15
8.	Punto de equilibrio gráfico	26
9.	Departamento de ventas	28
10.	Departamento de producción	29
11.	Departamento de finanzas	30
12.	Proceso de venta y asesoría.....	35
13.	Historial de ventas por año, cuatro periodos	37
14.	Historial de ventas por mes, año 2014	38
15.	Historial de ventas por mes, año 2015	39
16.	Historial de ventas por mes, año 2016	40
17.	Historial de ventas por mes, año 2017	41
18.	Ventas mensuales de concreto premezclado durante los últimos tres años.....	57
19.	Modelo de correlación lineal.....	67
20.	Modelo de correlación logarítmica.....	69
21.	Modelo de correlación exponencial	71
22.	Modelo de correlación potencial.....	73

23.	Ventas reales mensuales de los últimos tres años, con línea de tendencia	99
24.	Gráfica del pronóstico de riesgo por método de correlación lineal.....	103
25.	Punto de equilibrio de concreto premezclado	108

TABLAS

I.	Distribución de empleados según área de trabajo.....	32
II.	Ventas mensuales en el año 2014.....	43
III.	Ventas mensuales en el año 2015.....	46
IV.	Ventas mensuales en el año 2016.....	48
V.	Ventas mensuales en el año 2017.....	51
VI.	Resumen de estadísticas en los últimos cuatro años de ventas.....	53
VII.	Últimos cuatro periodos de ventas anuales	54
VIII.	Ventas mensuales reales en los últimos tres años	56
IX.	Ejemplo método del último periodo.....	58
X.	Pronóstico de ventas, método del último periodo	59
XI.	Pronóstico de ventas, método promedio aritmético	61
XII.	Pronóstico de ventas, método promedio móvil simple	62
XIII.	Pronóstico de ventas, método promedio móvil ponderado	64
XIV.	Pronóstico de ventas, método promedio móvil ponderado exponencial.....	66
XV.	Pronóstico de ventas, modelo de correlación lineal	68
XVI.	Pronóstico de ventas, modelo de correlación logarítmica.....	70
XVII.	Pronóstico de ventas, modelo de correlación exponencial	72
XVIII.	Pronóstico de ventas, modelo de correlación potencial	74
XIX.	Índice estacional de ventas de los años 2015 y 2016.....	78
XX.	Pronóstico de ventas, modelo cíclico.....	79

XXI.	Ecuaciones de regresión de las ventas reales de los años 2015 y 2016.....	80
XXII.	Ventas nuevas de los años 2015 y 2016.....	82
XXIII.	Índice estacional de ventas nuevas de los años 2015 y 2016.....	84
XXIV.	Pronóstico de ventas, método combinado	86
XXV.	Error del método último periodo	87
XXVI.	Error del método promedio aritmético	88
XXVII.	Error del método promedio móvil simple	89
XXVIII.	Error del método promedio móvil ponderado	90
XXIX.	Error del método promedio móvil ponderado exponencial	91
XXX.	Error del modelo de correlación lineal	92
XXXI.	Error del modelo de correlación logarítmica.....	93
XXXII.	Error del modelo de correlación exponencial	94
XXXIII.	Error del modelo de correlación potencial.....	95
XXXIV.	Error del modelo cíclico.....	96
XXXV.	Error del método combinado	97
XXXVI.	Errores totales en los métodos de proyección de ventas	98
XXXVII.	Pronóstico de riesgo por método de correlación lineal.....	101
XXXVIII.	Proyección de ventas de concreto premezclado en el año 2018	106

GLOSARIO

Abastecimiento	Acción de satisfacer, en el tiempo adecuado y de la forma adecuada, las necesidades de las personas en lo referente al consumo de algún producto.
Algebraico	Lenguaje matemático que emplea símbolos y letras para representar números.
Analogía	Procedimiento de crear expresiones nuevas, o transformar otras que ya existen, con el fin de acomodarlas a un determinado modelo.
Catalogar	Registrar y clasificar información, para formar un inventario o incluirla en uno ya elaborado.
Coeficiente	Número o parámetro que se escribe a la izquierda de una variable o incógnita y que indica el número de veces que debe multiplicarse.
Correlación	Correspondencia o relación recíproca entre dos o más acciones o fenómenos.
Desviación estándar	Índice numérico de la dispersión de un conjunto de datos. Es el promedio de las desviaciones individuales de cada observación, con respecto a la media de una distribución.

Econometría	Aplicación de los métodos estadísticos al estudio de la economía.
Estrategia	Serie de acciones muy meditadas y encaminadas hacia un fin determinado.
Low-boy	Remolque de plataforma baja. Herramienta que ayuda a transportar o a remolcar objetos.
Lucrativo	Aquello que produce u origina alguna ganancia, beneficio o rendimiento.
Metro cúbico	Unidad de volumen del sistema internacional, de símbolo m ³ , que equivale al volumen de un cubo de un metro de lado.
Óptimo	Especialmente en lo que se refiere a las condiciones o características de algo, que es extraordinariamente bueno o el mejor.
Plano cartesiano	Es un sistema de referencias que se encuentra conformado por dos rectas numéricas, una horizontal y otra vertical que se cortan en un determinado punto.
Retroexcavadora	Máquina utilizada para realizar excavaciones en terrenos. Consiste en un balde de excavación en el extremo de un brazo articulado de dos partes.

Riesgo	Combinación de la probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas.
Simulación	Recreación de procesos que se dan en la realidad mediante la construcción de modelos que resultan del desarrollo de ciertas aplicaciones específicas.
Sobre ponderar	Asignar a un elemento de un conjunto un valor relativo mayor del que tiene realmente dentro de ese conjunto.
Suministro	Proveer o abastecer a alguien de productos o bienes que necesite.
Varianza	Medida de dispersión que ostenta una variable aleatoria respecto a su esperanza. Es la media de los residuos al cuadrado.

RESUMEN

Actualmente, Forcogua se dedica a la maquilación de concreto premezclado. Cuenta con plantas dosificadoras automatizadas calibradas periódicamente para garantizar todos los concretos, así como el bombeo de concreto con maquinaria especializada para todo tipo de obra, la colocación de concreto por medio de personal calificado y la asesoría en el diseño y control de las mezclas.

Al prestar los servicios de maquilación, bombeo, colocación y asesoría del concreto premezclado, es importante que se registren de forma adecuada todas las ventas realizadas para tener un historial significativo que permita proyectar las ventas de los años siguientes de la mejor forma y lo más acertado posible. Se busca un pronóstico de ventas acertado para que el administrador financiero pueda estimar los flujos de efectivo mensuales que resultarán de los ingresos de ventas proyectados y de otros gastos.

En el presente trabajo de graduación, la proyección de ventas se enfoca en un adecuado análisis de los periodos previos de ventas realizadas por la empresa de concreto premezclado, basado en pronósticos y los diferentes procesos que lleva diseñar el modelo matemático.

OBJETIVOS

General

Evaluar los métodos de proyección de ventas, a través de pronósticos, en una empresa dedicada a la maquilación, bombeo y colocación de concreto premezclado y determinar el método más apropiado.

Específicos

1. Analizar las estadísticas de la información histórica de ventas reales de Forcogua, S.A.
2. Determinar el comportamiento de las ventas históricas y actuales de concreto premezclado.
3. Analizar el punto de equilibrio en las ventas actuales de concreto premezclado.
4. Evaluar y aplicar los métodos más apropiados para la proyección de ventas.
5. Análisis de resultados para determinar el riesgo de cada método de proyección de ventas.
6. Determinar el método de pronóstico óptimo para Forcogua, S.A.

7. Establecer un manual para el uso del modelo determinado, para proyectar las ventas.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación contiene un estudio de los métodos de proyección de ventas y la evaluación de estos en una empresa que se dedica a la venta de concreto premezclado.

En el primer capítulo se presentan los antecedentes generales de la empresa Forcogua y un marco teórico.

En el segundo capítulo se desarrolla la situación actual de la empresa, con información recopilada de ventas históricas de concreto premezclado, que posteriormente se analizará. Por cuestiones de confidencialidad, se proporcionarán datos porcentualmente equivalentes a los reales.

En el tercer capítulo se evalúa cada uno de los métodos de proyección de venta para las ventas de concreto premezclado de Forcogua. Se determinan los errores que cada uno de estos métodos presentó para la información histórica de ventas.

En el cuarto capítulo se establece el mejor método para proyectar ventas, con base en los errores presentados. Se proporciona un modelo matemático junto con un manual de uso, para la proyección de las ventas de concreto premezclado.

En el capítulo cinco se brinda la información necesaria para el adecuado seguimiento y mejora continua del modelo matemático proporcionado para proyectar ventas.

Por último, se presentará las conclusiones obtenidas y recomendaciones a las que se llegó, producto del estudio realizado, así como a la respectiva bibliografía.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Información general

Forcogua es una empresa dedicada a la maquilación, bombeo y colocación de concreto premezclado, y a la asesoría en el diseño y control de mezclas.

1.1.1. Ubicación

El sector donde se ubican las instalaciones de Forcogua colinda al norte con el municipio de Chinautla, a sur con la zona 1 de Guatemala, al este con la zona 18 de Guatemala y al oeste con la zona 2 de Guatemala. Se encuentra ubicada en el kilómetro 5,5 antigua carretera a Chinautla, zona 6 de la ciudad capital.

Figura 1. **Mapa de ubicación geográfica**



Fuente: FORCOGUA <https://maps.google.es/>.

1.1.2. Historia

En el año 2000, como parte de la visión del socio fundador, ingeniero Herbert Barrera, surge la empresa constructora “Soluciones en Concreto, S.A.”,

Solecsa¹, empresa de carácter familiar, orientada a la ejecución de obras de vivienda en serie con moldes de formaleta.

El 25 de septiembre del 2003 surge como parte de una estrategia de integración la empresa Forcogua, con el propósito primordial de ofrecer a la constructora una óptima solución a los problemas de abastecimiento, calidad y tiempos de entrega del concreto premezclado, materia prima básica en la construcción de vivienda en serie utilizada por Solecsa.

Con el tiempo, la eficiencia y excelencia con la que Forcogua cumplía el propósito para el cual fue creada se hizo evidente. Fue notoria la capacidad de la empresa para ofrecer sus productos, por lo que sale al mercado para ofrecer sus servicios ya no solo exclusivamente a Solecsa, sino también al mercado guatemalteco, demandante de sus distintivas características en la industria de la construcción.

Actualmente, brinda a los clientes una completa oferta de servicios que incluyen desde suministro de concreto, muros prefabricados y diversidad de productos similares derivados del concreto, hasta servicios asociados como elaboración de moldes de formaleta, supervisión de obras y construcción de viviendas en serie, entre otros. Cumple a cabalidad las normas técnicas y exigencias de calidad, pero sobre todo, se asegura de cumplir y exceder la satisfacción de los clientes.

Actualmente, Forcogua está conformada por un equipo multidisciplinario de personas calificadas y motivadas para llevar la empresa hacia un futuro prometedor. Busca el desarrollo de cada uno de los proyectos que ejecuta y crea cada día obras que duran toda la vida.

¹Forcogua, S.A. *Manual de inducción* (2014), p. 3.

1.1.3. Visión

La visión de Forcogua es “ser la concretera líder en Guatemala, reconocida por su indiscutible calidad, excelencia en el trabajo y valioso capital humano, distinguiéndonos en el mercado nacional por cumplir a cabalidad y con puntualidad nuestros compromisos, generando así utilidades satisfactorias para todos los que intervienen en la cadena de valor”.²

1.1.4. Misión

La misión de Forcogua es ser “un grupo productor de concreto y sus derivados en la industria de la construcción, que busca la excelencia a base de trabajo duro cimentado en nuestros valores, buscando siempre obtener resultados de calidad total, precio competitivo y tiempos óptimos de entrega, enfocados en la satisfacción de nuestros clientes, apoyándonos en la investigación de nuevas técnicas y las fortalezas de nuestro recurso humano para alcanzarlos”.

1.1.5. Valores

Los valores que caracterizan a Forcogua son:

- **Confiabilidad:** creen que las relaciones de calidad se construyen sobre principios, en especial el de la confiabilidad, base de relaciones significativas, amistades duraderas y fructíferas, sociedades exitosas en los negocios y equipos de trabajo eficaces. La confianza es un factor esencial para alcanzar el éxito sostenido.

²Forcogua, S.A. *Manual de inducción* (2014), p. 4 y 5.

- Planeación efectiva: no todo lo que planean se cristaliza, pero pueden medir los resultados de acuerdo a sus estándares. Si es necesario, pueden ajustar los estándares de manera más realista. Para Forcogua, todo propósito en la vida debe ir acompañado de un plan que se ejecute. Saben que un plan sin ejecución quedaría en el aire.
- Productividad: creen que la clave del crecimiento es que los individuos, comunidades y sociedades sean productivos. Significa trabajar creando sueños y esforzarse para darle estructura a la imaginación. Se debe ofrecer oportunidades, inspirar a la gente, lograr que descubran y acepten su productividad y que apliquen sus habilidades.³
- Responsabilidad: saben que una persona responsable es aquella en quien se puede confiar y que esa confianza no se exige, sino que se gana. Se puede construir sólidas organizaciones con gente responsable. Para Forcogua, las personas responsables son hombres y mujeres de valor que viven en un mundo de fidelidad, sirviendo a otros y construyendo su legado.
- Trabajo duro: creen que la mente de quienes trabajan duro, se concentra en que las cosas se hagan y en lograr cantidad y calidad en su ejecución. Están convencidos que el trabajo duro brinda los beneficios de seguridad, bienestar económico, felicidad y que es una gran cualidad personal. El trabajo duro se relaciona con la eficiencia y la inteligencia en las labores.

³Forcogua, S.A. *Manual de inducción* (2014), p. 5 y 6.

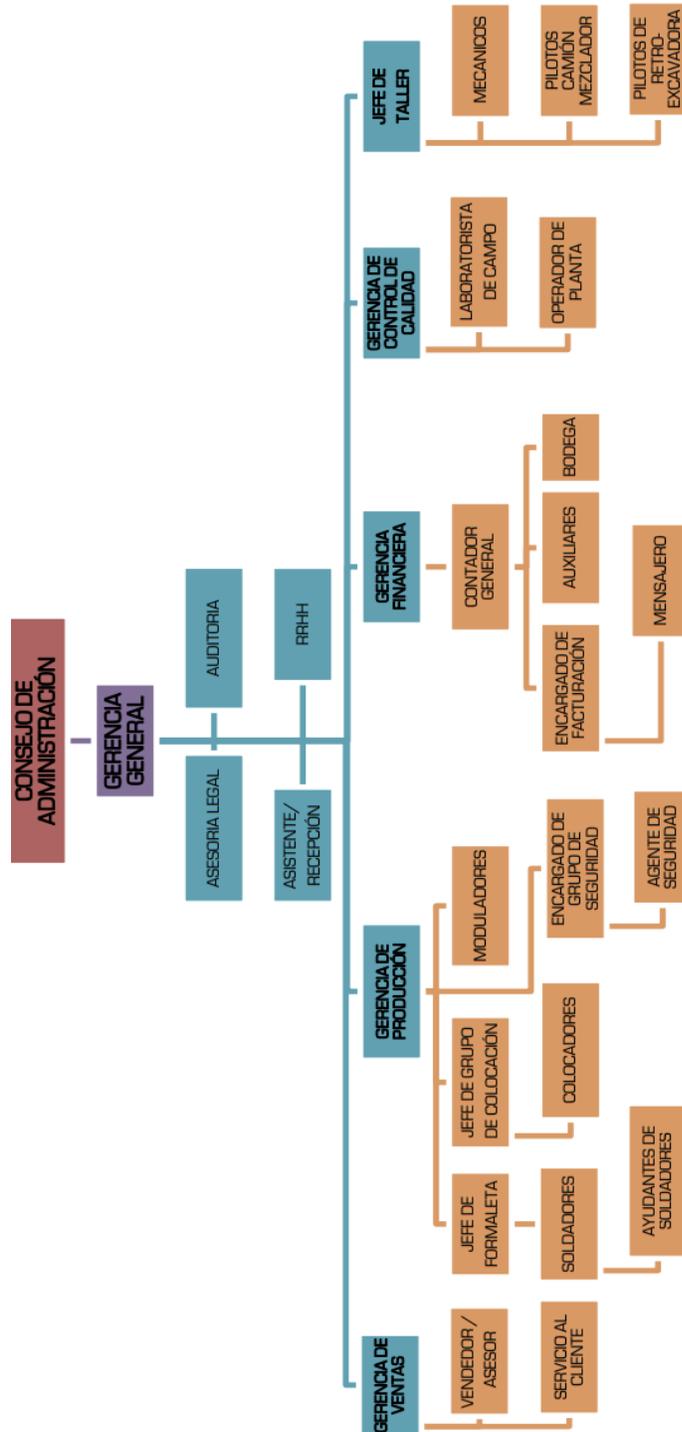
1.2. Tipo de organización

Forcogua es una organización lucrativa que se caracteriza por la diferenciación de actividades o funciones.

1.2.1. Organigrama

Se muestra una representación gráfica de las unidades administrativas que conforman Forcogua y las relaciones de jerarquía.

Figura 2. Organigrama



Fuente: Manual de Inducción (2014), Formaletas para construcción de Guatemala, S.A.p. 7.

1.2.2. Descripción de puestos

- Gerente general: planifica, organiza, dirige y supervisa las operaciones realizadas en la organización.
- Gerente administrativo: supervisa el rendimiento del personal de trabajo y sus actividades. Se enfoca en administrar las actividades realizadas por la empresa.
- Recepcionista: mantiene una comunicación entre clientes y la empresa, recibe y registra correspondencia, entre otras. Su supervisor inmediato es la gerencia general y no tiene subalternos.
- Gerente de ventas: planifica, organiza y supervisa las actividades de los vendedores y asesores, pronostica las ventas para que se puedan planificar las actividades en el resto de la empresa. Sus subalternos son vendedores y asesores.
- Vendedor: vende, brinda un buen servicio al cliente, orienta y asesora en los productos y beneficios que ofrece la empresa; motiva al cliente a comprar los productos de la empresa. Su supervisor inmediato es la gerencia de ventas y no tiene subalternos.
- Gerente de producción: administra las actividades realizadas en el departamento de producción. Delega actividades y dirige a los operadores en sus labores. Sus subalternos son los jefes de formaleta y del grupo de colocación, moduladores y el encargado del grupo de seguridad.

- Soldador: une piezas sólidamente para crear formaletas. Su supervisor inmediato es el jefe de formaleta y sus subalternos son los ayudantes de soldadores.
- Colocador: coloca producto en sus respectivas áreas. Su supervisor inmediato es el jefe de grupo de colocación y no tiene subalternos.
- Encargado de grupo de seguridad: su trabajo consiste en planificar, supervisar y ser responsable por las actividades que realizan los agentes de seguridad. Su inmediato supervisor es la gerencia de producción y sus subalternos son los agentes de seguridad.
- Agente de seguridad: vela por la seguridad de los clientes y de los trabajadores. Su supervisor inmediato es el encargado de grupo de seguridad y no tiene subalternos.
- Gerente financiero: administra la actividad financiera, realiza diagnósticos, planificaciones y controles financieros, optimiza el valor de la empresa. Sus subalternos son los contadores y el encargado de facturación.
- Contador general: emite estados financieros, analiza los saldos de cuentas, supervisa la emisión de órdenes de pago, entre otras actividades. Su supervisor inmediato es la gerencia financiera y sus subalternos son los auxiliares de contabilidad y el encargado de facturación.
- Encargado de facturación: supervisa y controla la emisión de facturas de los productos y/o servicios prestados a los clientes. Su supervisor inmediato es la gerencia financiera y sus subalternos son los mensajeros.

- Mensajero: realiza entregas, organiza sus rutas y optimiza el tiempo para que lleguen a su destinatario lo más pronto posible y en el mejor estado. Su supervisor inmediato es la gerencia financiera y no tiene subalternos.
- Gerente de control de calidad: responsable del mantenimiento y calidad de los productos. Sus subalternos son los laboratoristas de campo y operadores de planta.
- Laboratorista de campo: obtiene muestras, las analiza, procesa y determina si cumple con los parámetros establecidos para el producto. Su supervisor inmediato es la gerencia de control de calidad y no tiene subalternos.

1.3. Descripción del producto

El principal producto con el que trabaja Forcogua es el concreto premezclado.

1.3.1. Concreto premezclado

Es una mezcla de cemento, agua y agregados. Es uno de los materiales que más se utilizan en la industria de la construcción, ya que puede llegar a ser moldeado de tal forma que se vuelve un elemento estructural muy confiable, resistente y duradero. El concreto se surte en camiones mezcladores por volumen en metros cúbicos.

