



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

OPTIMIZACIÓN DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO MEDIANTE UN  
MODELO DE GESTIÓN DE INVENTARIOS EN LA EMPRESA  
CIFUENTES STRINGS

AUTOR

SEBASTIÁN EFRAÍN CARPIO MOSQUERA

AÑO

2020



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

OPTIMIZACIÓN DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO MEDIANTE UN  
MODELO DE GESTIÓN DE INVENTARIOS EN LA EMPRESA CIFUENTES  
STRINGS

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos  
establecidos para optar por el título de Ingeniero en Producción Industrial

Profesor Guía:

MSc. Roque Alejandro Morán Gortaire

Autor:

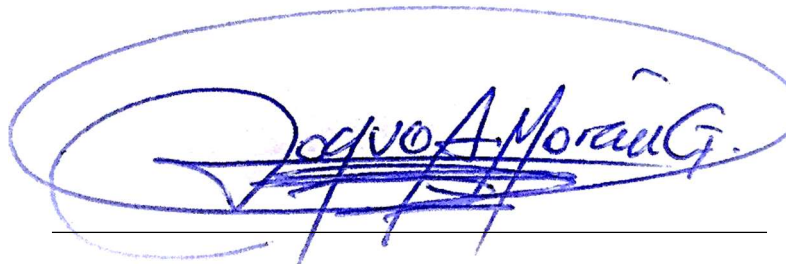
Sebastián Efraín Carpio Mosquera

Año

2020

## DECLARACIÓN PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido el trabajo, Optimización de la cadena de abastecimiento mediante un modelo de gestión de inventarios en la empresa Cifuentes Strings, a través de reuniones periódicas con el estudiante Sebastián Efraín Carpio Mosquera, en el semestre 202020, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”



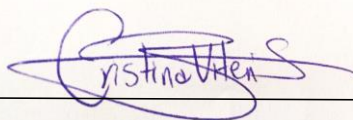
Roque Alejandro Morán Gortaire

Master of Science (Major: Strategic Marketing & Sales Management)

CI:1704903317

## DECLARACIÓN PROFESOR CORRECTOR

"Declaro haber revisado este trabajo, Optimización de la cadena de abastecimiento mediante un modelo de gestión de inventarios en la empresa Cifuentes Strings, del estudiante Sebastian Efraín Carpio Mosquera, en el semestre 202020 dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".



---

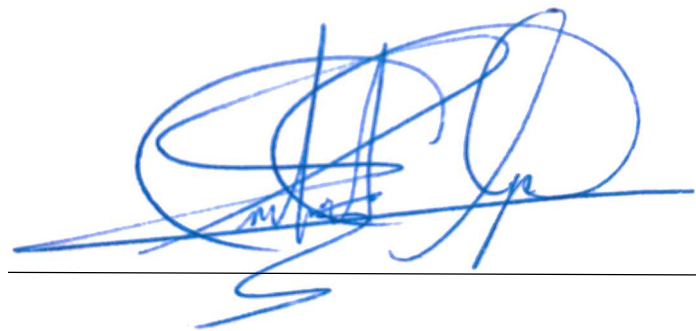
Cristina Belén Viteri Sánchez

Máster en Ingeniería Avanzada de la producción, Logística y Cadena de  
Suministro  
CI: 1715638373



## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE**

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and a horizontal line at the bottom, positioned above a solid horizontal line.

Sebastián Efraín Carpio Mosquera

CI: 1804209425

## **AGRADECIMIENTOS**

**Quisiera agradecer en primer lugar, a Dios por la salud y ser mi guía, a mi madre y a mis hermanas por todo su amor, por siempre apoyarme, ser mi motor y, ejemplo a seguir. A mis tíos e Iván por el apoyo constante. Y en general a mi familia que siempre está a mi lado. También a mis profesores por sus enseñanzas académicas y personales.**

## **DEDICATORIA**

**A mi madre Alexandra y mis hermanas Ibeth y Andrea. Además, a mi padre que ha sido mi inspiración y mi angelito por 19 años. Por último, a mi abuelita Anaís y a Vic que me apoyaron durante mi carrera universitaria hasta su reciente partida.**

## RESUMEN

Hoy en día las empresas buscan ser más competitivas y productivas, teniendo en cuenta todos los procesos que generan valor. Por lo que, precisan mejorar constantemente, para crear una ventaja competitiva. Es así, el caso de Cifuentes Strings, una empresa ecuatoriana que fabrica cuerdas de instrumentos musicales.

La empresa presenta problemas en su cadena de suministro, lo cual generó desabastecimiento el año pasado, convirtiéndose en la causa raíz de la disminución de las ventas de Cifuentes Strings. Se analiza los datos que tiene la empresa y se levanta datos adicionales, necesarios para generar modelos matemáticos y pronósticos, con el fin de tener las entradas necesarias para gestionar la cadena de abastecimiento. Además, se segmenta los productos para definir los que se desarrollan en el presente proyecto.

Por lo cual, se genera una propuesta de mejora para gestionar los diferentes eslabones de la cadena de abastecimiento, gestionando el inventario, las cantidades óptimas de pedido y los tiempos idóneos para realizarlos los pedidos, mediante un EOQ y MRP. De tal manera que se pueda ahorrar costos al realizar las compras de materia prima, eliminar el desabastecimiento y disminuir los costos de inventario.

## **ABSTRACT**

Nowadays companies seek to be more competitive and productive, considering all the processes that generate value. Therefore, they seek to constantly improve, to create a competitive advantage. This is the case of Cifuentes Strings, an Ecuadorian company that makes strings for musical instruments.

The company has problems with their supply chain, which generated shortages last year, becoming the root cause of the decrease in sales of Cifuentes Strings. The company's data is analyzed, and additional data is collected, in order to generate mathematical models and forecasts, therefore achieve the necessary inputs to manage the supply chain. In addition, the products are segmented to define those that are developed in this project.

Consequently, an improvement proposal is generated to manage the different links of the supply chain, managing the inventory, the optimal order quantities and the ideal times to place orders, using an EOQ and MRP. This way the company can save costs when making purchases of raw materials, eliminate shortages and reduce inventory costs.

# ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Antecedentes .....	1
1.1.1 Información de la empresa .....	2
1.1.2 Cartera de productos .....	3
1.2 Descripción inicial del problema .....	6
1.3 Objetivos .....	8
1.3.1 Objetivo General.....	8
1.3.2 Objetivos específicos.....	8
1.4 Alcance .....	9
2. MARCO TEÓRICO.....	9
2.1 Metodología de los 5 Porque´s.....	9
2.2 Cadena de abastecimiento.....	10
2.3 Segmentación ABC .....	13
2.4 Punto de desacople.....	13
2.5 Pronóstico de la demanda.....	15
2.6 Software SPSS de IBM .....	18
2.7 EOQ (Economic Order Quantity).....	19
2.8 MRP .....	20
2.9 Mejora continua.....	23
3. SITUACIÓN ACTUAL.....	24
3.1 Ventas .....	24
3.2 Caracterización de la cadena de suministro .....	28
3.3 Segmentación .....	30
3.3.1 Productos .....	30
3.3.2 Clientes.....	35
3.4 Tiempos de suministro .....	39
3.5 Inventario .....	39

<b>4. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL PROBLEMA.....</b>	<b>44</b>
4.1 Análisis del problema .....	44
4.1.1 ¿Qué es un problema? .....	44
4.1.2 ¿Por qué es un problema? .....	44
4.1.3 ¿Dónde se presenta el problema?.....	45
4.1.4 ¿Cuándo se presenta el problema?.....	45
4.1.5 ¿Cómo se presenta el problema?.....	46
4.1.6 Árbol de la realidad actual .....	47
4.2 Análisis causa raíz .....	49
4.2.1 Lluvia de ideas.....	49
4.2.2 Diagrama de afinidad.....	50
4.2.3 5 por qué .....	52
4.2.4 Revisión de la causa raíz.....	54
<b>5. PROPUESTA DE MEJORA .....</b>	<b>55</b>
5.1 Punto de desacople.....	56
5.2 Pronósticos .....	58
5.2.1 Análisis de datos.....	58
5.2.2 Pronóstico.....	66
5.3 BOM (Bill Of Materials).....	71
5.4 Cantidad óptima de pedido.....	77
5.4.1 Costo de mantener inventario.....	77
5.4.2 Costo de pedir .....	79
5.4.3 Lead time.....	79
5.4.4 Demanda por materia prima .....	80
5.4.5 EOQ.....	81
5.5 MRP .....	84
5.5.1 Safety Stock.....	84
5.5.2 Resolución del MRP .....	85
<b>6. ANÁLISIS DE PROPUESTA DE MEJORA.....</b>	<b>90</b>
6.1 Análisis de pronósticos.....	91
6.2 Nivel y costo de inventario.....	92
6.3 Abastecimiento de materia prima .....	95

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	97
7.1 Conclusiones .....	97
7.2 Recomendaciones .....	99
REFERENCIAS .....	100



## CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes



*Figura 1.* Logotipo de Cifuentes Strings.

Tomado de (Cifuentes Strings, 2020)

Cifuentes Strings, es una empresa ecuatoriana con experiencia desde 1906 en el mercado musical, fundada por los padres del actual gerente general, después de varios años en el mercado. La empresa cierra a principios de la década pasada y es entonces cuando el actual gerente general decide continuar con el negocio de sus padres en 2014.

Su giro de negocio es la elaboración y distribución de cuerdas musicales para Guitarra, Bajo Bandolín, Requinto, y otros instrumentos de cuerda. Trabajan con maquinaria alemana y nacional. Con materia primas de USA, Suiza, y América Latina.

En la actualidad cuenta con 4 personas trabajando en la empresa, distribuidas en tres segmentos de la compañía: dos personas en producción, una persona en ventas y el gerente general.

### **1.1.1 Información de la empresa**

#### **Misión**

Ofrecer la mayor experiencia de placer, y expresión artística a los músicos de América Latina, por medio de nuestras cuerdas y accesorios para instrumentos. Nuestros productos garantizan calidad, variedad, dedicación y conciencia de un producto en beneficio de todos nuestros públicos. Innovación y dedicación en pro de la música, el arte y la sociedad.

#### **Visión**

Cifuentes será una de la empresa más reconocida en Latinoamérica por su aporte artístico y el desarrollo social. Seremos apreciados por nuestros competidores, clientes, personal y comunidad local. Nuestro distintivo será la innovación, la conciencia social, y el desarrollo como empresa gestora de cambios sociales y artísticos.