1.3.2. Usos y aplicaciones

Algunos de los usos y aplicaciones son: losas, cubiertas, cimentaciones, zapatas, columnas, trabes, losas de cimentación, muros estructurales, elementos prefabricados, pisos industriales, estacionamientos, senderos, colados masivos y más.

1.4. Descripción de servicios

Forcogua presta diferentes servicios, los cuales son:

1.4.1. Diseño y asesoría

Con el objetivo de brindar un producto de calidad, que cumple con las normas internacionales ASTM y ACI, se da asesoría en el diseño y control de mezclas. La asesoría se puede definir como el proceso de guiar a otros individuos a realizar ciertas actividades en las cuales se tiene más experiencia y se puede aportar conocimientos. El diseño de la mezcla debe considerar factores a los que estará expuesto el concreto, como el tránsito vehicular, peatonal y montacargas, a climas extremos de calor o de frío.

1.4.2. Colocación de concreto

Para la colocación de concreto se necesita personal de colocación, que debe ser un equipo de trabajo con una amplia capacidad y experiencia.

1.5. Proyección de ventas

La proyección de ventas es una estimación de las ventas que se tendrán en la empresa, de uno o varios productos o servicios. Es muy importante una buena proyección de ventas, ya que es una de las principales fuentes de riesgo en la empresa.

1.5.1. Definición

La proyección de ventas es definida por varios autores. Uno de ellos indica que es “un cálculo estimado de ventas para un periodo determinado, con el fin de preparar un plan de comercialización. Todos los departamentos de la empresa deben orientar su planeación alrededor del pronóstico de ventas, es decir: producción, compras, finanzas y personal utiliza el pronóstico para planear sus respectivas operaciones”.⁴

1.6. Pronósticos

Un pronóstico es una predicción o estimación de un hecho futuro; en este caso, de ventas.

1.6.1. Importancia

Los pronósticos en la empresa son importantes porque brindan información vital para la toma de decisiones. Los demás departamentos dependen de este; algunos, como marketing y finanzas, dependen aún más.

⁴MERCADO, Salvador. *Mercadotecnia programada*. Editorial Limusa. 2005. p.358.

Gerencia planifica las operaciones con base en la proyección de ventas que se establece.

1.6.2. Pasos para calcular los pronósticos de ventas

Es importante seguir un orden lógico y analizar de la mejor forma la información histórica de ventas, para proyectar adecuadamente. Los pasos para calcular los pronósticos de ventas son los siguientes:

1.6.2.1. Gráfica de ventas

En el plano cartesiano, se graficarán las ventas que indican el comportamiento que presentan las mismas con respecto al tiempo. En el eje “x” de la gráfica se coloca la variable del tiempo; es decir, los periodos que se utilizarán. La mayoría de veces se presenta como meses del año. En el eje “y” de la gráfica se coloca la variable de la cantidad de ventas. Una vez identificados los ejes, como en la figura 3, se procede a tabular la información histórica de ventas obtenida y crear la gráfica de ventas.

Figura 3. **Títulos de ejes**



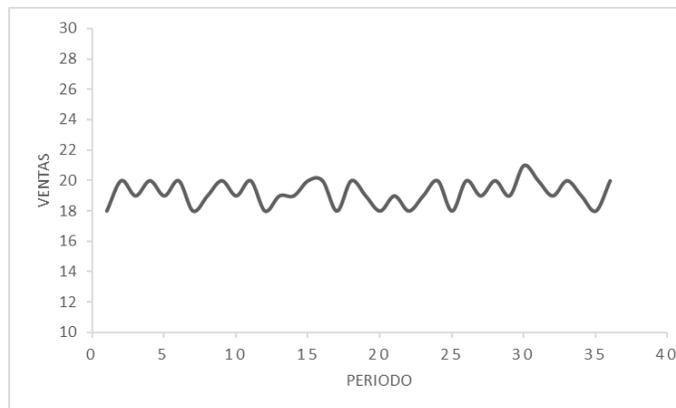
Fuente: elaboración propia

1.6.2.2. Análisis primario

En el análisis primario se analiza el comportamiento de las curvas de la gráfica de ventas respecto del tiempo para catalogarlas dentro de un grupo de curvas que sea conocido. Existen diferentes familias de curvas que describen el comportamiento de la gráfica.

- Las familias de curvas estables son los grupos de datos tabulados que, al representarlos gráficamente, no se ve una alteración de su comportamiento. Presentan estabilidad en la gráfica y se observa la misma cantidad de ventas respecto del tiempo.

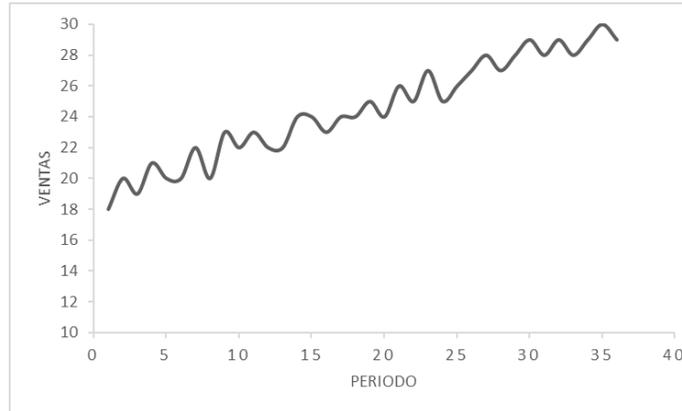
Figura 4. Familias de curvas estables



Fuente: elaboración propia

- Las familias de curvas ascendentes son los grupos de datos tabulados que, al representarlos gráficamente, se puede observar en los primeros periodos una cantidad de ventas y conforme el tiempo avanza, aumentan.

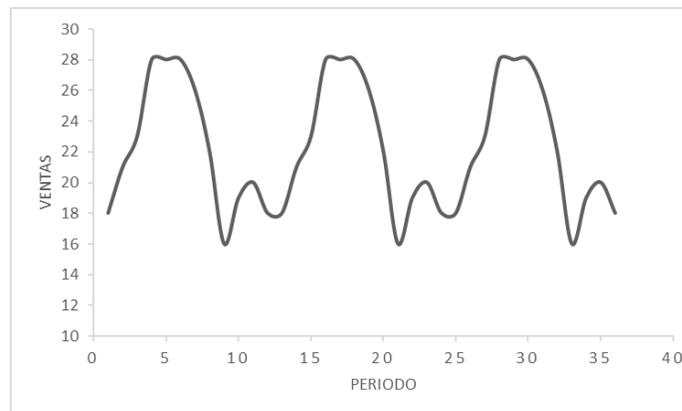
Figura 5. **Familias de curvas ascendentes**



Fuente: elaboración propia

- Las familias de curvas cíclicas son aquellas que tienen un comportamiento senoidal; es decir que, en un periodo, las ventas están bajas; luego aumentan conforme avanza la trayectoria y vuelven a bajar. Este comportamiento es repetitivo en una misma gráfica de ventas.

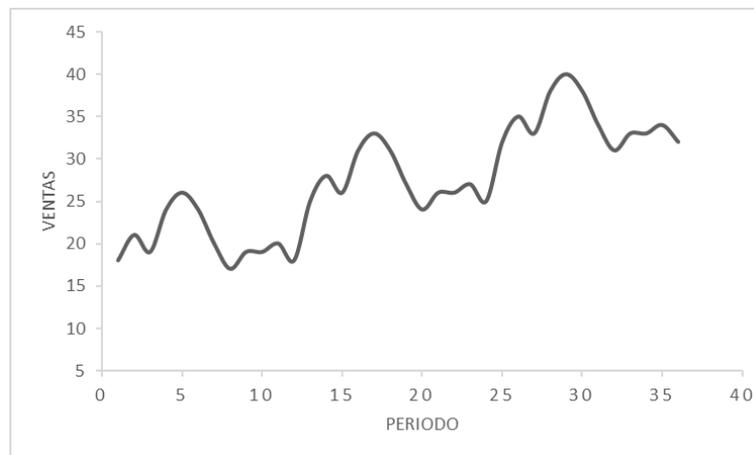
Figura 6. **Familias de curvas cíclicas**



Fuente: elaboración propia

- Las familias de curvas combinadas son aquellas cuyo comportamiento tiene las características de una familia de curvas ascendentes y cíclicas.

Figura 7. Familias de curvas combinadas



Fuente: elaboración propia

1.6.2.3. Análisis secundario

En este análisis se evalúa el método que se considere más conveniente de acuerdo con el comportamiento analizado previamente.

1.6.2.4. Pronóstico de riesgo

Es el pronóstico de los periodos que están por suceder en la empresa y aún no se conocen. Se le conoce como pronóstico de riesgo porque no asegura completamente que esa sea la venta que se tendrá, pero es el pronóstico más acertado que se proyecta según las evaluaciones de los métodos, donde el error obtenido es el menor de todos.

1.6.3. Tipos de pronósticos

Pueden clasificarse en cuatro tipos que son:

- **Cualitativo:** es una técnica de pronóstico muy subjetiva y se basa en opiniones, criterios propios y estimaciones que se realizan. Para su desarrollo utiliza técnicas acumulativas, donde se recopilan las opiniones de los vendedores, investigaciones de mercado. Se realizan entrevistas, encuestas y estudios al mercado objetivo para conocer su opinión acerca de los productos o servicios; también hay grupos de consenso, donde se reúne personal de la empresa y comparten ideas acerca de los pronósticos y analogía histórica. Se busca el pronóstico que tiene un producto o servicio similar y se utiliza.
- **Análisis de series de tiempo:** es una técnica que se basa en el aprovechamiento de la información histórica de ventas recolectada. En este tipo de pronósticos se pueden utilizar diferentes métodos para proyectar las ventas, cada uno de estos es efectivo y cuenta con características únicas que lo convierten en el idóneo por utilizar, según sea la información histórica de ventas. Los métodos más utilizados en este tipo de pronósticos son: promedio móvil simple, promedio móvil ponderado, suavización exponencial, análisis de regresión y proyecciones de tendencias.
- **Casual:** es una técnica que busca las posibles causas que pueden afectar las ventas, ya sean factores externos o internos, y estudiar estos factores para pronosticar con base a ellos. Utiliza métodos como el análisis de regresión, en donde por otro evento puede darse el pronóstico; modelos econométricos, donde se analiza algún sector de la economía; modelos de

entrada salida, donde se comparan las ventas de la empresa y se analizan con las compras de otra empresa que es su cliente; principales indicadores, que son estadísticas que indican lo principal para realizar un pronóstico.

- Modelos de simulación: son modelos realizados de forma más dinámica, por lo general en equipo audiovisual, donde se plantean hipótesis, se prueban y si la suposición fue acertada, se utiliza este como el pronóstico.

A veces no es posible visualizar a qué grupo de familias pertenecen los datos cuando se grafican; por tal razón se permite aumentar o disminuir la cantidad de periodos con los que se está trabajando, para alisar la curva.

1.6.4. Métodos cuantitativos

Según el comportamiento de las ventas, los métodos por utilizar pueden ser:

1.6.4.1. Método de series temporales

En estos tipos de familias se pueden utilizar varios métodos para determinar el pronóstico de ventas.

1.6.4.1.1. Último periodo

Este método es de los más sencillos de utilizar. Se basa en que el pronóstico de un periodo es igual a la venta real del periodo anterior.

$$P_n = V_{n-1}$$

Donde:

P_n = Pronóstico de un mes (n)

V_{n-1} = Venta real del mes anterior

1.6.4.1.2. Promedio aritmético

Para pronosticar un periodo con este método, se utiliza el promedio de todas las ventas reales anteriores al periodo deseado.

$$P_n = \frac{\sum_1^{n-1} \text{Ventas reales}}{n - 1}$$

Donde:

P_n = Pronóstico de un mes (n)

1.6.4.1.3. Promedio móvil simple

En este método se realiza un promedio aritmético de las ventas más recientes para pronosticar las ventas de un determinado periodo. Se utilizan ciclajes de cuatro la mayoría de las veces para un resultado óptimo. Es decir que, para un periodo, su pronóstico es igual al promedio aritmético de las cuatro anteriores ventas reales.

$$P_n = \frac{\sum_{n-4}^{n-1} \text{Ventas reales}}{4}$$

Donde:

P_n = Pronóstico de un mes (n)

1.6.4.1.4. Promedio móvil ponderado

Este método es similar al promedio móvil simple; la variación está en la ponderación que se le dará a cada venta real anterior, que se utilizará para realizar el promedio aritmético. Al sobre ponderar los periodos más actuales se tendrá un pronóstico más exacto. La suma de las ponderaciones debe ser igual al número de periodos por pronosticar.

$$P_n = \frac{\sum_{n-1}^{n-4} (\text{Ponderación} * \text{Ventas reales})}{4}$$

Donde:

P_n = Pronóstico de un mes (n)

Ponderaciones = 0.5 0.8 1.2 1.5

$$\sum \text{Ponderaciones} = 4$$

$$(0.5 + 0.8 + 1.2 + 1.5) = 4$$

1.6.4.1.5. Promedio móvil ponderado exponencial

Es similar al promedio móvil ponderado con la diferencia de que este método valora los datos por medio de una función exponencial. Su forma general se basa en una función donde el pronóstico es igual al pronóstico del periodo anterior y la multiplicación del factor alfa con la diferencia de la venta real del periodo anterior y el pronóstico del periodo anterior también. El valor del factor alfa debe estar entre 0 y 1; el pronosticador es quien decide qué valor colocarle.

Cuando el valor del factor alfa tiende a cero, el pronóstico se ve afectado por causas que están fuera del alcance; es decir, factores externos.

Cuando el valor del factor alfa tiende a uno, el pronóstico depende de variables asignables a nuestro modelo.

$$P_n = P_{n-1} + \alpha (V_{n-1} - P_{n-1})$$

$$P_{n-1} = \frac{\sum_{n-5}^{n-2} \text{Ventas reales}}{4}$$

Donde:

P_n = Pronóstico de un mes (n)

P_{n-1} = Pronóstico del último periodo

V_{n-1} = Venta real del último periodo

α = Constante de alisado (alfa)

1.6.4.2. Método de correlación

A diferencia de los modelos de series temporales, en estos modelos se analizan diferentes variables. El análisis más utilizado es el de regresión lineal, que es una forma de describir las relaciones que existen entre variables. El coeficiente de correlación mide la tendencia que tiene la recta y, dependiendo de su valor, puede interpretarse como confiable o no. Se analiza la gráfica de ventas y se compara con la ecuación de rectas lineales, logarítmicas, exponenciales o potenciales. Luego de realizar las comparaciones respectivas, se observa el coeficiente de correlación de cada uno y el que tenga un valor más cercano a 1 es el más exacto.

La forma general de las ecuaciones por utilizar es la siguiente:

Ecuación	Forma general
Lineal	$y = a + b * x$
Logarítmica	$y = a + b * \ln x$
Exponencial	$y = a * b^x$
Potencial	$y = a * x^b$

Donde:

y = Variable dependiente

a = Punto de intersección en el eje Y cuando X es igual a cero

b = Pendiente de la curva

x = Periodos de tiempo, variable independiente

r = Coeficiente de correlación

1.6.4.3. Método cíclico

Cuando el comportamiento de las ventas es repetitivo cada cierto periodo, se considera cíclico y se analiza utilizando un índice estacional que relaciona las ventas reales de forma horizontal. Así, el pronóstico de un periodo va a ser igual a la venta real de ese mismo periodo multiplicado por el índice estacional del mismo periodo. El índice estacional es igual al promedio de las ventas de forma horizontal sobre el promedio de ventas de forma vertical. Por ello, para este método se debe trabajar de forma ordenada y cada ciclo de periodos en una columna.

Para el cálculo de los pronósticos, es necesario utilizar las siguientes formulaciones:

$$P_n = V_n * i_n$$

$$i = \frac{\bar{x}_{hor}}{\bar{x}_{ver}}$$

Donde:

P_n = Pronóstico de un mes (n)

V_n = Ventas reales para el mes (n) del último periodo completo

i_n = Índice estacional para el mes (n)

\bar{x}_{hor} = Promedio horizontal de ventas

\bar{x}_{ver} = Promedio vertical de ventas

1.6.4.4. Método combinado

Este modelo es similar al modelo cíclico donde el comportamiento de ventas es repetitivo, con una variación en que también es creciente el comportamiento, por lo que utiliza la combinación de diferentes métodos. Para el análisis del pronóstico de un periodo se utilizan índices estacionales. Para establecer los pronósticos de evaluación y de riesgo se determinan ventas nuevas en cada periodo y estas son iguales a las ventas originales menos la multiplicación entre la pendiente de la ecuación de regresión que obtuvo mejor coeficiente de correlación y el periodo de tiempo en el que se encuentra. Entonces, el pronóstico de un periodo es igual al promedio de la venta real original multiplicado por el índice estacional más la multiplicación de la pendiente de la ecuación de regresión que obtuvo mejor coeficiente de correlación y el periodo de tiempo.

El uso de las siguientes formulaciones es necesario para el cálculo del pronóstico de evaluación y de riesgo en este método.

$$V_{nueva} = V_{real} - bt$$

Donde:

V_{nueva} = Ventas nuevas

V_{real} = Ventas reales

b = Pendiente de la ecuación de regresión con coeficiente de correlación más próximo a 1

t = Periodo de tiempo (meses)

$$P_n = \bar{x}V_{real} * i_n + bt$$

Donde:

P_n = Pronóstico de un mes (n)

$\bar{x}V_{real}$ = Promedio de ventas reales

i_n = Índice estacional de ventas en un mes (n)

b = Pendiente de la ecuación de regresión con coeficiente de correlación más próximo a 1

t = Periodo de tiempo (meses)

1.7. Punto de equilibrio

El punto de equilibrio de producción se conoce como el momento en el que no hay utilidades ni pérdidas; es decir, el total de ingresos es igual a los costos totales de producción.

Para determinar el punto de equilibrio en la producción de una empresa es necesario tomar en cuenta dos variables: la cantidad de producto que se venderá y el costo total de vender cada unidad de producto. El punto de equilibrio se puede determinar al analizar las variables de forma algebraica o con un análisis gráfico.

1.7.1. Análisis algebraico

Para el análisis del punto de equilibrio de producción con el método algebraico es necesario el uso de la siguiente fórmula:

$$PE = IT - CT$$

Donde:

PE = Punto de equilibrio

IT = Ingreso total

CT = Costo total

El ingreso total es igual al precio del producto por la cantidad de producto, como se presenta a continuación:

$$IT = P(X)$$

Donde:

P = Precio unitario

X = Cantidad de producto

El costo total es el costo variable por la cantidad de producto y la suma del costo fijo, como se presenta a continuación:

$$CT = CV(X) + CF$$

Donde:

CV = Costo variable unitario

X = Cantidad de producto

CF = Costo fijo

Podemos sustituirlo en la fórmula inicial del punto de equilibrio y tendríamos la siguiente fórmula:

$$PE = [P(X)] - [CV(X) + CF]$$

En la ecuación punto de equilibrio se busca despejar la variable de cantidad de producto, para conocer cuál es la cantidad necesaria de producto que se debe vender para no tener pérdidas ni utilidades y, con base en esta, planificar mejor la producción. La ecuación punto equilibrio, si se despeja la variable cantidad de producto (x), sería la siguiente:

$$[P(X)] - [CV(X) + CF] = 0$$

$$P(X) - CV(X) - CF = 0$$

$$P(X) - CV(X) = CF$$

$$X(P - CV) = CF$$

$$X = \frac{CF}{P - CV}$$

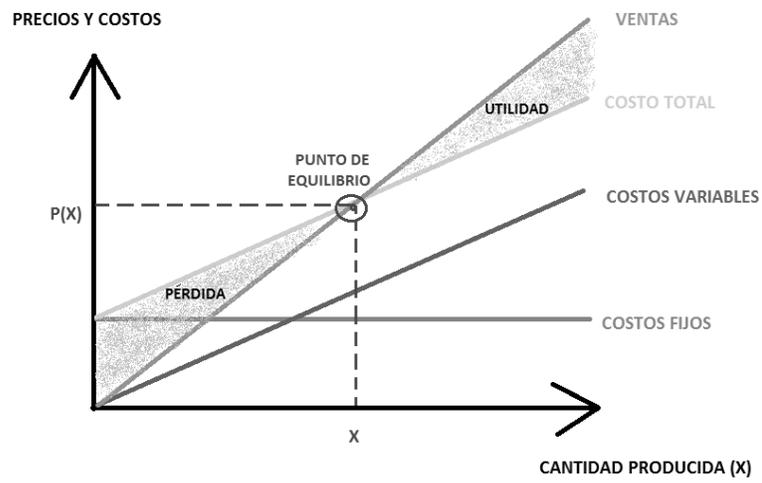
Para determinar la cantidad de producto por producir donde se tenga un punto de equilibrio en las ventas, es necesario conocer los costos fijos, el precio unitario del producto y el costo variable del mismo, y sustituirlos en la ecuación de punto de equilibrio, despejada para la cantidad de producto.