#### **Objetivos de la Empresa**

- Posicionar la empresa como identidad ecuatoriana fabricante de cuerdas para instrumentos musicales con calidad, dedicación a precios justos.
- Fabricar cuerdas musicales de todos los instrumentos de la región andina a buen precio y calidad.
- Desarrollar un clima laboral en el que lo más importante sea la conciencia del amor propio y el desarrollo personal.
- Incentivar el desarrollo artístico de músicos y producción nacional.
- Disminuir la importación de productos de baja calidad y eliminar la necesidad del consumo de producto falsificado por su precio.
- Mantener la tradición familiar de una empresa con más de 100 años de historia.

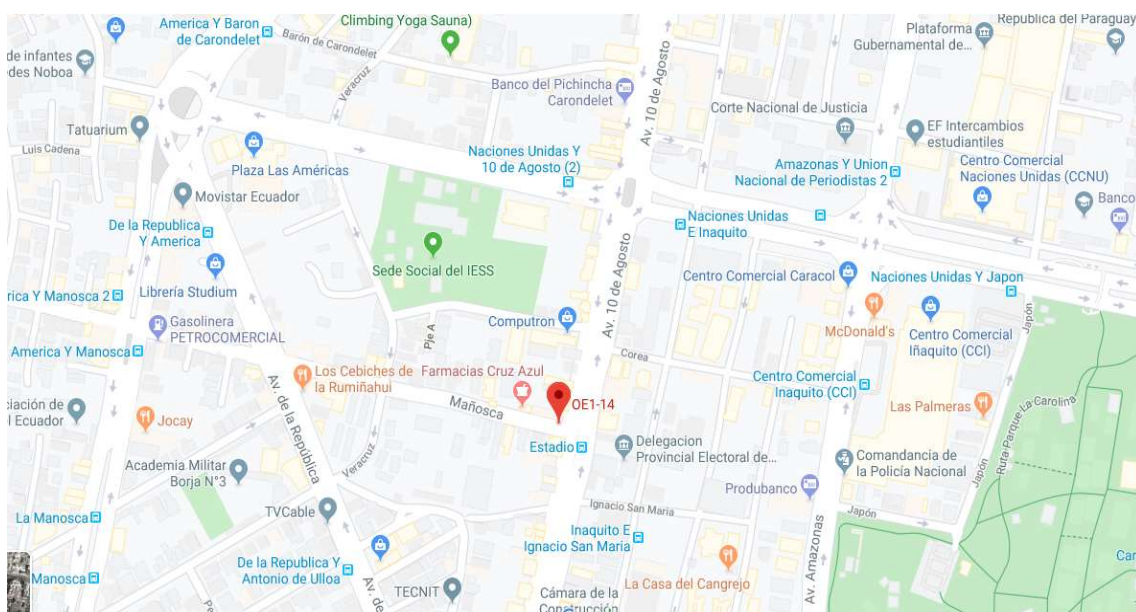
#### **Actividad**

Fabricación y desarrollo de cuerdas de instrumentos musicales como: Guitarra Clásica, Eléctrica, Acústica, Bajo, Requinto, Bandolín, Charango, Ukulele, y otros.

Los productos son manufacturados en la ciudad de Quito con materias primas de USA, Suiza, América Latina, con maquinaria alemana.

## Entorno

La empresa está ubicada en la provincia de Pichincha, cantón Quito, se encuentra en un área estratégica urbana en la capital ecuatoriana, área transcurrida y céntrica en la ciudad, en el sector Iñaquito en las calles Mañosca OE1-14 y 10 de agosto.



*Figura 2.* Ubicación de la empresa.

Tomado de (GoogleMaps, 2020)

### 1.1.2 Cartera de productos

La empresa maneja dos tipos de ventas con relación a su portafolio de productos, la primera es la venta de docena de una sola cuerda y la segunda es el juego completo de cuerdas para el instrumento. A continuación, se muestra los productos que tienen con sus respectivos empaques y características:

## JD2 Concierto Silver & Titanio Nylon



2 alternativas

De entorchados

Brillantes  
Versátiles  
Cómodas

### JD2 - Pure Nickel (PN)

Cuerda	Tipo	Sonido
Agudos	Titanio Nylon	Brillante
Bajos	Puro Nickel	Cálido
Tensión	Media / Alta o Híbrida	

### JD2 -Silver Plated (SP)

Cuerda	Tipo	Sonido
Agudos	Titanio Nylon	Dulce
Bajos	Silver Plated	Brillante
Tensión	Media / Alta o Híbrida	

## JD3 Concierto Silver & Pro Clear Nylon



2 alternativas

De entorchados

Potentes  
Cálidas  
Robustas

### JD3 - Pure Nickel (PN)

Cuerda	Tipo	Sonido
Agudos	Pro Clear Nylon	Brillante
Bajos	Puro Nickel	Cálido
Tensión	Media / Alta o Híbrida	

### JD3 -Silver Plated (SP)

Cuerda	Tipo	Sonido
Agudos	Pro Clear Nylon	Dulce
Bajos	Silver Plated	Brillante
Tensión	Media / Alta o Híbrida	

## AC1 Dorada & Black Nylon



Cuerda	Tipo	Sonido
Agudos	Black Nylon	Dulce
Bajos	80/20 Brass	Cálido
Tensión	Normal	

## AC2 Silver & Pro Nylon



Cuerda	Tipo	Sonido
Agudos	Pro Clear Nylon	Dulce
Bajos	Silver Plated	Brillante
Tensión	Normal	

Figura 3. Descripciones cuerdas de guitarra clásica.

Tomado de (Cifuentes Strings, 2020)

### AC-NP Nickel Plated



Todos los Calibres

AC9-42 Nickel Plated (NP)  
AC10-46 Nickel Plated (NP)  
AC10-52 Nickel Plated (NP)  
AC11-49 Nickel Plated (NP)

Pide tus juegos!

+ PERSONALIZADOS +  
+ HIBRIDOS

Cuerda	Tipo	Sonido
Agudos	Acero Inox	Brillante
Bajos	Nickel Plated	Semi-Brillante



**UK-S1 Soprano**  
Titanio Nylon

**UK-C1 Concierto**  
Nylon entorchado + Titanium Nylon

**UK-T1 Tenor**  
Titanio Nylon

**UK-B1 Barítono**  
Titanio Nylon + Silver Plated

Cuerda	Tipo	Sonido
Titanio Nylon	Nylon	Brillante
Silver Plated	Entorchada	Brillante
Nylon Entorchado	Entorchada	Semi-Brillante

### AC-PN Pure Nickel



Todos los Calibres

AC9-42 Pure Nickel (PN)  
AC10-46 Pure Nickel (PN)  
AC10-52 Pure Nickel (PN)  
AC11-49 Pure Nickel (PN)

Pide tus juegos!

+ PERSONALIZADOS +  
+ HIBRIDOS

Cuerda	Tipo	Sonido
Agudos	Acero Inox	Brillante
Bajos	Pure Nickel	Cálido

### BDLIN Bandolín Pro



Todos los Calibres

**BDLIN 08-30 Silver Plated**  
**BDLIN 08-30 Silver Plated (3ra) Entorchada**  
**BDLIN 09-30 Silver Plated**  
**BDLIN 10-30 Silver Plated**

Todos nuestros juegos incluyen 3 primeras GRATIS!

Pide tus juegos!

+ PERSONALIZADOS +

Cuerda	Tipo	Sonido
Agudos	Acero Inox	Brillante
Bajos	Silver Plated	Brillante

Figura 4. Descripciones cuerdas de guitarra eléctrica, ukelele y bandolín. Tomado de (Cifuentes Strings, 2020)



**"RS" de las económicas la mejor!**

### RS CLÁSICA

Nickel Plated



Cuerda	Tipo	Sonido
Agudos	Clear Nylon	Dulce
Bajos	Nickel Plated	Semi-Brillante
Tensión	Normal	

### RS ELÉCTRICA

Nickel Plated



Cuerda	Tipo	Sonido
Agudos	Acero Inox	Brillante
Bajos	Nickel Plated	Semi-Brillante
Calibre	009-042	

### RS ACÚSTICA

Phosphor Bronze



Cuerda	Tipo	Sonido
Agudos	Acero Inox	Brillante
Bajos	Phosphor Bronze	Cálido
Calibre	010-047	

### RS BANDOLÍN

Silver Plated



Cuerda	Tipo	Sonido
Agudos	Acero Inox	Brillante
Bajos	Silver Plated	Brillante
Calibre	008-030	

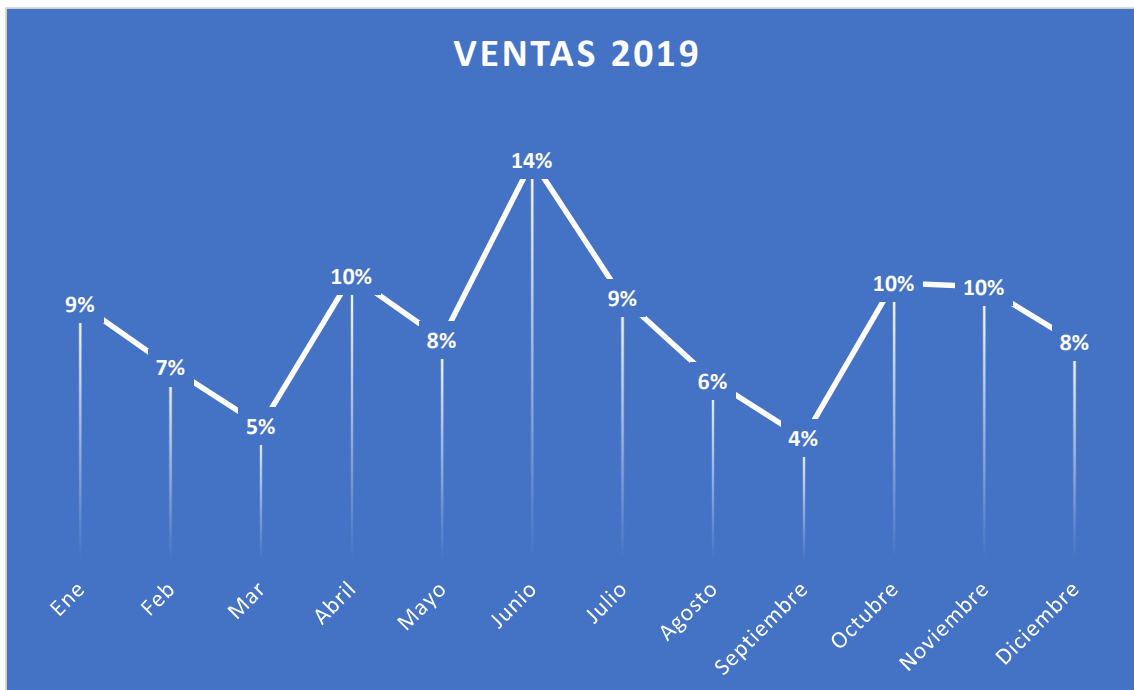
Figura 5. Descripciones cuerdas RS, línea económica.