1.7.2. Análisis gráfico

Para determinar el punto de equilibrio de un producto de forma gráfica es necesario graficar en el plano cartesiano, de ejes “x” (cantidad producida) y “y” (precios y costos), las ventas, costos variables, costos fijos y costos totales. El

punto en la gráfica donde se intercepten las gráficas de costo total y ventas, es el punto de equilibrio.

Figura 8. **Punto de equilibrio gráfico**



Fuente: elaboración propia

2. SITUACIÓN ACTUAL

Tras estudiar y analizar la situación actual de la empresa, se determina lo siguiente:

2.1. Diagnóstico general de la empresa

Forcogua presenta un modelo de estructura organizacional piramidal que se rige por un Consejo de Administración como autoridad máxima, seguido por la gerencia general, asesoría legal y auditoría; recursos humanos y tres distintos departamentos.

2.1.1. Departamento de ventas

El departamento de ventas consta de dos secciones principales: servicio al cliente y ventas, que tienen un contacto directo con todos los consumidores de la empresa. Debido a esto se les considera como partes de suma importancia; realizan pedidos y cotizaciones a los clientes ya establecidos y potenciales. Se encargan de enviar catálogos y muestras a los clientes de los productos que la empresa ofrece. Ya que este departamento tiene un contacto directo con los clientes y lleva los registros de las ventas, también debe realizar los pronósticos de ventas mensualmente.

Figura 9. **Departamento de ventas**



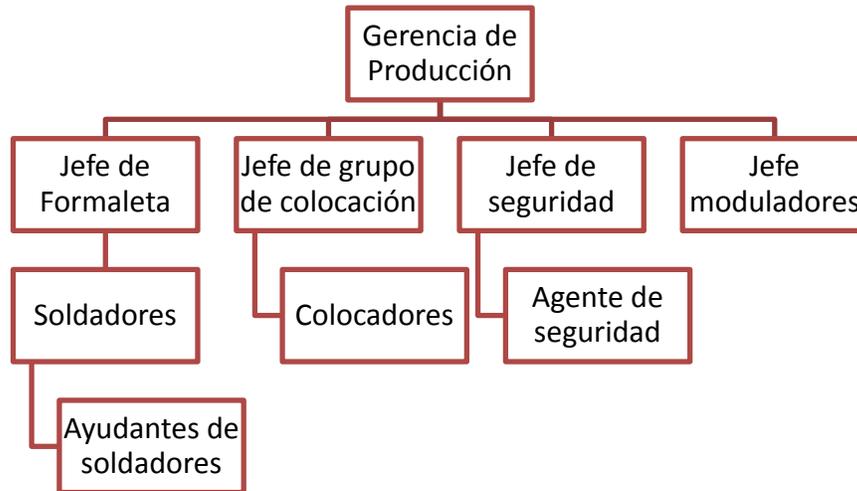
Fuente: Forcogua, S.A. *Manual de inducción* (2014), p. 7

2.1.2. Departamento de producción

El proceso de producción es importante ya que representa la parte fundamental en la que se basa el sistema productivo de cualquier empresa. En Forcogua, este departamento está bajo el mando del gerente de producción. De este se derivan cuatro secciones; cada una tiene a un jefe encargado de los operadores de las distintas actividades.

El jefe de formaleta tiene a su cargo a los soldadores y a los ayudantes de soldadores; el jefe de grupo de colocación, a los colocadores; el jefe de seguridad está al mando de los agentes de seguridad y el jefe de moduladores, a cargo de los moduladores.

Figura 10. **Departamento de producción**

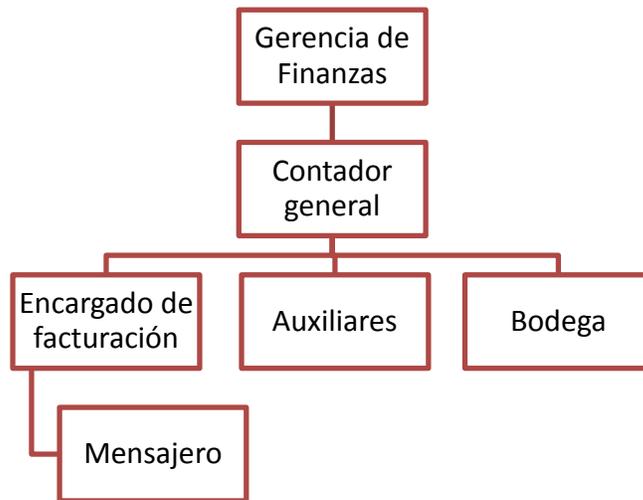


Fuente: Forcogua, S.A. *Manual de inducción* (2014), p. 3.

2.1.3. **Departamento de finanzas**

El departamento de finanzas se encuentra conformado por el contador general, del cual dependen los auxiliares, encargado de bodega, encargado de facturación y de este último, el mensajero.

Figura 11. **Departamento de finanzas**



Fuente: Forcogua, S.A. *Manual de inducción* (2014), p. 7.

2.2. Jornadas de trabajo

Según el código de trabajo, las jornadas de trabajo pueden ser diurna, mixta o nocturna. En Forcogua se labora en diferentes jornadas, dependiendo de las áreas de trabajo.

2.2.1. Área operativa

Este personal labora en dos jornadas, ya que los trabajos son largos y algunos requieren que se realicen temprano y otros más tarde, dependiendo también de lo que solicite el cliente. Estas jornadas son diurna y mixta, puesto que trabajan en la mañana y algunas horas de la noche también.

2.2.1.1. Jornada diurna

El grupo de operarios que labora en la jornada diurna produce en los horarios comprendidos de seis de la mañana a dos de la tarde.

2.2.1.2. Jornada mixta

El grupo de operarios que labora en la jornada mixta produce en los horarios comprendidos de dos de la tarde a nueve de la noche.

2.2.2. Área administrativa

El área administrativa labora únicamente en una jornada.

2.2.2.1. Jornada diurna

El personal del área administrativa, dentro de la jornada diurna, tiene un horario de producción de ocho de la mañana a cinco de la tarde.

2.3. Recurso humano

En la actualidad, la empresa Forcogua cuenta con 90 empleados distribuidos en las gerencias y los diferentes departamentos.

El personal se distribuye de la siguiente manera:

Tabla I. **Distribución de empleados según área de trabajo**

Área	Número de personas
Consejo de administración	4
Gerencias	5
Gerencia general	1
Gerencia de ventas	1
Gerencia de producción	1
Gerencia financiera	1
Gerencia de control de calidad	1
Jefes	4
Jefe de formaleta	1
Jefe de grupo de colocación	1
Jefe del grupo de seguridad	1
Jefe de taller	1
Operarios	62
Soldadores	7
Colocadores	9
Moduladores	6
Mecánicos	5
Pilotos de camión mezclador	9
Pilotos de retroexcavadora	9
Laboratorista de campo	3
Operador de planta	5
Agentes de seguridad	6
Personal financiero	6
Contador general	1
Auxiliares	4
Encargado de facturación	1
Mensajeros	3
Vendedores	9

Fuente: Manual de Inducción (2014), Formaletas para construcción de Guatemala, S.A. p.8.

2.3.1. Nivel académico

La mayoría de los operarios de Forcogua se encuentran en el área de producción. Su escolaridad varía grandemente de acuerdo al cargo que cada uno ocupa. El promedio de grado académico de los mencionados es sexto primaria. La escolaridad de las gerencias son licenciaturas.

2.4. Descripción del equipo

Toda empresa requiere de un equipo de trabajo para producir cualquier producto. Dicho equipo debe encontrarse en óptimas condiciones, ya que de este depende tanto la calidad del producto como la eficiencia de producción de la empresa.

2.4.1. Maquinaria

La maquinaria utilizada por Forcogua se puede dividir en dos áreas.

Distribución:

- Camión mezclador
- Bomba de concreto montada en camión M 20-4
- *Low-boy* de tres ejes
- Tracto camiones
- Plataformas tipo jaula

Producción:

- Retroexcavadora Volvo bl70

- Cortadoras de concreto
- Hornos de secado
- Máquinas dobladoras de varillas y estribos
- Cargador frontal articulado
- Máquinas extrusoras de distintos tamaños
- Grúas de 70 y 60 toneladas

2.4.2. Herramientas

Las principales herramientas utilizadas por la empresa son:

- Equipo de seguridad y protección de operarios
- Soldadoras
- Cortadora de varillas
- Moldes prefabricados
- Equipo de oficina

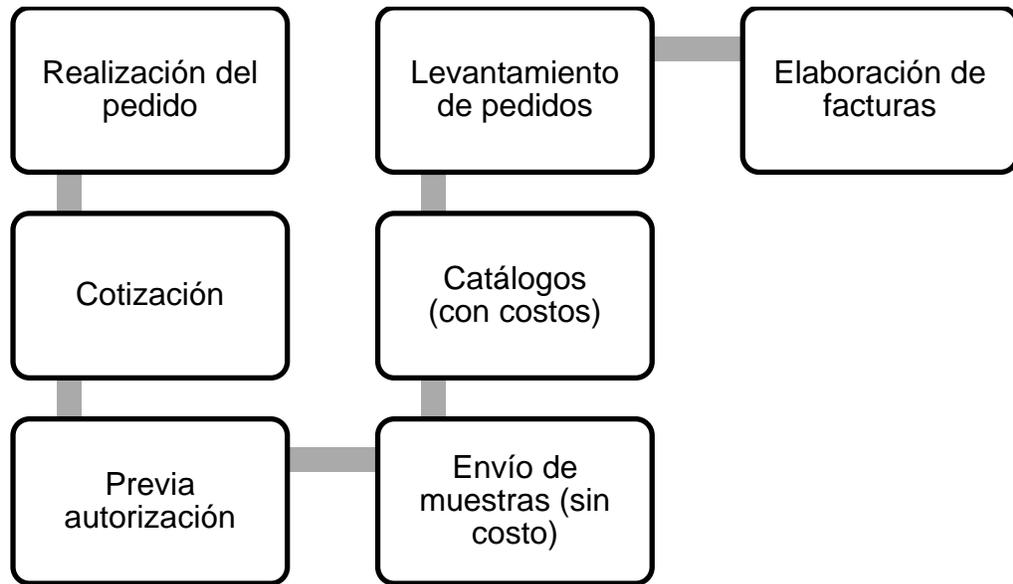
2.5. Descripción de procesos

Los procesos realizados por Forcogua se dividen en cuatro, siendo los siguientes.

2.5.1. Proceso de venta y asesoría

Con el objetivo de dar un producto de calidad, se brinda una asesoría al cliente, donde se hace un estudio y se brinda las mejores opciones para el terreno.

Figura 12. **Proceso de venta y asesoría**



Fuente: elaboración propia

2.5.2. Proceso de maquilado de concreto

Es la realización de las partes del proceso de producción del concreto. Para lograrlo se cuenta con plantas dosificadoras automatizadas calibradas periódicamente para garantizar todos los concretos.

2.5.3. Proceso de bombeo de concreto

Este proceso permite colar el concreto de una forma rápida sin necesidad de manejarlo demasiado. Actualmente, el bombeo del concreto es una de las técnicas más utilizadas. Para que sea eficiente debe asegurarse que el espacio para la bomba y para que los camiones puedan movilizarse hacia la tolva de la misma, sea suficiente. Se debe trabajar preferiblemente en una zona nivelada y

lo suficientemente firme. Al momento de iniciar el bombeo, las bombas se sitúan de modo que queden lo más rectas posible. Es recomendable iniciar el colado desde el punto más lejano de la bomba para terminar lo más cerca de la misma.

2.5.4. Proceso de colocación de concreto

El personal de colocación es un equipo de trabajo con una amplia capacidad y experiencia. Cumple las normas del reglamento interno, sigue los pasos diseñados para brindar el mejor servicio.

2.6. Datos históricos de ventas de concreto premezclado

La información histórica de ventas es un registro que una empresa tiene para un control de las ventas anteriores y actuales y, con base en esto, tomar decisiones futuras. Los datos se tabulan por periodos, los cuales son mensuales o anuales, los más comunes.

Debido a la confidencialidad de la información financiera de Forcogua, se presenta datos históricos de ventas proporcionales a los reales. Son los siguientes:

2.6.1. Ventas de concreto premezclado

La información histórica de ventas de los últimos cuatro años, de forma proporcional debido a la confidencial, se presenta a continuación.

Figura 13. **Historial de ventas por año, cuatro periodos**

VENDEDOR	ENERO-DIC.2014		ENERO-DIC. 2015		ENERO-DIC. 2016		ENERO-DIC. 2017	
	TOTAL	%	TOTAL	%	TOTAL	%	TOTAL	%
VENDEDOR 1	866.87	20.20%	977.68	17.66%	1,230.80	20.96%	1,320.43	22.94%
VENDEDOR 2	502.86	11.72%	99.77	1.80%	-	-	-	-
VENDEDOR 3	642.02	14.96%	707.41	12.78%	661.77	11.27%	481.98	8.38%
VENDEDOR 4	579.67	13.51%	991.62	17.91%	1,116.45	19.01%	1,309.02	22.75%
VENDEDOR 5	578.96	13.49%	559.90	10.11%	362.28	6.17%	-	-
VENDEDOR 6	319.45	7.44%	461.01	8.33%	407.51	6.94%	490.73	8.53%
VENDEDOR 7	418.26	9.75%	992.68	17.93%	1,101.94	18.76%	988.88	17.18%
VENDEDOR 8	48.54	1.13%	0.00	-	-	-	-	-
VENDEDOR 9	63.45	1.48%	480.22	8.67%	346.99	5.91%	310.60	5.40%
FORCOGUA	15.40	0.36%	18.98	0.34%	7.60	0.13%	16.58	0.29%
VENDEDOR 10	-	-	1.50	0.03%	610.48	10.39%	645.79	11.22%
VENDEDOR 11	-	-	-	-	-	-	190.97	3.32%
VENDEDOR 12	-	-	-	-	27.32	0.47%	0.00	0.00%
SENDAS	255.73	5.96%	245.96	4.44%	-	-	0.00	0.00%
TOTAL	4,291.21	100.00%	5,536.73	100.00%	5,873.14	100.00%	5,754.98	100.00%

Fuente: Departamento de Ventas, Forcogua, S.A.

Figura 14. Historial de ventas por mes, año 2014

2014												
VENDEDOR	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
VENDEDOR 1	93.47	80.52	82.50	66.50	96.95	57.50	34.62%	25.18%	20.33%	19.31%	24.67%	17.77%
VENDEDOR 2	46.00	41.52	44.85	51.17	29.35	44.15	17.04%	12.98%	11.09%	14.86%	7.47%	13.65%
VENDEDOR 3	30.00	31.25	44.85	54.15	48.37	51.17	11.11%	9.77%	11.04%	15.72%	12.31%	15.82%
VENDEDOR 4	28.10	55.75	54.38	38.82	59.12	64.55	10.41%	17.43%	13.44%	11.27%	15.04%	19.95%
VENDEDOR 5	23.17	21.82	74.65	52.17	64.72	40.30	8.58%	6.82%	18.45%	15.15%	16.47%	12.45%
VENDEDOR 6	18.12	22.70	30.90	20.12	25.80	26.05	6.71%	7.10%	7.64%	5.84%	6.57%	8.05%
VENDEDOR 7	18.85	32.00	43.70	26.05	51.55	38.72	6.98%	10.01%	10.80%	7.56%	13.12%	11.35%
VENDEDOR 8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
VENDEDOR 9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
FORCOGUA	0.32	1.72	2.67	1.66	1.53	1.36	0.12%	0.54%	0.66%	0.48%	0.39%	0.42%
SENDAS	11.92	32.50	26.27	33.77	15.57	1.70	4.42%	10.16%	5.49%	9.81%	3.98%	0.53%
TOTAL	269.95	319.78	404.57	344.41	392.95	323.50	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

2014												
VENDEDOR	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECIEMBRE	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECIEMBRE
VENDEDOR 1	64.02	71.32	54.42	69.77	68.55	61.35	18.80%	22.46%	16.48%	15.31%	15.70%	17.24%
VENDEDOR 2	27.75	30.40	51.60	65.27	46.30	24.50	8.15%	9.57%	15.63%	14.33%	10.61%	6.89%
VENDEDOR 3	89.87	36.85	21.17	72.87	91.60	70.07	26.39%	11.61%	6.41%	16.00%	20.96%	19.70%
VENDEDOR 4	37.17	30.17	41.42	72.22	69.42	28.55	10.91%	9.50%	12.55%	15.85%	15.90%	8.02%
VENDEDOR 5	32.72	42.95	50.50	50.62	44.42	80.92	9.61%	13.53%	15.30%	11.11%	10.18%	22.75%
VENDEDOR 6	33.87	38.10	18.22	29.65	35.02	20.90	9.94%	12.00%	5.52%	6.51%	8.02%	5.87%
VENDEDOR 7	44.55	33.87	29.75	30.50	30.40	40.32	13.08%	10.67%	9.01%	6.69%	6.96%	11.33%
VENDEDOR 8	0.70	5.20	7.97	34.67	0.00	0.00	0.21%	2.41%	7.61%	7.61%	0.00%	0.00%
VENDEDOR 9	3.00	4.55	21.75	7.95	12.65	13.55	0.88%	1.43%	1.75%	1.75%	2.90%	3.81%
FORCOGUA	2.21	0.29	0.75	0.88	1.37	0.64	0.65%	0.09%	0.19%	0.19%	0.31%	0.18%
SENDAS	4.72	23.80	32.57	21.17	36.77	14.97	1.39%	7.50%	4.65%	4.65%	8.42%	4.21%
TOTAL	340.58	317.50	330.12	455.57	436.50	355.77	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Fuente: Departamento de ventas, Forcogua, S.A.

Figura 15. Historial de ventas por mes, año 2015

VENDEDOR	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO	
	Valor	%										
VENDEDOR 1	32.47	0.00%	44.52	12.90%	120.40	24.02%	133.25	25.12%	158.32	24.72%	86.85	17.40%
VENDEDOR 2	55.70	25.73%	62.42	18.08%	86.47	17.25%	83.02	11.88%	59.85	9.34%	57.80	11.58%
VENDEDOR 3	71.87	33.20%	64.75	18.76%	77.72	15.50%	78.85	14.88%	122.92	19.19%	107.55	21.55%
VENDEDOR 4	21.65	10.00%	43.47	12.59%	60.92	12.15%	47.60	8.97%	52.40	8.18%	41.10	8.24%
VENDEDOR 5	13.20	6.10%	31.85	9.23%	33.15	6.61%	38.07	7.18%	49.37	7.71%	56.20	11.26%
VENDEDOR 6	14.25	6.58%	37.77	10.94%	74.12	14.78%	83.65	15.77%	79.30	12.38%	78.55	15.74%
VENDEDOR 7	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
VENDEDOR 8	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
VENDEDOR 9	5.55	2.56%	13.17	3.82%	16.30	3.25%	43.52	8.20%	68.80	10.74%	28.75	5.76%
FORCOGUA	1.53	0.71%	1.70	0.49%	1.44	0.29%	1.36	0.26%	0.78	0.12%	0.77	0.15%
VENDEDOR 10	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
SENDAS	0.25	0.12%	0.00	0.00%	9.02	1.80%	41.20	7.77%	48.75	7.61%	41.50	8.32%
TOTAL	216.47	100.00%	345.15	100.00%	501.34	100.00%	530.52	100.00%	640.47	100.00%	499.07	100.00%

VENDEDOR	JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
	Valor	%										
VENDEDOR 1	64.05	11.61%	76.87	14.55%	59.30	15.07%	77.42	18.28%	88.10	18.34%	70.60	16.14%
VENDEDOR 2	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
VENDEDOR 3	43.15	7.82%	32.47	6.15%	31.77	8.07%	51.57	12.18%	66.02	14.06%	97.17	22.21%
VENDEDOR 4	105.25	19.08%	74.82	14.16%	64.25	16.32%	46.52	10.98%	96.55	20.57%	80.57	18.42%
VENDEDOR 5	66.67	12.09%	56.07	10.61%	35.00	8.89%	39.70	9.37%	43.40	9.24%	51.92	11.87%
VENDEDOR 6	37.47	6.79%	36.57	6.92%	32.27	8.20%	35.87	8.47%	39.07	8.32%	57.92	13.24%
VENDEDOR 7	156.72	28.42%	143.90	27.24%	103.37	26.26%	107.80	25.45%	66.00	14.06%	47.25	10.80%
VENDEDOR 8	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
VENDEDOR 9	30.12	5.45%	67.85	12.85%	45.05	11.45%	64.37	15.20%	72.32	15.40%	24.42	5.58%
FORCOGUA	0.83	0.15%	2.60	0.49%	1.64	0.42%	0.25	0.06%	0.00	0.00%	6.10	1.39%
VENDEDOR 10	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	1.50	0.34%
SENDAS	47.25	8.57%	37.07	7.02%	20.92	5.32%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
TOTAL	551.51	100.00%	528.22	100.00%	393.57	100.00%	423.50	100.00%	469.45	100.00%	437.45	100.00%

Fuente: Departamento de ventas, Forcogua, S.A

Figura 16. Historial de ventas por mes, año 2016

2016												
VENDEDOR	JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
	Valor	%	Valor	%	Valor	%	Valor	%	Valor	%	Valor	%
VENDEDOR 1	100.77	18.92%	123.67	24.12%	106.77	23.00%	101.30	19.15%	89.25	21.07%	117.35	25.43%
VENDEDOR 2	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
VENDEDOR 3	49.92	9.37%	58.17	11.34%	52.40	11.29%	67.72	12.80%	21.27	5.02%	36.12	7.61%
VENDEDOR 4	66.07	12.40%	79.67	15.52%	88.85	19.14%	96.67	18.28%	97.17	22.94%	98.47	21.34%
VENDEDOR 5	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
VENDEDOR 6	30.17	5.66%	46.60	9.07%	30.90	6.66%	34.20	6.47%	38.77	9.15%	49.67	10.76%
VENDEDOR 7	179.09	33.62%	84.67	16.51%	104.95	22.61%	117.22	22.16%	81.55	19.26%	66.96	12.34%
VENDEDOR 8	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
VENDEDOR 9	31.30	5.88%	35.37	6.90%	31.57	6.80%	57.27	10.83%	20.02	4.73%	29.90	6.48%
FORCOGUA	1.57	0.29%	0.27	0.05%	1.27	0.27%	0.27	0.05%	0.73	0.17%	0.00	0.00%
VENDEDOR 10	57.42	10.78%	73.65	14.36%	47.55	10.24%	54.30	10.27%	54.72	12.92%	74.00	16.04%
VENDEDOR 11	16.42	3.08%	10.90	2.13%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
SENDAS	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
TOTAL	532.73	100.00%	512.77	100.00%	464.26	100.00%	528.95	100.00%	403.48	95.27%	461.46	100.00%

2016												
VENDEDOR	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO	
	Valor	%										
VENDEDOR 1	92.30	20.30%	104.30	19.92%	117.00	19.15%	67.37	17.36%	108.57	22.00%	102.15	20.50%
VENDEDOR 2	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
VENDEDOR 3	64.27	14.13%	66.82	12.76%	106.47	17.43%	49.12	12.65%	47.97	9.72%	42.52	8.53%
VENDEDOR 4	108.52	23.88%	90.57	17.28%	143.17	23.44%	85.17	21.93%	84.40	17.10%	77.82	15.62%
VENDEDOR 5	68.17	14.98%	103.12	19.69%	88.77	14.53%	51.82	13.34%	50.40	10.21%	0.00	0.00%
VENDEDOR 6	25.67	5.64%	26.77	5.11%	22.82	3.74%	30.85	7.94%	36.52	7.40%	34.67	6.96%
VENDEDOR 7	53.02	11.66%	81.45	15.55%	62.82	10.30%	53.50	13.78%	74.85	15.17%	151.77	30.46%
VENDEDOR 8	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
VENDEDOR 9	17.62	3.87%	15.87	3.03%	20.17	3.30%	18.05	4.65%	38.45	7.79%	31.40	6.30%
FORCOGUA	0.00	0.00%	0.00	0.00%	2.02	0.33%	0.00	0.00%	1.47	0.30%	0.00	0.00%
VENDEDOR 10	25.20	5.54%	34.80	6.65%	47.57	7.79%	32.45	8.36%	50.82	10.30%	56.00	11.64%
VENDEDOR 11	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
SENDAS	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%
TOTAL	454.77	100.00%	523.70	100.00%	610.91	100.00%	388.33	100.00%	493.45	100.00%	498.33	100.00%

Fuente: Departamento de ventas, Forcogua, S.A.

Figura 17. Historial de ventas por mes, año 2017

VENDEDOR		2017											
		JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE						
VENDEDOR 1	128.12	24.97%	114.22	23.61%	123.05	23.72%	91.42	17.66%	40.02	9.69%	37.55	8.80%	
VENDEDOR 2	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	
VENDEDOR 3	29.10	5.67%	46.16	9.54%	49.97	9.63%	29.92	5.78%	52.55	12.73%	22.05	5.17%	
VENDEDOR 4	107.75	21.00%	88.40	18.28%	82.65	15.93%	160.00	30.91%	68.92	16.94%	131.02	30.71%	
VENDEDOR 5	56.47	11.01%	32.70	6.76%	28.60	5.51%	34.25	6.62%	31.82	7.71%	27.95	6.55%	
VENDEDOR 6	117.07	22.82%	116.20	24.02%	81.92	15.79%	85.97	16.61%	93.40	22.62%	88.95	16.07%	
VENDEDOR 7	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	
VENDEDOR 8	22.12	4.31%	22.75	4.70%	38.56	7.43%	24.10	4.66%	25.30	6.13%	14.95	3.50%	
FORCOGUA	3.90	0.76%	0.00	0.00%	5.90	1.12%	1.05	0.20%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	
VENDEDOR 9	45.87	8.94%	45.75	9.46%	94.67	18.25%	54.25	10.48%	42.47	10.29%	61.45	14.41%	
VENDEDOR 10	2.70	0.53%	17.55	3.63%	13.57	2.62%	36.75	7.10%	57.35	13.89%	63.05	14.78%	
VENDEDOR 11	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	
SENDAS	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	
TOTAL	513.10	100.00%	483.72	100.00%	518.78	100.00%	517.71	100.00%	412.83	100.00%	426.57	100.00%	

VENDEDOR		2017											
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO						
VENDEDOR 1	94.37	25.52%	176.07	34.60%	117.02	24.35%	138.22	26.16%	112.70	23.46%	147.67	28.72%	
VENDEDOR 2	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	
VENDEDOR 3	24.10	6.52%	37.90	7.45%	43.97	9.15%	47.25	12.17%	50.65	10.26%	48.37	9.41%	
VENDEDOR 4	101.32	27.39%	144.05	28.31%	113.57	23.70%	138.55	35.68%	83.52	16.93%	87.97	17.11%	
VENDEDOR 5	31.20	8.44%	39.92	7.85%	50.00	10.40%	40.67	10.47%	55.40	11.23%	61.75	12.01%	
VENDEDOR 6	39.60	10.71%	50.00	9.83%	61.35	12.77%	81.77	21.06%	88.05	17.84%	105.00	20.42%	
VENDEDOR 7	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	
VENDEDOR 8	33.32	9.01%	18.25	3.59%	28.40	5.91%	27.27	7.02%	31.22	6.33%	24.37	4.74%	
FORCOGUA	2.67	0.72%	0.27	0.05%	2.77	0.58%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.12	0.02%	
VENDEDOR 9	43.27	11.70%	42.37	8.33%	63.17	13.15%	54.70	14.09%	58.82	11.92%	39.00	7.58%	
VENDEDOR 10	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	
VENDEDOR 11	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	
SENDAS	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00%	
TOTAL	369.85	100.00%	508.83	100.00%	480.55	100.00%	528.43	126.64%	480.36	97.97%	514.25	100.00%	

Fuente: Departamento de ventas, Forcogua, S.A.

2.7. Especificación de costos para la producción de concreto premezclado

Un costo es un desembolso económico que representa la producción de un bien. Para determinar los costos totales de producción de concreto premezclado es necesario identificar los costos fijos y los costos variables unitarios.

2.7.1. Costos fijos

Son los costos que no varían dependiendo del volumen de producción. Para producir concreto premezclado se determinaron los siguientes costos fijos:

- Sueldos y salarios del personal de planta
- Mantenimiento de equipo y maquinaria
- Energía eléctrica
- Servicio de agua

2.7.2. Costos variables

Son los costos que dependen del volumen de producción. En este caso, para producir concreto premezclado se establecen los siguientes costos variables:

- Cemento: elemento que proporcionará al concreto la resistencia.
- Agregados: son arenas y piedras que representan un alto porcentaje del volumen del concreto.
- Aditivos: sustancias químicas líquidas o sólidas que ayudan a brindar durabilidad al concreto.

3. PROPUESTA PARA APLICAR LA EVALUACIÓN DE MÉTODOS

3.1. Estadísticas de ventas

Del total de ventas de cada uno de los periodos, la media aritmética, varianza y desviación estándar son las siguientes.

3.1.1. Venta mensual

En el año 2014, el total de ventas de concreto premezclado de cada mes, en metros cúbicos fue el siguiente.

Tabla II. Ventas mensuales en el año 2014

Periodo	Total ventas 2014 (m3)
Enero	269,95
Febrero	319,78
Marzo	404,57
Abril	344,41
Mayo	392,96
Junio	323,5
Julio	340,58
Agosto	317,5
Septiembre	330,12
Octubre	455,57
Noviembre	436,5
Diciembre	355,77

Fuente: elaboración propia

- Media aritmética

$$\bar{x} = \frac{\sum xi}{N}$$

$$\begin{aligned} \sum xi = & 269,95 + 319,78 + 404,57 + 344,41 + 392,96 + 323,5 \\ & + 340,58 + 317,5 + 330,12 + 455,57 + 436,5 + 355,77 \end{aligned}$$

$$\sum xi = 4\,291,21$$

$$\bar{x} = \frac{4\,291,21}{12}$$

$$\bar{x} = 357,60$$

El promedio de ventas de concreto premezclado por mes, durante el año 2014 fue de 354,60m³.

- Varianza

$$s^2 = \frac{\sum(xi - \bar{x})^2}{n - 1}$$

$$\begin{aligned} \sum (xi - \bar{x})^2 = & (269,95 - 357,6)^2 + (319,78 - 357,6)^2 \\ & + (404,57 - 357,6)^2 + (344,41 - 357,6)^2 \\ & + (392,96 - 357,6)^2 + (323,5 - 357,6)^2 \\ & + (340,58 - 357,6)^2 + (317,5 - 357,6)^2 \\ & + (330,12 - 357,6)^2 + (455,57 - 357,6)^2 \\ & + (436,5 - 357,6)^2 + (355,77 - 357,6)^2 \\ \sum (xi - \bar{x})^2 = & 32\,385,69 \end{aligned}$$

$$S^2 = \frac{32\,385,69}{12 - 1}$$

$$S^2 = 2\,944,15$$

La varianza de las ventas de concreto premezclado durante el año 2014 es de 2944,15m³.

- Desviación estándar

$$\sigma = \sqrt{S^2}$$

$$\sigma = \sqrt{2\,944,15}$$

$$\sigma = 54,26$$

El promedio de las desviaciones individuales de las ventas mensuales de concreto premezclado durante el año 2014, también conocida como la desviación estándar, es de 54,26m³.

En el año 2015, el total de ventas de concreto premezclado de cada mes, en metros cúbicos fue el siguiente.

Tabla III. **Ventas mensuales en el año 2015**

Periodo	Total ventas 2015 (m3)
Enero	216,47
Febrero	345,15
Marzo	501,34
Abril	530,52
Mayo	640,47
Junio	499,07
Julio	551,51
Agosto	528,22
Septiembre	393,57
Octubre	423,5
Noviembre	469,46
Diciembre	437,45

Fuente: elaboración propia

- Media aritmética

$$\bar{x} = \frac{\sum xi}{N}$$

$$\begin{aligned} \sum xi = & 216,47 + 345,15 + 501,34 + 530,52 + 640,47 + 499,07 \\ & + 551,51 + 528,22 + 393,57 + 423,5 + 469,46 + 437,45 \end{aligned}$$

$$\sum xi = 5\,536,73$$

$$\bar{x} = \frac{5\,536,73}{12}$$

$$\bar{x} = 461,39$$

El promedio de ventas de concreto premezclado mensual, durante el año 2015 fue de 461,39m³.

- Varianza

$$S^2 = \frac{\sum(xi - \bar{x})^2}{n - 1}$$

$$\begin{aligned} \sum (xi - \bar{x})^2 &= (216,47 - 461,39)^2 + (345,15 - 461,39)^2 \\ &+ (501,34 - 461,39)^2 + (530,52 - 461,39)^2 \\ &+ (640,47 - 461,39)^2 + (499,07 - 461,39)^2 \\ &+ (551,51 - 461,39)^2 + (528,22 - 461,39)^2 \\ &+ (393,57 - 461,39)^2 + (423,5 - 461,39)^2 \\ &+ (469,46 - 461,39)^2 + (437,45 - 461,39)^2 \end{aligned}$$

$$\sum (xi - \bar{x})^2 = 132\,623,2$$

$$S^2 = \frac{132\,623,2}{12 - 1}$$

$$S^2 = 12\,056,66$$

La varianza de las ventas de concreto premezclado durante el año 2015 es de 12056,66m³.

- Desviación estándar

$$\sigma = \sqrt{S^2}$$

$$\sigma = \sqrt{12\,056,66}$$

$$\sigma = 109,80$$

El promedio de las desviaciones individuales de las ventas mensuales de concreto premezclado durante el año 2015, también conocida como la desviación estándar, es de 109,80m³.

En el año 2016, el total de ventas mensuales de concreto premezclado en metros cúbicos fue el siguiente.

Tabla IV. **Ventas mensuales en el año 2016**

Periodo	Total ventas 2016 (m3)
Enero	454,77
Febrero	523,7
Marzo	610,91
Abril	388,33
Mayo	493,45
Junio	498,33
Julio	532,73
Agosto	512,77
Septiembre	464,26
Octubre	528,95
Noviembre	403,48
Diciembre	461,46

Fuente: elaboración propia

- Media aritmética

$$\bar{x} = \frac{\sum xi}{N}$$

$$\begin{aligned} \sum xi &= 454,77 + 523,7 + 610,91 + 388,33 + 493,45 + 498,33 \\ &+ 532,73 + 512,77 + 464,26 + 528,95 + 403,48 \\ &+ 461,46 \end{aligned}$$

$$\sum xi = 5\,873,14$$

$$\bar{x} = \frac{5\,873,14}{12}$$

$$\bar{x} = 489,43$$

El promedio de ventas de concreto premezclado mensual, durante el año 2016 fue de 489,43m³.

- Varianza

$$s^2 = \frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{n - 1}$$

$$\begin{aligned} \sum (xi - \bar{x})^2 &= (454,77 - 489,43)^2 + (523,7 - 489,43)^2 \\ &+ (610,91 - 489,43)^2 + (388,33 - 489,43)^2 \\ &+ (493,45 - 489,43)^2 + (498,33 - 489,43)^2 \\ &+ (532,73 - 489,43)^2 + (512,77 - 489,43)^2 \\ &+ (464,26 - 489,43)^2 + (528,95 - 489,43)^2 \\ &+ (403,48 - 489,43)^2 + (461,46 - 489,43)^2 \end{aligned}$$

$$\sum (xi - \bar{x})^2 = 40\,234,45$$

$$S^2 = \frac{40\,234,45}{12 - 1}$$

$$S^2 = 3\,657,677$$

La varianza de las ventas de concreto premezclado durante el año 2016 es de 3657,677m³.

- Desviación estándar

$$\sigma = \sqrt{S^2}$$

$$\sigma = \sqrt{3\,657,677}$$

$$\sigma = 60,479$$

El promedio de las desviaciones individuales de las ventas mensuales de concreto premezclado durante el año 2016, también conocida como la desviación estándar, es de 60,479m³.

En el año 2017, el total de ventas mensuales de concreto premezclado en metros cúbicos fue el siguiente.

Tabla V. **Ventas mensuales en el año 2017**

Periodo	Total ventas 2017 (m3)
Enero	369,85
Febrero	508,83
Marzo	480,55
Abril	528,43
Mayo	480,36
Junio	514,25
Julio	513,1
Agosto	483,72
Septiembre	518,78
Octubre	517,71
Noviembre	412,83
Diciembre	426,57

Fuente: elaboración propia

- Media aritmética

$$\bar{x} = \frac{\sum xi}{N}$$

$$\begin{aligned} \sum xi = & 369,85 + 508,83 + 480,55 + 528,43 + 480,36 + 514,25 \\ & + 513,1 + 483,72 + 518,78 + 517,71 + 412,83 + 426,57 \end{aligned}$$

$$\sum xi = 5\,754,98$$

$$\bar{x} = \frac{5\,754,98}{12}$$

$$\bar{x} = 479,58$$

El promedio de ventas de concreto premezclado mensual, durante el año 2017 fue de 479,58m³.

- Varianza

$$S^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

$$\begin{aligned} \sum (x_i - \bar{x})^2 &= (369,85 - 479,58)^2 + (508,83 - 479,58)^2 \\ &+ (480,55 - 479,58)^2 + (528,43 - 479,58)^2 \\ &+ (480,36 - 479,58)^2 + (514,25 - 479,58)^2 \\ &+ (513,1 - 479,58)^2 + (483,72 - 479,58)^2 \\ &+ (518,78 - 479,58)^2 + (517,71 - 479,58)^2 \\ &+ (412,83 - 479,58)^2 + (426,57 - 479,58)^2 \end{aligned}$$

$$\sum (x_i - \bar{x})^2 = 27\ 883$$

$$S^2 = \frac{27\ 883}{12 - 1}$$

$$S^2 = 2\ 534,82$$

La varianza de las ventas de concreto premezclado durante el año 2017 es de 2534,82m³.

- Desviación estándar

$$\sigma = \sqrt{S^2}$$

$$\sigma = \sqrt{2\,534,82}$$

$$\sigma = 50,347$$

El promedio de las desviaciones individuales de las ventas mensuales de concreto premezclado durante el año 2017, también conocida como la desviación estándar, es de 50,347m³.

El resumen de las estadísticas mensuales de ventas, en metros cúbicos, de concreto premezclado son las siguientes:

Tabla VI. **Resumen de estadísticas en los últimos cuatro años de ventas**

	Media aritmética	Varianza	Desviación estandar
2013	357,6	2944,15	54,26
2014	461,39	12056,7	109,8
2015	489,43	3657,68	60,48
2016	479,58	2534,82	50,35

Fuente: elaboración propia

Se puede concluir que el mayor promedio de ventas mensuales, durante estos cuatro periodos analizados, fue durante el año 2016. Sin embargo, en el año 2017hubo menores desviaciones individuales de ventas mes a mes.

3.1.2. Venta anual

Las ventas de concreto premezclado de forma anual, se analizan a continuación.

Tabla VII. **Últimos cuatro periodos de ventas anuales**

Periodo	Total ventas (m3)
2013	4 291,21
2014	5 536,73
2015	5 873,14
2016	5 754,98

Fuente: elaboración propia

- Media aritmética

$$\bar{x} = \frac{\sum xi}{N}$$

$$\sum xi = 4\,291,21 + 5\,536,73 + 5\,873,14 + 5\,754,98$$

$$\sum xi = 21\,456,06$$

$$\bar{x} = \frac{21\,456,06}{4}$$

$$\bar{x} = 5\,364,015$$

El promedio de ventas de concreto premezclado anual, durante los últimos cuatro periodos es de 5364,015m³.

- Varianza

$$S^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

$$\begin{aligned} \sum (x_i - \bar{x})^2 &= (4\,291,21 - 5\,364,015)^2 + (5\,536,73 - 5\,364,015)^2 \\ &+ (5\,873,14 - 5\,364,015)^2 + (5\,754,98 - 5\,364,015)^2 \end{aligned}$$

$$\sum (x_i - \bar{x})^2 = 1\,592\,803$$

$$S^2 = \frac{1\,592\,803}{4 - 1}$$

$$S^2 = 530\,934,30$$

La varianza de las ventas de concreto premezclado durante los últimos cuatro periodos anuales es de 530934,30m³.

- Desviación estándar

$$\sigma = \sqrt{S^2}$$

$$\sigma = \sqrt{530\,934,30}$$

$$\sigma = 728,65$$

El promedio de las desviaciones individuales de las ventas anuales de concreto premezclado durante los últimos cuatro periodos anuales es de 728,65m³.

3.2. Análisis de información

Al observar los resultados de las estadísticas realizadas en la información histórica de ventas reales en Forcogua, se observa que hay una diferencia en las ventas del primer año registrado; es decir, el año 2014, con respecto a los demás. Esto se puede deber a que en ese momento la empresa aún se encontraba en etapa de introducción al mercado, por lo que no se tomará en cuenta para la proyección de ventas futuras.