Tomado de (Cifuentes Strings, 2020)

## 1.2 Descripción inicial del problema

La empresa Cifuentes Strings ha presentado ciertos problemas en los últimos años debido a diferentes factores, los mismos que generan pérdidas económicas a la compañía.

A continuación, se muestra las ventas del último año en porcentajes mensuales con relación al total de las ventas del 2019, el gráfico se encuentra en porcentajes reemplazando los valores que representa en cifras monetarias:



*Figura 6.* Porcentaje mensual con respecto al total de ventas del 2019.

Tomado de (Cifuentes Strings, 2020)

La figura 6 muestra el porcentaje de las ventas de cada mes en el 2019, por lo que se puede identificar la baja de ventas que ocurre en el mes de marzo y en el mes de septiembre viéndose afectado el objetivo de ventas del año, los ingresos de la empresa y la cartera de clientes.

Existen dos valles en los cuales la empresa presenta una baja notable en sus ventas, más que todo por los valores que tenían como meta para el mes de marzo y septiembre. A continuación, se muestra los valores:

Tabla 1.

*Comparación meta vs ventas reales de marzo y septiembre en 2019*

Mes	Meta	Venta Real	Diferencia
<b>Marzo</b>	\$7.752,90	\$ 3.744,46	\$4.008,44
<b>Septiembre</b>	\$7.648,26	\$ 3.397,31	\$4.250,95

total reducción de ventas	\$8.259,39
------------------------------	------------

Tomado de (Cifuentes Strings, 2020)

Se muestra los valores de los dos meses debido a que en ambos períodos de tiempo ocurre una ruptura de inventario de materia prima por lo que no tuvieron lo necesario para producir. La empresa no presenta una estrategia de abastecimiento de materia prima, por lo que, la misma se realiza de acuerdo con el criterio del gerente de acuerdo con las cantidades que observan las personas de producción.

La empresa desea expandir sus productos a nivel nacional e internacional, por lo que ha ido realizando ventas piloto a países como México y Colombia. Para el cumplimiento de este objetivo la empresa desea analizar las causas potenciales de reducción de venta, cuáles son los factores internos y externos causantes de las ventas bajas indicadas en el anterior gráfico, y poder generar estrategias y acciones para poder erradicar estos factores y llevar a cabo el cumplimiento de sus objetivos.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Realizar una propuesta de optimización de la cadena de abastecimiento en Cifuentes Strings, utilizando un modelo de gestión de inventarios y un plan de compras, integrando la planificación de los eslabones de la cadena de suministro.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Realizar un diagnóstico de la situación actual de Cifuentes Strings.
- Identificar los problemas y las respectivas causas que generan disminución en las ventas de la empresa.



- Segmentar los ítems y canales de venta con el fin de diferenciar los productos y clientes élite y determinar la ubicación del punto de desacople para el desarrollo del proyecto.
- Realizar una propuesta para mejorar la gestión del inventario y el proceso de abastecimiento de materia prima.
- Analizar los beneficios económicos y productivos obtenidos mediante la propuesta.

#### **1.4 Alcance**

El presente trabajo de titulación se desarrollará en la empresa Cifuentes Strings en el área de adquisiciones, en el proceso de abastecimiento de materia prima y posteriormente la gestión de compra de la materia prima importada.

## **CAPITULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Metodología de los 5 Porque´s**

El método de los 5 por qué constituye una herramienta potente para encontrar la causa de base de cualquier problema para así poder solucionarlo de la manera más adecuada y eficaz. Es importante destacar que este método utiliza contramedidas más que soluciones en sí. Una contramedida es una acción o grupo de acciones que buscan prevenir que un problema vuelva a ocurrir, mientras que una solución simplemente trata el síntoma que causa el problema.

Este método es de mayor utilidad cuando se necesita resolver problemas leves a moderados ya que solo encuentran un número limitado de causas para el problema (Ariza, 2015).

Los beneficios del método de los 5 por qué son que ayuda a identificar la causa base de un problema al mismo tiempo que permite determinar la relación entre las distintas causas de base que puedan existir. Es una herramienta fácil y rápida de usar, sin la necesidad de realizar un análisis estadístico (Ariza, 2015).