3.2.1. Gráfica de ventas

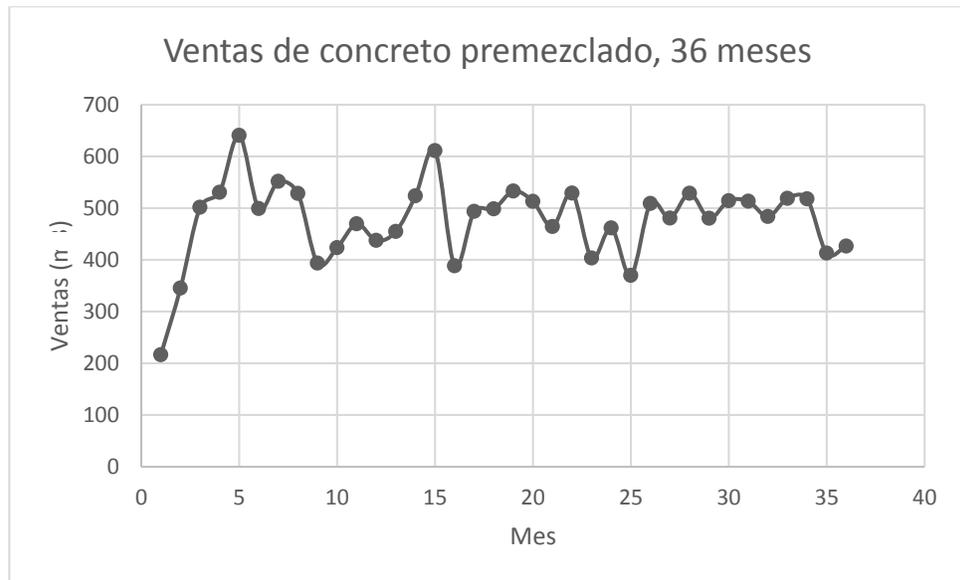
A continuación se grafica el comportamiento de las ventas históricas de concreto premezclado de los últimos tres años.

Tabla VIII. Ventas mensuales reales en los últimos tres años

Mes	Ventas	Mes	Ventas	Mes	Ventas
1	216,47	13	454,77	25	369,85
2	345,15	14	523,7	26	508,83
3	501,34	15	610,91	27	480,55
4	530,52	16	388,33	28	528,43
5	640,47	17	493,45	29	480,36
6	499,07	18	498,33	30	514,25
7	551,51	19	532,73	31	513,1
8	528,22	20	512,77	32	483,72
9	393,57	21	464,26	33	518,78
10	423,5	22	528,95	34	517,71
11	469,46	23	403,48	35	412,83
12	437,45	24	461,46	36	426,57

Fuente: elaboración propia

Figura 18. **Ventas mensuales de concreto premezclado durante los últimos tres años**



Fuente: elaboración propia

3.2.2. Análisis primario

El comportamiento que muestra la curva presenta valles y picos a lo largo de la trayectoria, y mantiene similares demandas de ventas en diferentes años para meses en común. Aunque este comportamiento no es muy exacto ni definido, pueden catalogarse como familias cíclicas o combinadas.

3.3. Análisis de los métodos de proyección de ventas

Existe variedad de métodos de proyección de ventas, con base en el tipo de familia al que pertenezcan los datos.

3.3.1. Análisis de métodos por utilizar

Debido a que la información histórica de ventas reales no tiene un comportamiento completamente definido, es necesario utilizar diferentes métodos para comparar y seleccionar el adecuado. Los métodos serán cuantitativos, de correlación, cíclicos y combinados. En cada método se realizará el procedimiento de los siguientes tres meses por pronosticar.

3.4. Análisis secundario

A continuación, se evalúan los métodos de proyección de ventas para determinar el que presente menor error con la información histórica de Forcogua.

3.4.1. Modelo de series temporales

- Último periodo

$$P_n = V_{n-1}$$

Donde:

P_n = Pronóstico de un mes (n)

V_{n-1} = Venta real del mes anterior

Tabla IX. Ejemplo método del último periodo

2017			
Mes	Ventas	Mes	Pronóstico
Enero	10	Enero	-
Febrero	15	Febrero	10
Marzo	20	Marzo	15
Abril	25	Abril	20

Fuente: elaboración propia

Aplicado a las ventas reales de Forcogua, se obtiene lo siguiente:

$$P25 = V24$$

$$P25 = 461,46$$

$$P26 = V25$$

$$P26 = 369,85$$

$$P27 = V26$$

$$P27 = 508,83$$

Tabla X. **Pronóstico de ventas, método del último periodo**

2015		2016		2017		Mes	Pronóstico
Mes	Ventas	Mes	Ventas	Mes	Ventas		
1	216,47	13	454,77	25	369,85	25	461,46
2	345,15	14	523,7	26	508,83	26	369,85
3	501,34	15	610,91	27	480,55	27	508,83
4	530,52	16	388,33	28	528,43	28	480,55
5	640,47	17	493,45	29	480,36	29	528,43
6	499,07	18	498,33	30	514,25	30	480,36
7	551,51	19	532,73	31	513,1	31	514,25
8	528,22	20	512,77	32	483,72	32	513,1
9	393,57	21	464,26	33	518,78	33	483,72
10	423,5	22	528,95	34	517,71	34	518,78
11	469,46	23	403,48	35	412,83	35	517,71
12	437,45	24	461,46	36	426,57	36	412,83

Fuente: elaboración propia

- Promedio aritmético

$$Pn = \frac{\sum_1^{n-1} \text{Ventas reales}}{n - 1}$$

Donde:

Pn = Pronóstico de un mes (n)

$$P25 = \frac{\sum_1^{24} \text{Ventas reales}}{24}$$

$$P25 = \frac{(216,47 + 345,15 + 501,34 \dots + 528,95 + 403,48 + 461,46)}{24}$$

$$P25 = \frac{11\,409,90}{24}$$

$$P25 = 475,41$$

$$P26 = \frac{\sum_1^{25} \text{Ventas reales}}{25}$$

$$P26 = \frac{(216,47 + 345,15 + 501,34 \dots + 403,48 + 461,46 + 369,85)}{25}$$

$$P26 = \frac{11\,779,70}{25}$$

$$P26 = 471,19$$

$$P27 = \frac{\sum_1^{26} \text{Ventas reales}}{26}$$

$$P27 = \frac{(216,47 + 345,15 + 501,34 \dots + 461,46 + 369,85 + 508,83)}{26}$$

$$P27 = \frac{12\,288,60}{26}$$

$$P27 = 472,64$$

Tabla XI. Pronóstico de ventas, método promedio aritmético

2015		2016		2017		Mes	Pronóstico
Mes	Ventas	Mes	Ventas	Mes	Ventas		
1	216,47	13	454,77	25	369,85	25	475,41
2	345,15	14	523,7	26	508,83	26	471,19
3	501,34	15	610,91	27	480,55	27	472,64
4	530,52	16	388,33	28	528,43	28	472,93
5	640,47	17	493,45	29	480,36	29	474,91
6	499,07	18	498,33	30	514,25	30	475,10
7	551,51	19	532,73	31	513,1	31	476,40
8	528,22	20	512,77	32	483,72	32	477,59
9	393,57	21	464,26	33	518,78	33	477,78
10	423,5	22	528,95	34	517,71	34	479,02
11	469,46	23	403,48	35	412,83	35	480,16
12	437,45	24	461,46	36	426,57	36	478,24

Fuente: elaboración propia

- Promedio móvil simple

$$P_n = \frac{\sum_{n-1}^{n-4} \text{Ventas reales}}{4}$$

Donde:

P_n = Pronóstico de un mes (n)

$$P_{25} = \frac{\sum_{21}^{24} \text{Ventas reales}}{4}$$

$$P_{25} = \frac{(464,26 + 528,95 + 403,48 + 461,46)}{4}$$

$$P_{25} = \frac{1\ 858,15}{4}$$

$$P_{25} = 464,54$$

$$P26 = \frac{\sum_{22}^{25} \text{Ventas reales}}{4}$$

$$P26 = \frac{(528,95 + 403,48 + 461,46 + 369,85)}{4}$$

$$P26 = \frac{1\,763,74}{4}$$

$$P26 = 440,94$$

$$P27 = \frac{\sum_{23}^{26} \text{Ventas reales}}{4}$$

$$P27 = \frac{(403,48 + 461,46 + 369,85 + 508,83)}{4}$$

$$P27 = \frac{1\,743,62}{4}$$

$$P27 = 435,91$$

Tabla XII. **Pronóstico de ventas, método promedio móvil simple**

2015		2016		2017		Mes	Pronóstico
Mes	Ventas	Mes	Ventas	Mes	Ventas		
1	216,47	13	454,77	25	369,85	25	464,54
2	345,15	14	523,7	26	508,83	26	440,94
3	501,34	15	610,91	27	480,55	27	435,91
4	530,52	16	388,33	28	528,43	28	455,17
5	640,47	17	493,45	29	480,36	29	471,92
6	499,07	18	498,33	30	514,25	30	499,54
7	551,51	19	532,73	31	513,1	31	500,90
8	528,22	20	512,77	32	483,72	32	509,04
9	393,57	21	464,26	33	518,78	33	497,86
10	423,5	22	528,95	34	517,71	34	507,46
11	469,46	23	403,48	35	412,83	35	508,33
12	437,45	24	461,46	36	426,57	36	483,26

Fuente: elaboración propia

- Promedio móvil ponderado

$$P_n = \frac{\sum_{n-1}^{n-4} (\text{Ponderación} * \text{Ventas reales})}{4}$$

Donde:

P_n = Pronóstico de un mes (n)

Ponderaciones = 0,5 0,8 1,2 1,5

$$\sum \text{Ponderaciones} = 4$$

$$(0,5 + 0,8 + 1,2 + 1,5) = 4$$

$$P_{25} = \frac{(0,5 * V_{21} + 0,8 * V_{22} + 1,2 * V_{23} + 1,5 * V_{24})}{4}$$

$$P_{25} = \frac{(0,5 * 464,26 + 0,8 * 528,95 + 1,2 * 403,48 + 1,5 * 461,46)}{4}$$

$$P_{25} = \frac{1\ 831,66}{4}$$

$$P_{25} = 457,91$$

$$P_{26} = \frac{(0,5 * V_{22} + 0,8 * V_{23} + 1,2 * V_{24} + 1,5 * V_{25})}{4}$$

$$P_{26} = \frac{(0,5 * 528,95 + 0,8 * 403,48 + 1,2 * 461,46 + 1,5 * 369,85)}{4}$$

$$P_{26} = \frac{1\ 695,79}{4}$$

$$P_{26} = 423,95$$

$$P_{27} = \frac{(0,5 * V_{23} + 0,8 * V_{24} + 1,2 * V_{25} + 1,5 * V_{26})}{4}$$

$$P_{27} = \frac{(0,5 * 403,48 + 0,8 * 461,46 + 1,2 * 369,85 + 1,5 * 508,83)}{4}$$

$$P_{27} = \frac{1\ 777,97}{4}$$

$$P_{27} = 444,49$$

Tabla XIII. Pronóstico de ventas, método promedio móvil ponderado

2015		2016		2017			
Mes	Ventas	Mes	Ventas	Mes	Ventas	Mes	Pronóstico
1	216,47	13	454,77	25	369,85	25	457,91
2	345,15	14	523,7	26	508,83	26	423,95
3	501,34	15	610,91	27	480,55	27	444,49
4	530,52	16	388,33	28	528,43	28	464,51
5	640,47	17	493,45	29	480,36	29	490,32
6	499,07	18	498,33	30	514,25	30	498,38
7	551,51	19	532,73	31	513,1	31	502,71
8	528,22	20	512,77	32	483,72	32	508,81
9	393,57	21	464,26	33	518,78	33	498,22
10	423,5	22	528,95	34	517,71	34	506,56
11	469,46	23	403,48	35	412,83	35	510,66
12	437,45	24	461,46	36	426,57	36	474,35

Fuente: elaboración propia

- Promedio móvil ponderado exponencial

$$P_n = P_{n-1} + \alpha (V_{n-1} - P_{n-1})$$

$$P_{n-1} = \frac{\sum_{n-5}^{n-2} \text{Ventas reales}}{4}$$

Donde:

P_n = Pronóstico de un mes (n)

P_{n-1} = Pronóstico del último periodo

V_{n-1} = Venta real del último periodo

α = Constante de alisado (alfa)

Para efectos de cálculo, $\alpha = 0,5$

$$P_{25} = P_{24} + \alpha (V_{24} - P_{24})$$

Pronóstico pivote:

$$P_{24} = \frac{\sum_{20}^{23} \text{Ventas reales}}{4}$$

$$P_{24} = \frac{512,77 + 464,26 + 528,95 + 403,48}{4}$$

$$P_{24} = \frac{1\,909,46}{4}$$

$$P_{24} = 477,37$$

$$P_{25} = P_{24} + \alpha (V_{24} - P_{24})$$

$$P_{25} = 477,37 + 0,5 (461,46 - 477,37)$$

$$P_{25} = 477,37 + 0,5 (-15,91)$$

$$P_{25} = 477,37 - 7,96$$

$$P_{25} = 469,42$$

$$P_{26} = P_{25} + \alpha (V_{25} - P_{25})$$

$$P_{26} = 469,42 + 0,5 (369,85 - 469,42)$$

$$P_{26} = 469,42 + 0,5 (-99,57)$$

$$P_{26} = 469,42 - 49,79$$

$$P_{26} = 419,64$$

$$P_{27} = P_{26} + \alpha (V_{26} - P_{26})$$

$$P_{27} = 419,64 + 0,5 (508,83 - 419,64)$$

$$P_{27} = 419,64 + 0,5 (89,20)$$

$$P_{27} = 419,64 + 44,60$$

$$P_{27} = 464,23$$

Tabla XIV. **Pronóstico de ventas, método promedio móvil ponderado exponencial**

2014		2015		2016			
Mes	Ventas	Mes	Ventas	Mes	Ventas	Mes	Pronóstico
1	216,47	13	454,77	25	369,85	25	469,42
2	345,15	14	523,7	26	508,83	26	419,64
3	501,34	15	610,91	27	480,55	27	464,23
4	530,52	16	388,33	28	528,43	28	472,39
5	640,47	17	493,45	29	480,36	29	500,41
6	499,07	18	498,33	30	514,25	30	490,39
7	551,51	19	532,73	31	513,1	31	502,32
8	528,22	20	512,77	32	483,72	32	507,71
9	393,57	21	464,26	33	518,78	33	495,71
10	423,5	22	528,95	34	517,71	34	507,25
11	469,46	23	403,48	35	412,83	35	512,48
12	437,45	24	461,46	36	426,57	36	462,65

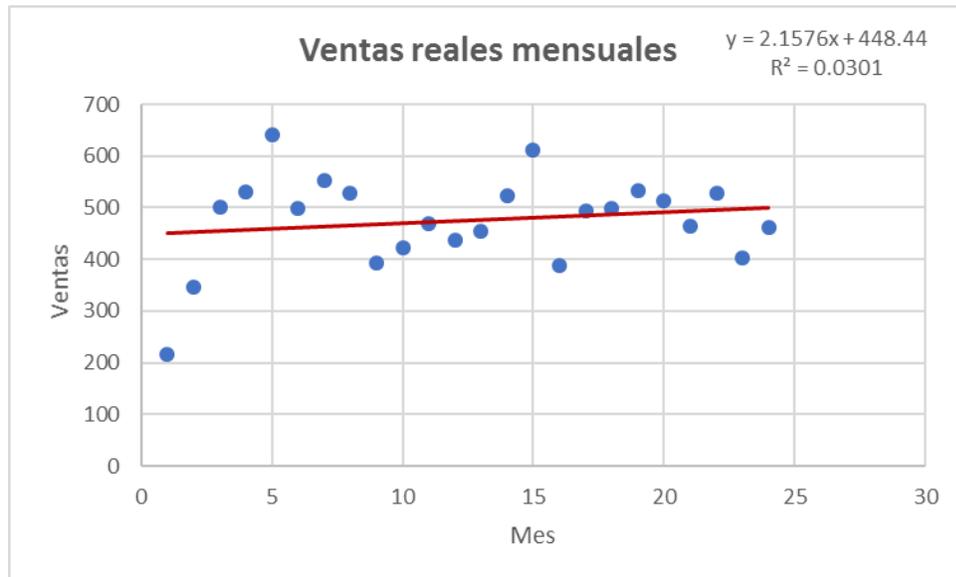
Fuente: elaboración propia

3.4.2. Modelo de correlación

Se debe graficar la relación de ventas respecto al tiempo, meses, de los últimos obtenidos antes de los meses por pronosticar. En este caso, del mes 1 al 24.

- Lineal

Figura 19. Modelo de correlación lineal



Fuente: elaboración propia

Las constantes a , b y r de la ecuación de regresión lineal son las siguientes:

$$a = 448,44$$

$$b = 2,1576$$

$$r^2 = 0,0301 \quad r = \sqrt{0,0301} \quad r = 0,173494$$

$$\text{Forma general: } y = a + b * x$$

$$P25 = a + b * 25$$

$$P25 = 448,44 + 2,1576 * 25$$

$$P25 = 448,44 + 53,94$$

$$P25 = 502,38$$

$$P26 = a + b * 26$$

$$P26 = 448,44 + 2,1576 * 26$$

$$P26 = 448,44 + 56,0976$$

$$P26 = 504,54$$

$$P27 = a + b * 27$$

$$P27 = 448,44 + 2,1576 * 27$$

$$P27 = 448,44 + 58,2552$$

$$P27 = 506,70$$

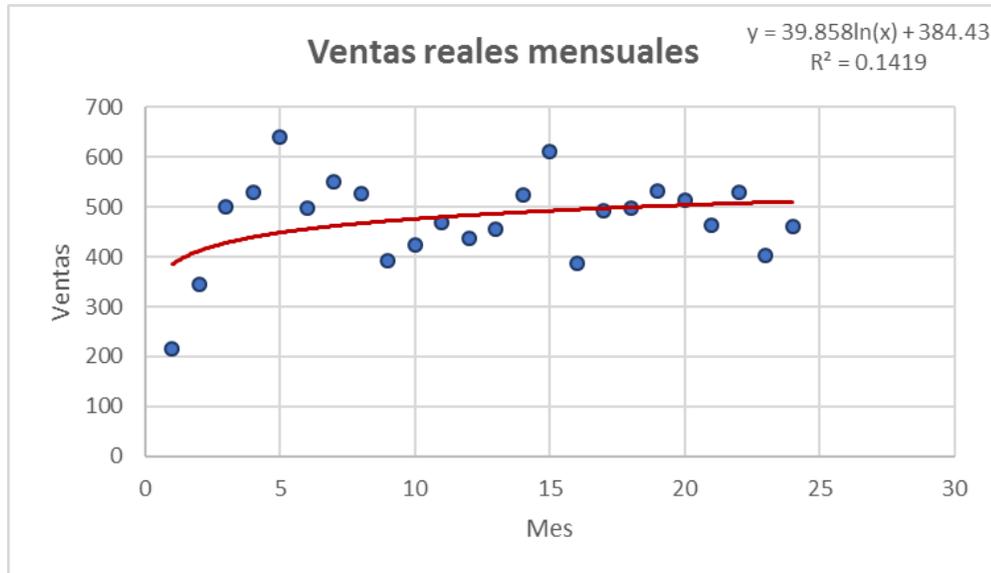
Tabla XV. **Pronóstico de ventas, modelo de correlación lineal**

2015		2016		2017		Mes	Pronóstico
Mes	Ventas	Mes	Ventas	Mes	Ventas		
1	216,47	13	454,77	25	369,85	25	502,38
2	345,15	14	523,7	26	508,83	26	504,54
3	501,34	15	610,91	27	480,55	27	506,70
4	530,52	16	388,33	28	528,43	28	508,85
5	640,47	17	493,45	29	480,36	29	511,01
6	499,07	18	498,33	30	514,25	30	513,17
7	551,51	19	532,73	31	513,1	31	515,33
8	528,22	20	512,77	32	483,72	32	517,48
9	393,57	21	464,26	33	518,78	33	519,64
10	423,5	22	528,95	34	517,71	34	521,80
11	469,46	23	403,48	35	412,83	35	523,96
12	437,45	24	461,46	36	426,57	36	526,11

Fuente: elaboración propia

- Logarítmica

Figura 20. **Modelo de correlación logarítmica**



Fuente: elaboración propia

Las constantes a, b y r de la ecuación de regresión logarítmica son las siguientes:

$$a = 384,43$$

$$b = 39,858$$

$$r^2 = 0,1419$$

$$r = \sqrt{0,1419}$$

$$r = 0,376696$$

$$\text{Forma general: } y = a + b * \ln x$$

$$P_{25} = a + b * \ln(25)$$

$$P_{25} = 384,43 + 39,858 * \ln(25)$$

$$P_{25} = 384,43 + 39,858 * 3,218876$$

$$P_{25} = 384,43 + 128,298$$

$$P_{25} = 512,73$$

$$P26 = a + b * \ln(26)$$

$$P26 = 384,43 + 39,858 * \ln(26)$$

$$P26 = 384,43 + 39,858 * 3,258097$$

$$P26 = 384,43 + 129,8612$$

$$P26 = 514,2912$$

$$P27 = a + b * \ln(27)$$

$$P27 = 384,43 + 39,858 * \ln(27)$$

$$P27 = 384,43 + 39,858 * 3,295837$$

$$P27 = 384,43 + 131,3655$$

$$P27 = 515,7955$$

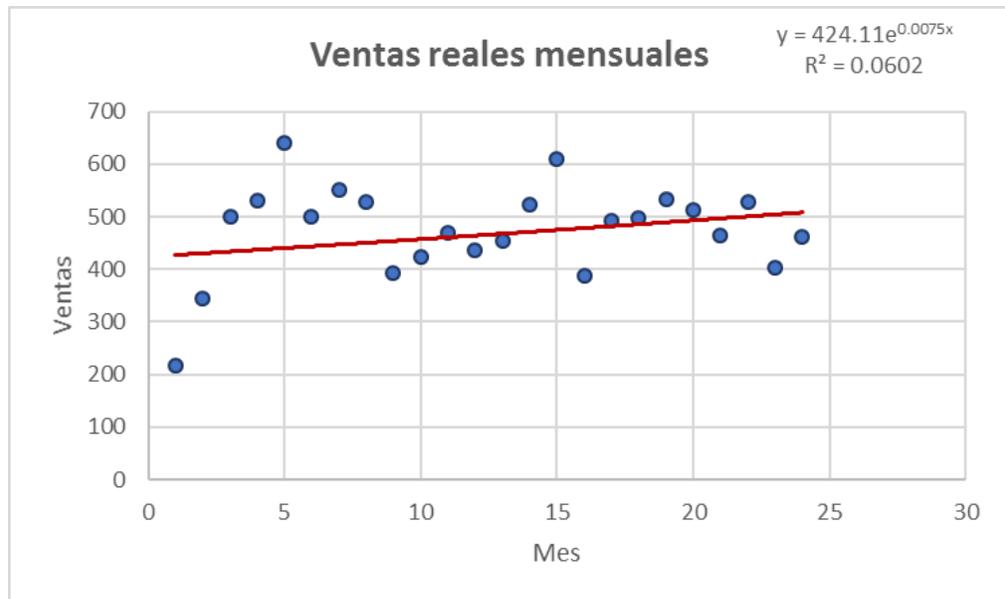
Tabla XVI. **Pronóstico de ventas, modelo de correlación logarítmica**

2015		2016		2017		Mes	Pronóstico
Mes	Ventas	Mes	Ventas	Mes	Ventas		
1	216,47	13	454,77	25	369,85	25	512,73
2	345,15	14	523,7	26	508,83	26	514,29
3	501,34	15	610,91	27	480,55	27	515,80
4	530,52	16	388,33	28	528,43	28	517,25
5	640,47	17	493,45	29	480,36	29	518,64
6	499,07	18	498,33	30	514,25	30	519,99
7	551,51	19	532,73	31	513,1	31	521,30
8	528,22	20	512,77	32	483,72	32	522,57
9	393,57	21	464,26	33	518,78	33	523,79
10	423,5	22	528,95	34	517,71	34	524,98
11	469,46	23	403,48	35	412,83	35	526,14
12	437,45	24	461,46	36	426,57	36	527,26

Fuente: elaboración propia

- Exponencial

Figura 21. **Modelo de correlación exponencial**



Fuente: elaboración propia

Las constantes a, b y r de la curva de regresión exponencial son las siguientes:

$$a = 424,11$$

$$b = e^{0,0075} = 1,007528$$

$$r^2 = 0,0602 \quad r = \sqrt{0,0602} \quad r = 0,245357$$

$$\text{Forma general: } y = a * b^x$$

$$P25 = a * b^{25}$$

$$P25 = 424,11 * 1,007528^{25}$$

$$P25 = 424,11 * 1,206224$$

$$P25 = 511,57$$

$$P26 = a * b^{26}$$

$$P26 = 424,11 * 1,007528^{26}$$

$$P26 = 424,11 * 1,215305$$

$$P26 = 515,4229$$

$$P27 = a * b^{27}$$

$$P27 = 424,11 * 1,007528^{27}$$

$$P27 = 424,11 * 1,224454$$

$$P25 = 519,30$$

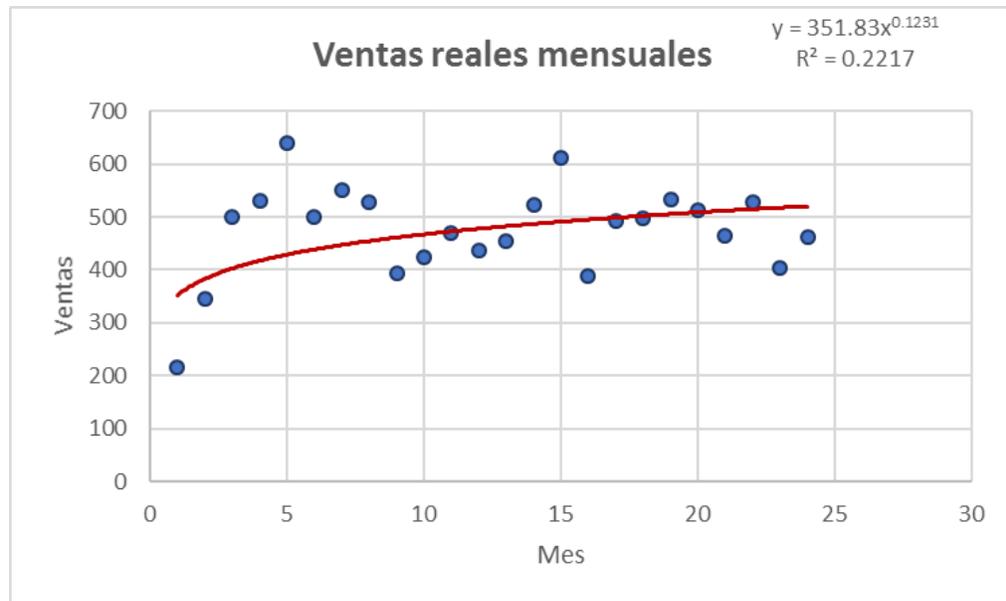
Tabla XVII. **Pronóstico de ventas, modelo de correlación exponencial**

2015		2016		2017			
Mes	Ventas	Mes	Ventas	Mes	Ventas	Mes	Pronóstico
1	216.47	13	454.77	25	369.85	25	511.57
2	345.15	14	523.7	26	508.83	26	515.42
3	501.34	15	610.91	27	480.55	27	519.30
4	530.52	16	388.33	28	528.43	28	523.21
5	640.47	17	493.45	29	480.36	29	527.15
6	499.07	18	498.33	30	514.25	30	531.12
7	551.51	19	532.73	31	513.1	31	535.12
8	528.22	20	512.77	32	483.72	32	539.15
9	393.57	21	464.26	33	518.78	33	543.20
10	423.5	22	528.95	34	517.71	34	547.29
11	469.46	23	403.48	35	412.83	35	551.41
12	437.45	24	461.46	36	426.57	36	555.57

Fuente: elaboración propia

- Potencial

Figura 22. **Modelo de correlación potencial**



Fuente: elaboración propia

Las constantes a, b y r de la curva de regresión lineal son las siguientes:

$$a = 351,83$$

$$b = 0,1231$$

$$r^2 = 0,2217 \quad r = \sqrt{0,2217} \quad r = 0,47085$$

$$\text{Forma general: } y = a * x^b$$

$$P25 = a * 25^b$$

$$P25 = 351,83 * 25^{0,1231}$$

$$P25 = 351,83 * 1,486231$$

$$P25 = 522,90$$

$$P26 = a * 26^b$$

$$P26 = 351,83 * 26^{0,1231}$$

$$P26 = 351,83 * 1,493424$$

$$P26 = 525,43$$

$$P27 = a * 27^b$$

$$P27 = 351,83 * 27^{0,1231}$$

$$P27 = 351,83 * 1,500379$$

$$P27 = 527,88$$

Tabla XVIII. **Pronóstico de ventas, modelo de correlación potencial**

2015		2016		2017		Mes	Pronóstico
Mes	Ventas	Mes	Ventas	Mes	Ventas		
1	216,47	13	454,77	25	369,85	25	522,90
2	345,15	14	523,7	26	508,83	26	525,43
3	501,34	15	610,91	27	480,55	27	527,88
4	530,52	16	388,33	28	528,43	28	530,25
5	640,47	17	493,45	29	480,36	29	532,54
6	499,07	18	498,33	30	514,25	30	534,77
7	551,51	19	532,73	31	513,1	31	536,93
8	528,22	20	512,77	32	483,72	32	539,03
9	393,57	21	464,26	33	518,78	33	541,08
10	423,5	22	528,95	34	517,71	34	543,07
11	469,46	23	403,48	35	412,83	35	545,01
12	437,45	24	461,46	36	426,57	36	546,91

Fuente: elaboración propia

3.4.3. Modelo cíclico

$$Pn = Vn * i_n$$

$$i = \frac{\bar{x}hor}{\bar{x}ver}$$

Donde:

Pn = Pronóstico de un mes (n)

Vn = Ventas reales de un mes (n)

i_n = Índice estacional de ventas en cierto mes (n)

$\bar{x}hor$ = Promedio horizontal de ventas

$\bar{x}ver$ = Promedio vertical de ventas

Para el pronóstico de evaluación del último año se toman en cuenta los datos de ventas de los periodos completos anteriores; es decir, los años 2015 y 2016 de ventas reales.

$$\bar{x}ver = \frac{\sum_1^{24} Ventas reales}{24}$$

$$\sum_1^{24} Ventas reales$$

$$\begin{aligned} &= 216,47 + 345,45 + 501,34 + 530,52 + 640,47 + 499,07 + 551,51 \\ &+ 528,22 + 393,57 + 423,50 + 469,46 + 437,45 + 454,77 + 523,70 \\ &+ 610,91 + 388,33 + 493,45 + 498,33 + 532,73 + 512,77 + 464,26 \\ &+ 528,95 + 403,48 + 461,46 \end{aligned}$$

$$\sum_1^{24} Ventas reales = 11\,409,87$$

$$\bar{x}_{ver} = \frac{11\,409,87}{24}$$

$$\bar{x}_{ver} = 475,41$$

$$\bar{x}_{hor\ enero} = \frac{\sum \text{Ventas reales enero}}{2}$$

$$\bar{x}_{hor\ enero} = \frac{(216,47 + 454,77)}{2}$$

$$\bar{x}_{hor\ enero} = \frac{671,24}{2}$$

$$\bar{x}_{hor\ enero} = 335,62$$

$$\bar{x}_{hor\ febrero} = \frac{\sum \text{Ventas reales febrero}}{2}$$

$$\bar{x}_{hor\ febrero} = \frac{(345,15 + 523,70)}{2}$$

$$\bar{x}_{hor\ febrero} = \frac{868,85}{2}$$

$$\bar{x}_{hor\ febrero} = 434,43$$

$$\bar{x}_{hor\ marzo} = \frac{\sum \text{Ventas reales marzo}}{2}$$

$$\bar{x}_{hor\ marzo} = \frac{(501,34 + 610,91)}{2}$$

$$\bar{x}_{hor\ marzo} = \frac{1\,112,25}{2}$$

$$\bar{x}_{hor\ marzo} = 556,13$$

$$i(24)enero = \frac{\bar{x}hor\ enero}{\bar{x}ver}$$

$$i(24)enero = \frac{335,62}{475,41}$$

$$i(24)enero = 0,71$$

$$i(24)febrero = \frac{\bar{x}hor\ febrero}{\bar{x}ver}$$

$$i(24)febrero = \frac{434,43}{475,41}$$

$$i(24)febrero = 0,91$$

$$i(24)marzo = \frac{\bar{x}hor\ marzo}{\bar{x}ver}$$

$$i(24)marzo = \frac{556,13}{475,41}$$

$$i(24)marzo = 1,17$$

Tabla XIX. Índice estacional de ventas de los años 2015 y 2016

	2015	2016	Xhor (24)	i(24)	2017	
Mes	Ventas	Ventas			Mes	Ventas
Enero	216,47	454,77	335,62	0,71	25	369,85
Febrero	345,15	523,7	434,43	0,91	26	508,83
Marzo	501,34	610,91	556,13	1,17	27	480,55
Abril	530,52	388,33	459,43	0,97	28	528,43
Mayo	640,47	493,45	566,96	1,19	29	480,36
Junio	499,07	498,33	498,70	1,05	30	514,25
Julio	551,51	532,73	542,12	1,14	31	513,1
Agosto	528,22	512,77	520,50	1,09	32	483,72
Septiembre	393,57	464,26	428,92	0,90	33	518,78
Octubre	423,5	528,95	476,23	1,00	34	517,71
Noviembre	469,46	403,48	436,47	0,92	35	412,83
Diciembre	437,45	461,46	449,46	0,95	36	426,57

Fuente: elaboración propia

$$P_{25} = V_{25} * i_{25}$$

$$P_{25} = 369,85 * 0,71$$

$$P_{25} = 261,10$$

$$P_{26} = V_{26} * i_{26}$$

$$P_{26} = 508,83 * 0,91$$

$$P_{26} = 464,96$$

$$P_{27} = V_{27} * i_{27}$$

$$P_{27} = 480,55 * 1,17$$

$$P_{27} = 562,14$$

Tabla XX. **Pronóstico de ventas, modelo cíclico**

2017		Pronóstico
Mes	Ventas	
25	369,85	261,10
26	508,83	464,96
27	480,55	562,14
28	528,43	510,66
29	480,36	572,86
30	514,25	539,44
31	513,1	585,10
32	483,72	529,59
33	518,78	468,04
34	517,71	518,60
35	412,83	379,01
36	426,57	403,28

Fuente: elaboración propia

3.4.4. Método combinado

$$V_{nueva} = V_{real} - b * t$$

Donde:

V_{nueva} = Ventas nuevas

V_{real} = Ventas reales

b = Pendiente de la ecuación de regresión con coeficiente de correlación más próximo a 1

t = Periodo de tiempo (meses)

$$P_n = \bar{x}V_{real} * i_n + b * t$$

Donde:

P_n = Pronóstico de un mes (n)

$\bar{x}V_{real}$ = Promedio de ventas reales

i_n = Índice estacional de ventas en un mes (n)

b = Pendiente de la ecuación de regresión con coeficiente de correlación más próximo a 1

t = Periodo de tiempo (meses)

Al utilizar este método, es necesario calcular periodos completos anteriores de ventas. Por tanto, se tomarán en cuenta las ventas reales de los años 2015 y 2016 para determinar el pronóstico de evaluación del último año de ventas; es decir, el año 2016.

Inicialmente hay que determinar los valores de a, b y r para cada ecuación de correlación (lineal, logarítmica, exponencial y potencial). En el inciso 3.4.2, se determinaron los coeficientes de correlación de los primeros dos años de ventas reales. Son los siguientes:

Tabla XXI. **Ecuaciones de regresión de las ventas reales de los años 2015 y 2016**

	Ecuación	Coefficiente de correlación
Lineal	$y = 448,44 + 2,1576x$	$r = 0,173494$
Logarítmica	$y = 39,858\ln x + 384,43$	$r = 0,376696$
Exponencial	$y = 424,11e^{0,0075x}$	$r = 0,245357$
Potencial	$y = 351,83x^{0,1231}$	$r = 0,470850$

Fuente: elaboración propia

La ecuación que mejor se ajusta al conjunto de datos; es decir, que tiene el coeficiente de correlación más cercano a 1, es la ecuación potencial, ya que su coeficiente de correlación es igual a 0,470850. Por tanto se utilizará la pendiente de la ecuación de regresión potencial.

$$b = 0,1231$$

Con la pendiente establecida, se procede a determinar las ventas nuevas de los años 2015 y 2016; es decir, del mes 1 al24.

$$Vnueva = Vreal - bt$$

$$Vnueva1 = Vreal1 - b(1)$$

$$Vnueva1 = 216,47 - (0,1231) * (1)$$

$$Vnueva1 = 216,47 - 0,1231$$

$$Vnueva1 = 216,35$$

$$Vnueva2 = Vreal2 - b(2)$$

$$Vnueva2 = 345,15 - (0,1231) * (2)$$

$$Vnueva2 = 345,15 - 0,2462$$

$$Vnueva2 = 344,90$$

$$Vnueva3 = Vreal3 - b(3)$$

$$Vnueva3 = 501,34 - (0,1231) * (3)$$

$$Vnueva3 = 501,34 - 0,3693$$

$$Vnueva3 = 500,97$$

Tabla XXII. **Ventas nuevas de los años 2015 y 2016**

2015		2015	2016		2016
Mes	Ventas	Vnuevas	Mes	Ventas	Vnuevas
1	216,47	216,35	13	454,77	453,17
2	345,15	344,90	14	523,7	521,98
3	501,34	500,97	15	610,91	609,06
4	530,52	530,03	16	388,33	386,36
5	640,47	639,85	17	493,45	491,36
6	499,07	498,33	18	498,33	496,11
7	551,51	550,65	19	532,73	530,39
8	528,22	527,24	20	512,77	510,31
9	393,57	392,46	21	464,26	461,67
10	423,5	422,27	22	528,95	526,24
11	469,46	468,11	23	403,48	400,65
12	437,45	435,97	24	461,46	458,51

Fuente: elaboración propia

Con base en las ventas nuevas, se determina el promedio horizontal y vertical de ventas nuevas.

$$\bar{x}_{ver} = \frac{\sum_1^{24} Vnuevas}{24}$$

$$\begin{aligned} \sum_1^{24} Vnuevas &= 216,35 + 344,90 + 500,97 + 530,03 + 639,85 + 498,33 + 550,65 \\ &+ 527,24 + 392,46 + 422,27 + 468,11 + 435,97 + 453,17 + 521,98 \\ &+ 609,06 + 386,36 + 491,36 + 496,11 + 530,39 + 510,31 + 461,67 \\ &+ 526,24 + 400,65 + 458,51 \end{aligned}$$

$$\sum_1^{24} Vnuevas = 11\,372,94$$

$$\bar{x}_{ver} = \frac{11\,372,94}{24}$$

$$\bar{x}_{ver} = 473,87$$

$$\bar{x}_{hor\ enero} = \frac{\sum Vnuevas\ enero}{2}$$

$$\bar{x}_{hor\ enero} = \frac{(216,35 + 453,17)}{2}$$

$$\bar{x}_{hor\ enero} = \frac{669,52}{2}$$

$$\bar{x}_{hor\ enero} = 334,76$$

$$\bar{x}_{hor\ febrero} = \frac{\sum Vnuevas\ febrero}{2}$$

$$\bar{x}_{hor\ febrero} = \frac{(344,90 + 521,98)}{2}$$

$$\bar{x}_{hor\ febrero} = \frac{866,88}{2}$$

$$\bar{x}_{hor\ febrero} = 433,44$$

$$\bar{x}_{hor\ marzo} = \frac{\sum Vnuevas\ marzo}{2}$$

$$\bar{x}_{hor\ marzo} = \frac{(500,97 + 609,06)}{2}$$

$$\bar{x}_{hor\ marzo} = \frac{1\,110,03}{2}$$

$$\bar{x}_{hor\ marzo} = 555,02$$

$$i(24)_{enero} = \frac{\bar{x}_{hor\ enero}}{\bar{x}_{ver}}$$

$$i(24)_{enero} = \frac{334,76}{473,87}$$

$$i(24)_{enero} = 0,71$$

$$i(24)febrero = \frac{\bar{x}_{hor\ febrero}}{\bar{x}_{ver}}$$

$$i(24)febrero = \frac{433,44}{473,87}$$

$$i(24)febrero = 0,91$$

$$i(24)marzo = \frac{\bar{x}_{hor\ marzo}}{\bar{x}_{ver}}$$

$$i(24)marzo = \frac{555,02}{473,87}$$

$$i(24)enero = 1,17$$

Tabla XXIII. Índice estacional de ventas nuevas de los años
2015 y 2016

Mes	2015	2016	2015	2016	Vnuevas	Vnuevas
	Ventas	Ventas	Vnuevas	Vnuevas	Xhor(24)	i(24)
Enero	216,47	454,77	216,35	453,17	334,76	0,71
Febrero	345,15	523,7	344,90	521,98	433,44	0,91
Marzo	501,34	610,91	500,97	609,06	555,02	1,17
Abril	530,52	388,33	530,03	386,36	458,19	0,97
Mayo	640,47	493,45	639,85	491,36	565,61	1,19
Junio	499,07	498,33	498,33	496,11	497,22	1,05
Julio	551,51	532,73	550,65	530,39	540,52	1,14
Agosto	528,22	512,77	527,24	510,31	518,77	1,09
Septiembre	393,57	464,26	392,46	461,67	427,07	0,90
Octubre	423,5	528,95	422,27	526,24	474,26	1,00
Noviembre	469,46	403,48	468,11	400,65	434,38	0,92
Diciembre	437,45	461,46	435,97	458,51	447,24	0,94