El método sigue un proceso de 7 pasos sencillos:

- i. Formar un equipo que esté al tanto del problema y del proceso que se intenta solucionar. Debe haber una persona que actúe como facilitador y mantenga enfocado al equipo para identificar posibles contramedidas para el problema.
- ii. Definir el problema y escribirlo como un enunciado.
- iii. Hacer la primera pregunta por qué. Preguntar al equipo por qué creen que está pasando el problema en cuestión, pero con argumentos reales que estén sucediendo en la empresa.
- iv. Hacer la pregunta por qué 4 veces más. Para cada una de las respuestas que se obtienen en el paso 3, se deben hacer 4 preguntas por qué de forma sucesiva.
- v. Saber cuándo detener el proceso. Esto se vuelve obvio cuando al seguir haciendo preguntas, ya no se llega a respuestas útiles. En este momento, la contramedida se debe volver evidente.
- vi. Abordar las causas de base y acordar la mejor contramedida que prevendrá que el problema vuelva a ocurrir.
- vii. Vigilar las medidas adoptadas, evaluando si efectividad para prevenir la recurrencia del problema.

Es una metodología simple, pero a la vez muy certera al momento de encontrar las causas raíz del problema (Ariza, 2015).

## **2.2 Cadena de abastecimiento**

Las cadenas de suministro son un conglomerado de operaciones que ayudan a las empresas a regularizar la producción y distribución de un producto final, considerando que este cumpla con las características requeridas por el cliente (Arcia, 2018).

El objetivo principal de las cadenas de abastecimiento es complacer o saciar los requerimientos del cliente, de la mejor manera posible; tomando en cuenta que prima la cantidad y calidad del producto que debe ser entregado en el menor tiempo admisible y al mejor costo para el cliente.

Este conjunto de actividades consiste en varios aspectos con los cuales se logra conseguir materia prima para la fabricación de un determinado producto, la producción y consecuente distribución de dicho producto, dando como resultado final, la entrega del producto al cliente final (Arcia, 2018).

Para poder lograr el objetivo principal de las cadenas de suministro, se deben considerar las siguientes acciones que pueden ayudar a garantizar su cumplimiento: siempre estar provisto de una correcta coordinación, disminuir al máximo las pérdidas innecesarias, establecer redes de comunicación confiables, optimizar los tiempos de distribución y entrega, y saber manejar correctamente los inventarios. Todo esto se traduce a una empresa o fabrica en la cual la adquisición y fabricación se convierten en procesos dinámicos con un flujo armonioso.

La cadena de suministro consiste en tres fundamentos básicos:

- El suministro: consiste en la materia prima y cómo, dónde y cuándo se consigue.
- La fabricación: es la creación del producto final, usando como base la materia prima.
- La distribución: es el arribo del producto al cliente final.

Para entender mejor cómo instaurar una adecuada cadena de suministro, es necesario saber que la misma está formada por proveedores, transportadores, fabricantes, clientes, comunicación entre los anteriores y, por último, pero no menos importante, la tecnología que ayuda a mejorar los elementos y tiempos de la cadena (Arcia, 2018).

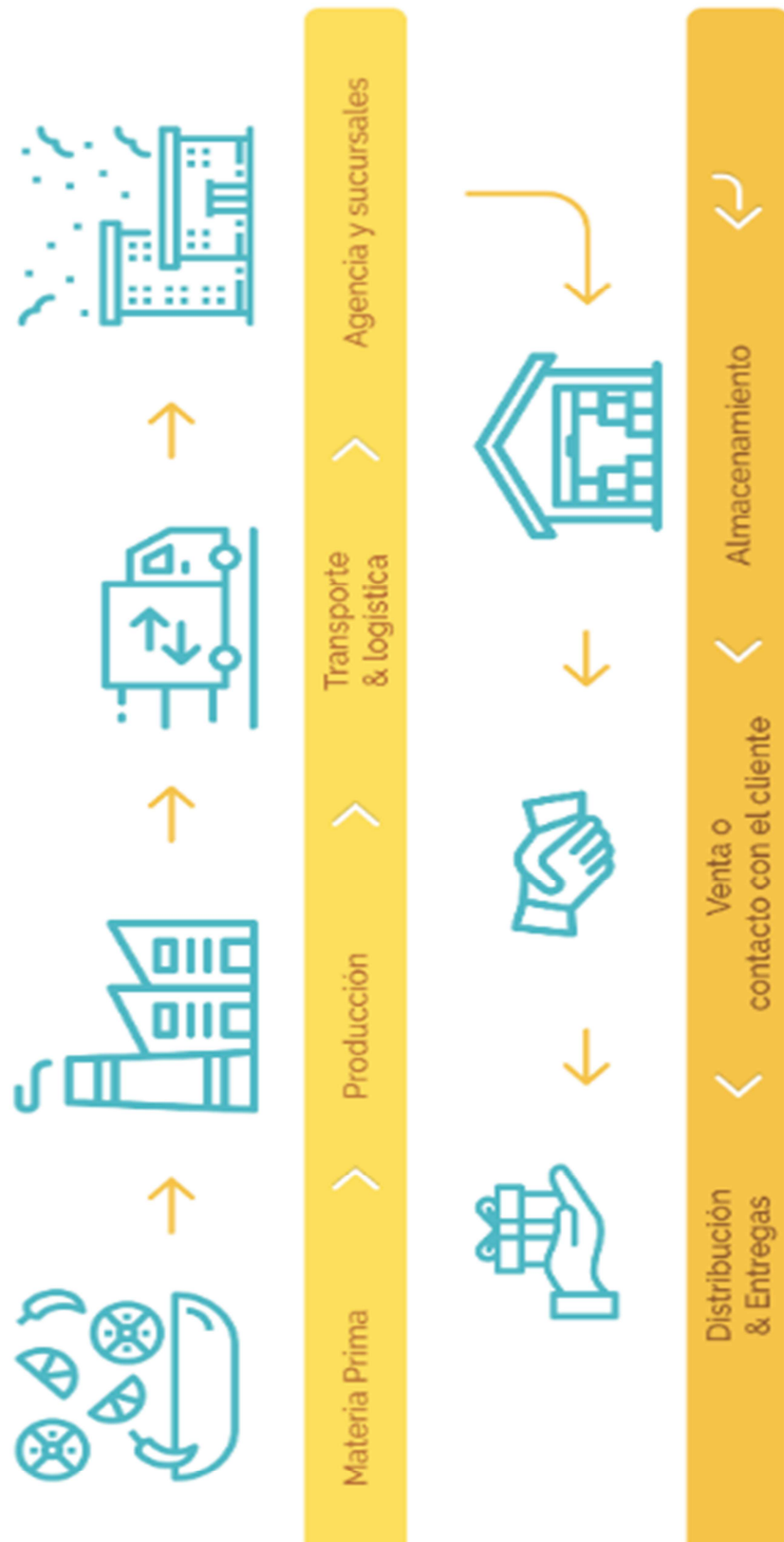


Figura 7. Ejemplo de cadena de suministro.

Tomado de (Arcia, 2018)

### 2.3 Segmentación ABC

Hoy en día las empresas han visto la necesidad de tener mayor control en sus inventarios y fácilmente pueden perder el control de estos al tener varios productos. Es por esto por lo que nace la clasificación ABC, que actualmente es una de las técnicas más usadas para segregar dentro del inventario. En el cual se define en el grupo A los SKUs más importantes que se tiene en stock, por otra parte, el grupo B corresponde a los productos importantes y, por último, C para los menos importantes (Mula, 2013).

Para la clasificación depende mucho del criterio de la empresa o del grupo que realiza la clasificación, de acuerdo con la necesidad o giro de negocio de la empresa. Por lo general, para materiales que se encuentran en inventario se toma en cuenta la rotación, o el valor que implica al año. Se recomienda usar más de un criterio, generando ponderaciones, ya que el uso de una sola variable puede generar problemas o disminuir el panorama arrojando falsos resultados. Por lo cual, se recomienda el uso de criterios como *'lead time'*, criticidad de desabastecimiento, pedido mínimo, entre otros (Mula, 2013).

La clasificación se realiza basada en el principio de Pareto, en la cual se define el 80% como el valor que clasifica los productos de mayor importancia o grupo A. Los porcentajes asignados pueden variar dependiendo del criterio de la empresa como es el caso de General Electrics en el que hacen 3 porcentajes: 10, 30 y 60, asignados para A, B y C respectivamente. En el caso de usar más de un criterio para la clasificación, se debe realizar una suma total para definir el grupo global al que pertenece cada uno de los productos almacenados (Mula, 2013).

### 2.4 Punto de desacople

Una vez segmentados los clientes, las empresas deben identificar la configuración que debe tener la cadena de abastecimiento para elegir la forma idónea y certera, creando estrategias conforme al requerimiento del cliente. Es poco común encontrar empresas que sean completamente *'pull'* o *'push'* por lo que es importante definir el diseño de los canales de ventas y distribución, acorde a la colocación del punto de desacople. Es importante mencionar que la filosofía

“lean” busca la implementación de MTO ‘make to order’ por sus beneficios al reducir costos de producto terminado, creando una estrategia ‘pull’. (Yadegari, 2017).

A continuación, se muestra un gráfico para identificar las estrategias de manufactura y el momento en el que ocurre el punto de desacople:



Figura 8. Estrategias de manufactura y punto de desacople. Tomado de (Yadegari, 2017).

La grafica anterior nos ayuda a entender e identificar el punto de desacople según la estrategia que se desea utilizar, teniendo en cuenta hasta que momento la empresa debe *'push'* y el inicio de *'pull'*.

## **2.5 Pronóstico de la demanda**

De manera general, los pronósticos son una herramienta que cumplen la función de estimar o predecir un resultado futuro, a partir de información obtenida de datos pasados o recientes (Villarreal, 2016). Por lo general lo que se pronostica es la demanda, aunque también sirve para pronosticar el costo de insumos, y de mano de obra, las tasas de interés, los ingresos y los gastos de una empresa. Al momento que se realiza una estimación pronóstica, se verán afectados tanto los procesos de producción como de la adquisición de materia prima de un producto específico.

Es así como un mal pronóstico puede implicar un aumento en los costos de una empresa. Los pronósticos son necesarios para establecer los recursos que va a necesitar la empresa para un determinado producto, la programación de los recursos preexistentes y la adquisición de los recursos que hacen falta. Esto generará una reducción en los tiempos de producción y un recorte del inventario.

Los pronósticos se basan fundamentalmente en indicadores económicos, políticos, estadísticos y técnicos como, por ejemplo, la producción industrial tanto nacional como internacional, el gasto público, mercados nuevos potenciales, productos nuevos, recursos de la empresa entre otros (Universidad Andrés Bello, 2017).