Fuente: elaboración propia

$$P_n = \bar{x}V_{real} * i_n + b * t$$

$$\bar{x}V_{real} = \frac{\sum_1^{24} V_{reales}}{24}$$

$$\begin{aligned} \sum_1^{24} V_{reales} &= 216,47 + 345,15 + 501,34 + 530,52 + 640,47 + 499,07 + 551,51 \\ &+ 528,22 + 393,57 + 423,50 + 469,46 + 437,45 + 454,77 + 523,70 \\ &+ 610,91 + 388,33 + 493,45 + 498,33 + 532,73 + 512,77 + 464,26 \\ &+ 528,95 + 403,48 + 435,46 \end{aligned}$$

$$\sum_1^{24} V_{reales} = 11\,409,87$$

$$\bar{x}V_{real} = \frac{11\,409,87}{24}$$

$$\bar{x}V_{real} = 475,41$$

$$P_{25} = \bar{x}V_{real} * i_{25} + b * 25$$

$$P_{25} = 475,41 * 0,71 + 0,1231 * 25$$

$$P_{25} = 337,54 + 3,08$$

$$P_{25} = 340,62$$

$$P_{26} = \bar{x}V_{real} * i_{26} + b * 26$$

$$P_{26} = 475,41 * 0,91 + 0,1231 * 26$$

$$P_{26} = 432,62 + 3,20$$

$$P_{26} = 435,82$$

$$P_{27} = \bar{x}V_{real} * i_{27} + b * 27$$

$$P_{27} = 475,41 * 1,17 + 0,1231 * 27$$

$$P_{27} = 556,23 + 3,32$$

$$P_{27} = 559,55$$

Tabla XXIV. **Pronóstico de ventas, método combinado**

2017		Pronóstico
Mes	Ventas	
25	369,85	340,62
26	508,83	435,82
27	480,55	559,55
28	528,43	464,59
29	480,36	569,31
30	514,25	502,87
31	513,1	545,78
32	483,72	522,14
33	518,78	431,93
34	517,71	479,60
35	412,83	441,69
36	426,57	451,32

Fuente: elaboración propia

3.5. Errores en los métodos

El error de un método es la diferencia que existe entre las ventas reales de un mes determinado y el pronóstico de evaluación de ese mes. Todos los pronósticos de evaluación se realizaron en el último año de ventas reales conocidas; es decir, en el año 2017. Los errores de cada método son los siguientes.

$$Error = Vn - Pn$$

Donde:

Vn = Ventas reales en un mes (n)

Pn = Pronóstico de un mes (n)

3.5.1. Modelo de series temporales

A continuación, se evalúan los errores en los modelos de series temporales.

- Último periodo

$$Error_{25} = V_{25} - P_{25}$$

$$Error_{25} = 369,85 - 461,46$$

$$Error_{25} = -91,61$$

$$Error_{26} = V_{26} - P_{26}$$

$$Error_{26} = 508,83 - 369,85$$

$$Error_{26} = 138,98$$

Tabla XXV. Error del método último periodo

2017		Pronóstico	Error	Error	Error Acumulado
Mes	Ventas				
25	369,85	461,46	-91,61	91,61	91,61
26	508,83	369,85	138,98	138,98	230,59
27	480,55	508,83	-28,28	28,28	258,87
28	528,43	480,55	47,88	47,88	306,75
29	480,36	528,43	-48,07	48,07	354,82
30	514,25	480,36	33,89	33,89	388,71
31	513,1	514,25	-1,15	1,15	389,86
32	483,72	513,1	-29,38	29,38	419,24
33	518,78	483,72	35,06	35,06	454,30
34	517,71	518,78	-1,07	1,07	455,37
35	412,83	517,71	-104,88	104,88	560,25
36	426,57	412,83	13,74	13,74	573,99

Fuente: elaboración propia

- Promedio aritmético

$$Error25 = V25 - P25$$

$$Error25 = 369,85 - 475,41$$

$$Error25 = -105,56$$

$$Error26 = V26 - P26$$

$$Error26 = 508,83 - 471,19$$

$$Error26 = 37,64$$

$$Error27 = V27 - P27$$

$$Error27 = 480,55 - 472,64$$

$$Error27 = 7,91$$

Tabla XXVI. **Error del método promedio aritmético**

2017		Pronóstico	Error	Error	Error Acumulado
Mes	Ventas				
25	369,85	475,41	-105,56	105,56	105,56
26	508,83	471,19	37,64	37,64	143,20
27	480,55	472,64	7,91	7,91	151,12
28	528,43	472,93	55,50	55,50	206,62
29	480,36	474,91	5,45	5,45	212,06
30	514,25	475,10	39,15	39,15	251,21
31	513,1	476,40	36,70	36,70	287,91
32	483,72	477,59	6,13	6,13	294,04
33	518,78	477,78	41,00	41,00	335,04
34	517,71	479,02	38,69	38,69	373,73
35	412,83	480,16	-67,33	67,33	441,06
36	426,57	478,24	-51,67	51,67	492,73

Fuente: elaboración propia

- Promedio móvil simple

$$Error_{25} = V_{25} - P_{25}$$

$$Error_{25} = 369,85 - 464,54$$

$$Error_{25} = -94,69$$

$$Error_{26} = V_{26} - P_{26}$$

$$Error_{26} = 508,83 - 440,94$$

$$Error_{26} = 67,89$$

$$Error_{27} = V_{27} - P_{27}$$

$$Error_{27} = 480,55 - 435,91$$

$$Error_{27} = 44,65$$

Tabla XXVII. Error del método promedio móvil simple

2017		Pronóstico	Error	Error	Error Acumulado
Mes	Ventas				
25	369,85	464,54	-94,69	94,69	94,69
26	508,83	440,94	67,89	67,89	162,58
27	480,55	435,91	44,65	44,65	207,23
28	528,43	455,17	73,26	73,26	280,49
29	480,36	471,92	8,45	8,45	288,93
30	514,25	499,54	14,71	14,71	303,64
31	513,1	500,90	12,20	12,20	315,84
32	483,72	509,04	-25,31	25,31	341,16
33	518,78	497,86	20,92	20,92	362,08
34	517,71	507,46	10,25	10,25	372,33
35	412,83	508,33	-95,50	95,50	467,82
36	426,57	483,26	-56,69	56,69	524,51

Fuente: elaboración propia

- Promedio móvil ponderado

$$Error_{25} = V_{25} - P_{25}$$

$$Error_{25} = 369,85 - 457,91$$

$$Error_{25} = -88,06$$

$$Error_{26} = V_{26} - P_{26}$$

$$Error_{26} = 508,83 - 423,95$$

$$Error_{26} = 84,88$$

$$Error_{27} = V_{27} - P_{27}$$

$$Error_{27} = 480,55 - 444,49$$

$$Error_{27} = 36,06$$

Tabla XXVIII. Error del método promedio móvil ponderado

2017		Pronóstico	Error	Error	Error Acumulado
Mes	Ventas				
25	369,85	457,91	-88,06	88,06	88,06
26	508,83	423,95	84,88	84,88	172,95
27	480,55	444,49	36,06	36,06	209,00
28	528,43	464,51	63,92	63,92	272,93
29	480,36	490,32	-9,96	9,96	282,89
30	514,25	498,38	15,87	15,87	298,76
31	513,1	502,71	10,39	10,39	309,16
32	483,72	508,81	-25,09	25,09	334,25
33	518,78	498,22	20,56	20,56	354,81
34	517,71	506,56	11,15	11,15	365,96
35	412,83	510,66	-97,83	97,83	463,79
36	426,57	474,35	-47,78	47,78	511,56

Fuente: elaboración propia

- Promedio móvil ponderado exponencial

$$Error_{25} = V_{25} - P_{25}$$

$$Error_{25} = 369,85 - 469,42$$

$$Error_{25} = -99,57$$

$$Error_{26} = V_{26} - P_{26}$$

$$Error_{26} = 508,83 - 419,64$$

$$Error_{26} = 89,20$$

$$Error_{27} = V_{27} - P_{27}$$

$$Error_{27} = 480,55 - 464,23$$

$$Error_{27} = 16,32$$

Tabla XXIX. Error del método promedio móvil ponderado exponencial

2017		Pronóstico	Error	Error	Error Acumulado
Mes	Ventas				
25	369,85	469,42	-99,57	99,57	99,57
26	508,83	419,64	89,20	89,20	188,77
27	480,55	464,23	16,32	16,32	205,08
28	528,43	472,39	56,04	56,04	261,12
29	480,36	500,41	-20,05	20,05	281,17
30	514,25	490,39	23,86	23,86	305,04
31	513,1	502,32	10,78	10,78	315,82
32	483,72	507,71	-23,99	23,99	339,81
33	518,78	495,71	23,07	23,07	362,87
34	517,71	507,25	10,46	10,46	373,34
35	412,83	512,48	-99,65	99,65	472,98
36	426,57	462,65	-36,08	36,08	509,07

Fuente: elaboración propia

3.5.2. Modelo de correlación

A continuación, se evalúan los errores en los modelos de correlación evaluados.

- Lineal

$$Error_{25} = V_{25} - P_{25}$$

$$Error_{25} = 369,85 - 502,38$$

$$Error_{25} = -132,53$$

$$Error_{26} = V_{26} - P_{26}$$

$$Error_{26} = 508,83 - 504,54$$

$$Error_{26} = 4,29$$

Tabla XXX. Error del modelo de correlación lineal

2017		Pronóstico	Error	Error	Error Acumulado
Mes	Ventas				
25	369,85	502,38	-132,53	132,53	132,53
26	508,83	504,54	4,29	4,29	136,82
27	480,55	506,70	-26,15	26,15	162,97
28	528,43	508,85	19,58	19,58	182,54
29	480,36	511,01	-30,65	30,65	213,20
30	514,25	513,17	1,08	1,08	214,28
31	513,1	515,33	-2,23	2,23	216,50
32	483,72	517,48	-33,76	33,76	250,27
33	518,78	519,64	-0,86	0,86	251,13
34	517,71	521,80	-4,09	4,09	255,22
35	412,83	523,96	-111,13	111,13	366,34
36	426,57	526,11	-99,54	99,54	465,88

Fuente: elaboración propia

- Logarítmica

$$Error25 = V25 - P25$$

$$Error25 = 369,85 - 512,73$$

$$Error25 = -142,88$$

$$Error26 = V26 - P26$$

$$Error26 = 508,83 - 514,29$$

$$Error26 = -5,46$$

$$Error27 = V27 - P27$$

$$Error27 = 480,55 - 515,80$$

$$Error27 = -35,25$$

Tabla XXXI. **Error del modelo de correlación logarítmica**

2017		Pronóstico	Error	Error	Error Acumulado
Mes	Ventas				
25	369,85	512,73	-142,88	142,88	142,88
26	508,83	514,29	-5,46	5,46	148,34
27	480,55	515,80	-35,25	35,25	183,58
28	528,43	517,25	11,18	11,18	194,77
29	480,36	518,64	-38,28	38,28	233,05
30	514,25	519,99	-5,74	5,74	238,80
31	513,1	521,30	-8,20	8,20	247,00
32	483,72	522,57	-38,85	38,85	285,85
33	518,78	523,79	-5,01	5,01	290,86
34	517,71	524,98	-7,27	7,27	298,13
35	412,83	526,14	-113,31	113,31	411,44
36	426,57	527,26	-100,69	100,69	512,14

Fuente: elaboración propia

- Exponencial

$$Error25 = V25 - P25$$

$$Error25 = 369,85 - 511,57$$

$$Error25 = -141,72$$

$$Error26 = V26 - P26$$

$$Error26 = 508,83 - 515,42$$

$$Error26 = -6,59$$

$$Error27 = V27 - P27$$

$$Error27 = 480,55 - 519,30$$

$$Error27 = -38,75$$

Tabla XXXII. **Error del modelo de correlación exponencial**

2017		Pronóstico	Error	Error	Error Acumulado
Mes	Ventas				
25	369,85	511,57	-141,72	141,72	141,72
26	508,83	515,42	-6,59	6,59	148,31
27	480,55	519,30	-38,75	38,75	187,07
28	528,43	523,21	5,22	5,22	192,29
29	480,36	527,15	-46,79	46,79	239,08
30	514,25	531,12	-16,87	16,87	255,95
31	513,1	535,12	-22,02	22,02	277,96
32	483,72	539,15	-55,43	55,43	333,39
33	518,78	543,20	-24,42	24,42	357,81
34	517,71	547,29	-29,58	29,58	387,40
35	412,83	551,41	-138,58	138,58	525,98
36	426,57	555,57	-129,00	129,00	654,98

Fuente: elaboración propia

- Potencial

$$Error25 = V25 - P25$$

$$Error25 = 369,85 - 522,90$$

$$Error25 = -153,05$$

$$Error26 = V26 - P26$$

$$Error26 = 508,83 - 525,43$$

$$Error26 = -16,60$$

$$Error27 = V27 - P27$$

$$Error27 = 480,55 - 527,88$$

$$Error27 = -47,33$$

Tabla XXXIII. Error del modelo de correlación potencial

2017		Pronóstico	Error	Error	Error Acumulado
Mes	Ventas				
25	369,85	522,90	-153,05	153,05	153,05
26	508,83	525,43	-16,60	16,60	169,65
27	480,55	527,88	-47,33	47,33	216,98
28	528,43	530,25	-1,82	1,82	218,80
29	480,36	532,54	-52,18	52,18	270,98
30	514,25	534,77	-20,52	20,52	291,50
31	513,1	536,93	-23,83	23,83	315,33
32	483,72	539,03	-55,31	55,31	370,65
33	518,78	541,08	-22,30	22,30	392,95
34	517,71	543,07	-25,36	25,36	418,31
35	412,83	545,01	-132,18	132,18	550,49
36	426,57	546,91	-120,34	120,34	670,83

Fuente: elaboración propia

3.5.3. Modelo cíclico

$$Error25 = V25 - P25$$

$$Error25 = 369,85 - 261,10$$

$$Error25 = 108,75$$

$$Error26 = V26 - P26$$

$$Error26 = 508,83 - 464,96$$

$$Error26 = 43,87$$

$$Error27 = V27 - P27$$

$$Error27 = 480,55 - 562,14$$

$$Error27 = -81,59$$

Tabla XXXIV. Error del modelo cíclico

2017		Pronóstico	Error	Error	Error Acumulado
Mes	Ventas				
25	369,85	261,10	108,75	108,75	108,75
26	508,83	464,96	43,87	43,87	152,62
27	480,55	562,14	-81,59	81,59	234,21
28	528,43	510,66	17,77	17,77	251,97
29	480,36	572,86	-92,50	92,50	344,48
30	514,25	539,44	-25,19	25,19	369,67
31	513,1	585,10	-72,00	72,00	441,66
32	483,72	529,59	-45,87	45,87	487,54
33	518,78	468,04	50,74	50,74	538,27
34	517,71	518,60	-0,89	0,89	539,16
35	412,83	379,01	33,82	33,82	572,98
36	426,57	403,28	23,29	23,29	596,26

Fuente: elaboración propia

3.5.4. Método combinado

$$\text{Error}_{25} = V_{25} - P_{25}$$

$$\text{Error}_{25} = 369,85 - 340,62$$

$$\text{Error}_{25} = 29,23$$

$$\text{Error}_{26} = V_{26} - P_{26}$$

$$\text{Error}_{26} = 508,83 - 435,82$$

$$\text{Error}_{26} = 73,01$$

$$\text{Error}_{27} = V_{27} - P_{27}$$

$$\text{Error}_{27} = 480,55 - 559,55$$

$$\text{Error}_{27} = -79,00$$

Tabla XXXV. Error del método combinado

2017		Pronóstico	Error	Error	Error Acumulado
Mes	Ventas				
25	369,85	340,62	29,23	29,23	29,23
26	508,83	435,82	73,01	73,01	102,24
27	480,55	559,55	-79,00	79,00	181,24
28	528,43	464,59	63,84	63,84	245,08
29	480,36	569,31	-88,95	88,95	334,02
30	514,25	502,87	11,38	11,38	345,40
31	513,1	545,78	-32,68	32,68	378,08
32	483,72	522,14	-38,42	38,42	416,50
33	518,78	431,93	86,85	86,85	503,35
34	517,71	479,60	38,11	38,11	541,46
35	412,83	441,69	-28,86	28,86	570,32
36	426,57	451,32	-24,75	24,75	595,07

Fuente: elaboración propia

3.6. Resultados de métodos utilizados

A continuación, se presentan los resultados de los métodos utilizados, demostrando los errores obtenidos en cada método.

3.6.1. Análisis de resultados

Luego de determinar el error de cada método utilizado para pronosticar ventas, es necesario comparar cada uno de los resultados obtenidos e identificar el método que presenta el menor error total, ya que este será el más apropiado para utilizar en el conjunto de datos de ventas reales de Forcogua.

El resumen de los errores totales por método evaluado es el siguiente:

Tabla XXXVI. **Errores totales en los métodos de proyección de ventas**

Método	Error acumulado
Último periodo	573.99
Promedio aritmético	492.73
Promedio móvil simple	524.51
Promedio móvil ponderado	511.56
Promedio móvil ponderado exponencial	509.07
Correlación lineal	465.88
Correlación logarítmica	512.14
Correlación exponencial	654.98
Correlación potencial	670.83
Modelo cíclico	596.26
Modelo combinado	595.07

Fuente: elaboración propia

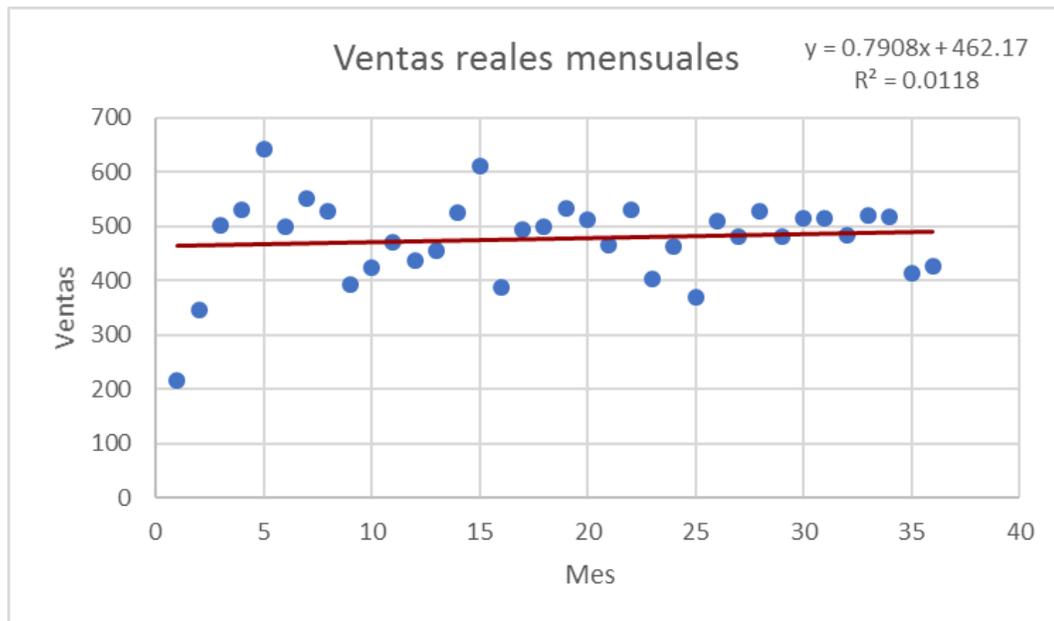
Se puede observar que el menor error acumulado de todos los métodos evaluados es de 465,88, correspondiente al método de correlación lineal.

3.6.2. Pronóstico de riesgo

Con base en el método seleccionado como el más apropiado para el comportamiento de las ventas de Forcogua (método de correlación lineal) se realiza un pronóstico de riesgo; es decir, el pronóstico del siguiente periodo que aún no se conoce. En este caso, se realizará del primer semestre del año 2018.

Se calculan los nuevos valores de las variables a, b y r para la ecuación de regresión lineal, tomando en cuenta el total de los periodos de ventas reales conocidos; es decir, los últimos 36 meses.

Figura 23. **Ventas reales mensuales de los últimos tres años, con línea de tendencia**



Fuente: elaboración propia

Las constantes a, b y r de la ecuación de regresión lineal son las siguientes:

$$a = 462,17$$

$$b = 0,7908$$

$$r^2 = 0,0118 \quad r = \sqrt{0,0118} \quad r = 0,1086$$

$$\text{Forma general: } y = a + b * x$$

$$P37 = a + b * 37$$

$$P37 = 462,17 + 0,7908 * 37$$

$$P37 = 462,17 + 29,26$$

$$P37 = 491,43$$

$$P38 = a + b * 38$$

$$P38 = 462,17 + 0,7908 * 38$$

$$P38 = 462,17 + 30,05$$

$$P38 = 492,22$$

$$P39 = a + b * 39$$

$$P39 = 462,17 + 0,7908 * 39$$

$$P39 = 462,17 + 30,84$$

$$P39 = 493,01$$

Tabla XXXVII. **Pronóstico de riesgo por método de correlación lineal**

Mes	Pronóstico de riesgo
37	491,43
38	492,22
39	493,01
40	493,80
41	494,59
42	495,38

Fuente: elaboración propia

Los resultados indican el pronóstico de ventas de concreto premezclado, en metros cúbicos, durante los siguientes seis meses, con base en el método de correlación con tendencia lineal.

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

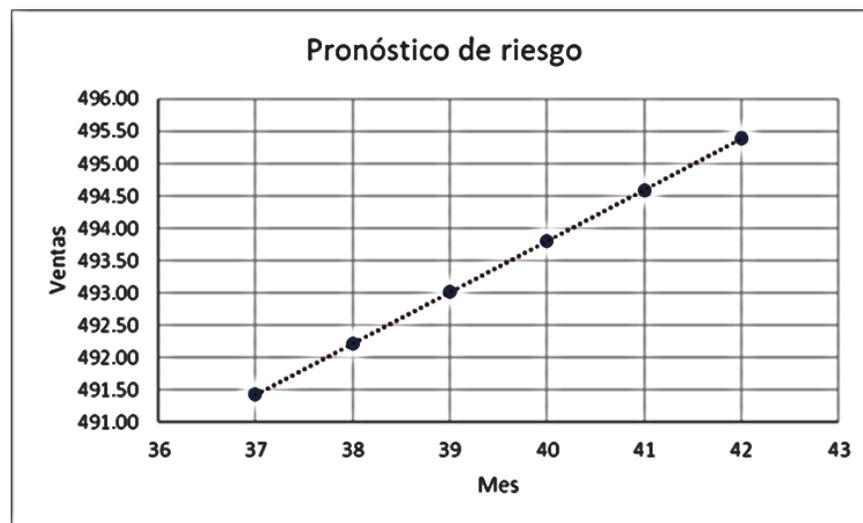
4.1. Modelo matemático para proyectar ventas

Un modelo matemático ayuda a representar fenómenos de manera clara, en este caso, ventas futuras de concreto premezclado para Forcogua.

4.1.1. Gráfica del método óptimo

Se grafica el comportamiento de las ventas en relación al tiempo, con el método óptimo para Forcogua.

Figura 24. Gráfica del pronóstico de riesgo por método de correlación lineal



Fuente: elaboración propia

4.1.2. Diseño del modelo matemático

Al determinar una ecuación matemática que ayude a pronosticar las ventas de concreto premezclado, en metros cúbicos, dentro de Forcogua, es necesario saber que dentro del modelo se pueden encontrar números o variables. Los números pueden ser constantes o coeficientes, y las variables pueden ser dependientes o independientes unas de otras.

En el actual estudio de ventas de Forcogua, se determinó que la mejor forma para proyectar ventas, y con el menor error, es mediante una ecuación de correlación lineal, también conocida como ecuación de primer grado.

$$\textit{Forma general: } y = mx + b$$

Donde:

y = Variable dependiente

m = Pendiente

x = Variable independiente

b = Constante

Así, se tiene la siguiente ecuación de primer grado que proyectará las ventas de concreto premezclado, en metros cúbicos, en los próximos meses:

$$\textit{Venta en un mes } (x) = 0,7908 * x + 462,17$$

Donde:

$\textit{Venta en un mes } (x)$ = Variable dependiente

0,7908 = Pendiente. Como es mayor que cero, las ventas van en crecimiento

x = Variable independiente. Es el mes que se quiere pronosticar

462,17 =Constante. Determina dónde cortará al eje Y la recta

4.2. Proceso de implementación

Para la implementación del modelo matemático, es necesario tomar en cuenta los siguientes aspectos.

4.2.1. Implementación del modelo

Poner en funcionamiento el presente modelo es presentar la idea y lograr que sea comprendida, por medio de la capacitación del personal. Consiste en indicar los beneficios de implementarlo y los pasos que se debe seguir para hacerlo de la mejor forma posible.

4.2.2. Entidades responsables

Cada departamento juega un papel muy importante al momento de realizar cambios dentro de una empresa. Con respecto a los que asumen mayor responsabilidad para que estas ejecuciones se lleven de la mejor manera, son la gerencia y el departamento de ventas.

4.2.2.1. Gerencia

La gerencia de una empresa es el grupo de personas que buscan, mediante herramientas, la administración de los cambios para lograr los objetivos planteados; es la entidad con mayor responsabilidad de que el modelo matemático que será implementado se lleve a cabo y se garantice el aprendizaje y uso del mismo por los trabajadores de Forcogua.

4.2.2.2. Ventas

El departamento de ventas es el encargado de asegurar el flujo continuo de producción mediante una adecuada planeación de ventas. Por ello es importante el uso de un modelo matemático para proyectar ventas, donde se pueda tener una idea más acertada de lo que serán las ventas futuras. Este departamento tiene la responsabilidad de capacitar a su personal para el uso del mismo, como también de mantener los registros de información de ventas como informes de gestión para evaluar y seguir mejorando dicho modelo.

4.3. Proyección de ventas a corto plazo

Utilizando el modelo matemático establecido, es posible proyectar ventas futuras a corto plazo.

4.3.1. Ventas de concreto premezclado

Con base en el modelo de proyección de ventas, las ventas a un año de concreto premezclado en metros cúbicos son las siguientes:

Tabla XXXVIII. **Proyección de ventas de concreto premezclado en el año 2018**

Año 2018	Proyección	Año 2018	Proyección
Mes	de ventas	Mes	de ventas
Enero	491,43	Julio	496,97
Febrero	492,22	Agosto	497,76
Marzo	493,01	Septiembre	498,55
Abril	493,80	Octubre	499,34
Mayo	494,59	Noviembre	500,13
Junio	495,38	Diciembre	500,13

Fuente: elaboración propia

4.4. Punto de equilibrio de ventas

Independientemente de la proyección de ventas, es necesario establecer la cantidad mínima en metros cúbicos de concreto premezclado que Forcogua debería vender para que le aporte utilidades. Para establecer esta cantidad, el punto de equilibrio de ventas es la mejor herramienta que se puede utilizar.

4.4.1. Análisis de costos

Costos variables por unidad (m³)

- Cemento Q. 25
- Agregados Q. 4
- Aditivos Q. 5
- Costo variable total por unidad Q. 34

Costos fijos

- Sueldos y salarios de planta Q. 18 500
- Mantenimiento de maquinaria Q. 5 000
- Energía eléctrica Q. 480
- Servicio de agua Q. 150
- Costo fijo total Q. 24 130

4.4.2. Determinación del punto de equilibrio

$$PE = [P(X)] - [CV(X) + CF]$$

Donde:

$$P = 85 \text{ quetzales}$$

$$CV = 34 \text{ quetzales}$$

$$CF = 24\,130 \text{ quetzales}$$

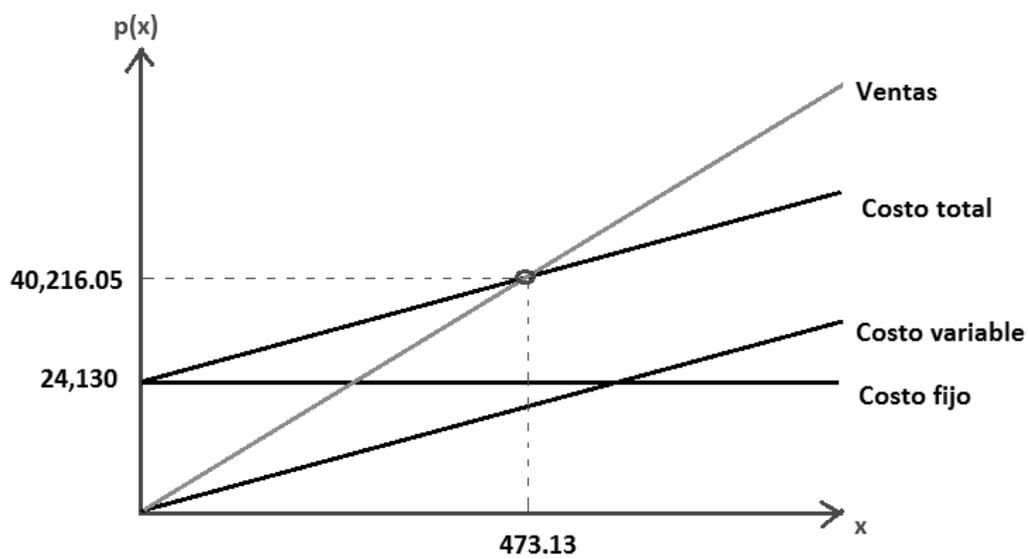
$$PE = [85(X)] - [34(X) + 24\,130]$$

$$X = \frac{24\,130}{85 - 34} = \frac{24\,130}{51} = 473,13$$

4.4.3. Gráfica del punto de equilibrio

El punto de equilibrio, es decir, el punto donde no se tienen utilidades y tampoco pérdidas, se representa de forma gráfica a continuación.

Figura 25. Punto de equilibrio de concreto premezclado



Fuente: elaboración propia

4.4.4. Análisis del punto de equilibrio

Luego de calcular el punto de equilibrio, se puede determinar que la empresa deberá producir y vender por lo menos 473,13 metros cúbicos de concreto premezclado para cubrir con los costos de producción, tanto fijos como variables.

4.5. Manual de uso

Es una guía de instrucciones y recomendaciones a seguir, para implementar modelos nuevos o mejorar los existentes, y realizar las tareas de forma adecuada y eficiente.

4.5.1. Objetivo del manual

Capacitar al personal para el adecuado uso del modelo matemático para proyectar ventas.

4.5.2. Alcance del manual

Para ser utilizado por el personal del área financiera y encargados de la planificación de ventas.

4.5.3. Glosario

- Constante: es una cantidad que tiene un valor fijo en la ecuación; es decir, no varía.
- Modelo matemático: conjunto de términos que representan el comportamiento de algún hecho (venta mensual de concreto premezclado).

- Sustituir: reemplazar la variable por información numérica.
- Variable: es la expresión simbólica que representa un elemento no especificado.

4.5.4. Desarrollo

Los pasos a realizar para el uso del modelo matemático se detallan a continuación.

4.5.4.1. Procedimiento

- Identificar el modelo matemático.
- Reconocer cada una de las variables y constantes dentro del modelo.
- Sustituir la variable independiente por el periodo de mes que se desea pronosticar.
- Resolver la operación matemática.

5. SEGUIMIENTO

5.1. Resultados obtenidos

A continuación, se presentan los resultados obtenidos por la evaluación de los métodos de proyección de ventas.

5.1.1. Interpretación

En la evaluación de los métodos de proyección de ventas, el modelo de correlación lineal presentó el menor error al pronosticar ventas de concreto premezclado, con base en la información histórica proporcionada, de los 3 últimos años.

5.1.2. Aplicación

Conociendo el modelo de proyección de ventas óptimo para las ventas de concreto premezclado en Forcogua, se obtiene un modelo específico para la empresa. Este se puede aplicar a la planificación que la empresa realiza mensualmente, tanto para las acciones por realizar como para estimar las ventas futuras. La empresa ahora podrá utilizar el modelo establecido previamente y obtener proyecciones más certeras.

5.2. Estadísticas

La media aritmética, varianza y desviación estándar de las ventas proyectadas a corto plazo se detallan a continuación.

5.2.1. Ventas a corto plazo

- Media aritmética

$$\bar{x} = \frac{\sum xi}{N}$$

$$\begin{aligned} \sum xi &= 491,43 + 492,22 + 493,01 + 493,80 + 494,59 + 495,38 \\ &\quad + 496,17 + 496,97 + 497,76 + 498,55 + 499,34 \\ &\quad + 500,13 \end{aligned}$$

$$\sum xi = 5\,949,35$$

$$\bar{x} = \frac{5\,949,35}{12}$$

$$\bar{x} = 495,78$$

El promedio mensual de ventas de concreto premezclado proyectadas para el siguiente año es de 495,78m³.

- Varianza

$$s^2 = \frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{n - 1}$$

$$\begin{aligned} \sum (x_i - \bar{x})^2 &= (491,43 - 495,78)^2 + (492,22 - 495,78)^2 + (493,01 - 495,78)^2 \\ &+ (493,80 - 495,78)^2 + (494,59 - 495,78)^2 \\ &+ (495,38 - 495,78)^2 + (496,17 - 495,78)^2 \\ &+ (496,97 - 495,78)^2 + (497,76 - 495,78)^2 \\ &+ (498,55 - 495,78)^2 + (499,34 - 495,78)^2 \\ &+ (500,13 - 495,78)^2 \end{aligned}$$

$$\sum (x_i - \bar{x})^2 = 89,43$$

$$S^2 = \frac{89,43}{12 - 1}$$

$$S^2 = 8,13$$

La varianza en las ventas mensuales de concreto premezclado proyectadas para el próximo año es de 8,13m³.

- Desviación estándar

$$\sigma = \sqrt{S^2}$$

$$\sigma = \sqrt{8,13}$$

$$\sigma = 2,85$$

El promedio de las desviaciones individuales o desviación estándar, como también se conoce, de las ventas mensuales de concreto premezclado proyectado para el próximo año, es de 2,85m³.

5.3. Acciones correctivas

Una de las mejores acciones a realizar para eliminar problemas existentes es la correcta capacitación del personal.

5.3.1. Capacitación de personal

Las acciones que lleva a cabo una empresa para ampliar los conocimientos y habilidades de los trabajadores se conocen como capacitación de personal.

Es importante capacitar al personal de trabajo ya que de ellos depende gran parte de la producción en la empresa. Mientras más capacitado sea el personal, presentarán mejor desempeño en sus labores diarias y mejor aprovechamiento de los recursos disponibles. Incluso, cuando se logra capacitar a un equipo de trabajo de forma que desarrollan un talento valioso, la empresa alcanza ventajas competitivas. Por tanto invertir tiempo y atención en la capacitación y desarrollo del equipo de trabajo es de suma importancia.

5.4. Auditoría

Se deben realizar auditorías en las áreas de trabajo para controlar y mejorar los planes de acción. Estas pueden ser internas o externas. La interna es la que sirve para medir la capacidad de la empresa y la externa ayuda a medir el nivel de adaptación de la empresa con el entorno.

Una auditoría útil es aquella que se realiza con regularidad y no únicamente cuando hay áreas problemáticas, aunque la frecuencia depende del tamaño de la empresa.

5.4.1. Área de ventas

Es importante el control en el área de ventas para alcanzar los objetivos de la empresa. La auditoría de ventas se enfoca en la supervisión de los

objetivos comerciales de la empresa, junto con los resultados de ventas para así identificar áreas problemáticas y proporcionar un plan de acción adecuado que permita mejorar la eficiencia en las ventas de la empresa, con base en el análisis realizado.

5.4.2. Área de marketing

En el área de marketing se debe auditar las acciones que el departamento constantemente realiza para mejorar la eficacia del plan de mercadotecnia. Es importante para maximizar el consumo del producto ofrecido por la empresa.

5.4.3. Área de producción

Es necesario implementar de un proceso sistemático que se dedique a la detección de irregularidades en el área de producción para mejorar y perfeccionar el producto en respuesta a las demandas del mercado. Su objetivo es que el área de producción mejore su volumen de producción, reduzca los costos de fabricación y mantenga la calidad en los productos.

5.5. Ventajas y desventajas del modelo matemático

Al utilizar un modelo matemático para proyectar ventas existen ventajas y desventajas. Son las siguientes.

5.5.1. Ventajas del modelo matemático

- El tiempo que se requiere para su utilización es mínimo en comparación con el tiempo que toma pronosticar ventas a través de otro método.

- Resulta más económico que experimentar con las ventas reales cada periodo.
- Se reducen algunos riesgos provocados por la experimentación real de los datos.

5.5.2. Desventajas del modelo matemático

- Las interpretaciones diversas que cada quien le pueda dar a los resultados obtenidos puede dar lugar a confusión.
- Posible información relevante se llega a perder debido a la estandarización, por ejemplo, una irregular variación en las ventas de cierto periodo.
- Luego de varios periodos el modelo matemático pudo haber variado, por lo que será necesario volver a hacer el estudio para determinar el modelo actualizado.

5.6. Seguimiento al modelo matemático para proyectar ventas

Para un adecuado seguimiento al modelo matemático planteado para proyectar ventas de concreto premezclado en Forcogua, es necesario el análisis de este y su comparación con los datos reales actuales. Con estos seguimientos se podrá determinar su nivel de confianza y la varianza con los valores reales de ventas y saber si todavía es útil o es necesario reemplazarlo por un modelo actualizado. Al ser necesario un nuevo modelo de proyección de ventas, se deberá realizar todo el procedimiento anteriormente analizado para determinar el nuevo comportamiento de las ventas que pueden variar según diferentes factores tales como precios, modas, publicidad, entre otros.

CONCLUSIONES

1. Se analizaron las estadísticas de la información histórica de ventas, donde se obtuvo la media aritmética, varianza y desviación estándar.
2. Se determinó que el comportamiento de las ventas de concreto premezclado puede catalogarse como familias cíclicas o combinadas.
3. Se estableció el punto de equilibrio en las ventas actuales, donde se calculó que la empresa deberá producir y vender 473,13 metros cúbicos de concreto premezclado.
4. Se evaluaron los métodos de series temporales, de correlación, cíclico y combinado de la información histórica de ventas de Forcogua, para la proyección de ventas.
5. Se calcularon los riesgos de cada método de proyección de ventas evaluado, y se encontró que el método que representa el mayor riesgo para el conjunto de datos es el de correlación potencial.
6. Se determinó que el método óptimo para la proyección de ventas en Forcogua es el de correlación lineal, debido a que representó el menor error de todos los métodos evaluados.
7. Se estableció un manual de uso para el modelo matemático determinado, el cual incluye los objetivos y alcance de dicho manual,

así como un glosario y el desarrollo del mismo para ser utilizado por los operarios de la empresa, Forcogua.

RECOMENDACIONES

1. Desarrollar una planificación estratégica adecuada para las operaciones de la empresa, con base en una acertada proyección de ventas.
2. Implementar el modelo matemático propuesto para proyectar ventas dentro de la empresa, para todos los departamentos.
3. Designar responsables para la implementación del modelo, que se encarguen de capacitar al personal en su uso.
4. Evaluar periódicamente los resultados de utilizar el modelo de proyección de ventas y llevar un control del mismo para futuros modelos.
5. Determinar nuevos modelos matemáticos que se adapten a los comportamientos más recientes de la información histórica de ventas, de ser necesario.

BIBLIOGRAFÍA

1. CHASE, R, JACOBS, J, y AQUILANO, Nicholas. *Administración de operaciones, producción y cadena de suministros*. 12a ed. México:Editorial McGraw-Hill, 2009.776 p.
2. CHIAVENATO, Idalberto. *Iniciación a la planificación y el control de la producción*. México: McGraw-Hill, 1993. 133 p.
3. FORCOGUA. Formaletas para construcción de Guatemala, S.A.*Manual de inducción*. Guatemala: 2014. 23 p.
4. GUJARATI, D. *Econometría*.4a ed. México: McGraw-Hill Interamericana,2005. 921 p.
5. HEIZER, J. y RENDER, B. *Dirección de la producción,decisiones tácticas*. 6a ed. España: Prentice-Hall, 2001. 560 p.
6. LEE J., Krajewski y RITZMAN. Larry P. *Administración deoperaciones, estrategia y análisis*. 5a ed. México:Pearson Educación, 2000. 932 p.
7. MERCADO, Salvador. *Mercadotecnia programada*.México: Limusa, 2005. 676 p.
8. TORRES, Sergio. *Control de la producción*.3a ed. Guatemala: c cDapal, 2013. 130 p.