Es recomendable la revisión constante de los datos pasados o históricos ya que estos van a proporcionar información útil acerca de los patrones de ventas pasadas, y así poder estimar de mejor manera el comportamiento de ventas futuras, mediante la extrapolación de estos datos históricos.

Dentro de los modelos de pronósticos se encuentran el promedio simple, el promedio simple móvil la suavización exponencial y la suavización exponencial adaptada.

Para poder entender el concepto de promedio simple móvil, es necesario conocer qué es un promedio simple. El promedio simple es un método que consiste en calcular la media aritmética de una serie de datos históricos para así obtener el pronóstico futuro (Universidad Andrés Bello, 2017). Sin embargo, este método no es de utilidad en series de tiempo con patrones de tendencia, estacionalidad o ciclicidad en sus datos.

Una vez claro este concepto, se puede definir al promedio simple móvil. La palabra móvil hace referencia a que los datos nuevos o recientes van a sustituir a los datos más antiguos al momento de calcular un nuevo promedio. Por ende, el promedio simple móvil es un método que da mayor importancia al conjunto de datos más recientes para estimar un pronóstico.

Para obtener el promedio simple móvil se necesitan ciertas condiciones: los datos deben estar ordenados cronológicamente, todos los periodos deben tener la misma duración y por último los datos tienen que ser adecuados y confiables. A continuación, se plantea la fórmula para el cálculo del promedio simple móvil:

$$\hat{X}_t = \frac{\sum_{t=1}^n X_{t-1}}{n}$$

(Ecuación 1)

Otro método para estimar pronósticos es el de suavización exponencial. Este método, a diferencia del promedio móvil, le asigna un mayor peso a los datos u observaciones más recientes dentro del promedio. Esto se logra asignando un valor a la constante de suavización  $\alpha$ , la cual debe tener un valor mayor que cero y menor que uno. Esta constante de suavizamiento representa la proporción del peso que se da a la nueva demanda contra el promedio anterior. El valor por asignar a la constante  $\alpha$  es esencial ya que puede afectar al proceso de estimación del pronóstico.



Es así como, al tener una serie de tiempo con una variabilidad aleatoria bastante significativa, se debería usar un valor de  $\alpha$  pequeño ya que la mayor parte del error en la estimación pronóstica está dada por esta variabilidad aleatoria. Por ende, se tendrá un mejor pronóstico al utilizar un valor de  $\alpha$  más pequeño. Por otro lado, cuando se tiene una variabilidad aleatoria pequeña en la serie de tiempo, se deben usar valores más grandes para la constante de suavización  $\alpha$ .

Esto va a permitir que el pronóstico pueda reaccionar rápidamente ante la producción de condiciones cambiantes. Por lo general el valor de  $\alpha$  se encuentra entre 0.01 y 0.4. La ecuación para este método se presenta a continuación:

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

(Ecuación 2)

Donde:

$F_{t+1}$  = Pronóstico de la serie de tiempo para el periodo de  $t + 1$ .

$Y_t$  = Valor real del periodo anterior al año a pronosticar.

$F_t$  = Valor real del periodo anterior al año a pronosticar.

$\alpha$  = Constante de suavización ( $0 \leq \alpha \leq 1$ ).

La ventaja de la suavización exponencial sobre el promedio móvil es que no necesita una gran cantidad de datos de demandas antiguas, sino que solo necesita el pronóstico más reciente, la constante de suavización  $\alpha$  y el último dato real, eliminando así la necesidad de almacenar grandes cantidades de datos pasados. Además de esto, al ser un modelo exponencial supone una mayor precisión.

Por último, el método suavización exponencial simple de respuesta adaptiva consiste en que el valor de  $\alpha$  se ajusta a los cambios en el patrón de los datos de una serie de tiempo. En este caso, el valor de  $\alpha$  viene determinado por el valor de otra constante  $\beta$  (entre cero y uno) lo cual va a llevar a una suavización del error y no del pronóstico (Farrera, 2013). El objetivo de este método es ajustar los valores de  $\alpha$  y  $\beta$  para obtener el menor error pronóstico posible.

## 2.6 Software SPSS de IBM

SPSS es un programa de la plataforma de IBM, el cual posee una gran variedad de algoritmos para analizar cantidades representativas de datos, analizando su texto, estadística avanzada y con una interfaz de fácil uso para complementos. IBM busca que cualquier persona pueda hacer uso del programa de modo que se adecua a la necesidad de la empresa ya sea un proyecto pequeño o grande y su complejidad de acuerdo con el usuario, creando opciones de mejora, convirtiendo más productiva a la empresa que utiliza el software (IBM, 2020).

Dentro de SPSS existen dos ramificaciones del software, el modelador y el analizados estadístico o SPSS Statistics. SPSS Statistics requiere una licencia en IBM por lo que el programa es pagado, sin embargo, posee una versión de prueba con una vigencia de un mes.

Sus requerimientos de la máquina son básicos como un procesador mínimo de 2GHz y una memoria RAM de 4gb. El programa analiza los datos estadísticos de la empresa de manera avanzada, sin restricción del tamaño de los datos que tenga la empresa o usuario (IBM, 2020).

Una de las herramientas de SPSS Statistics es el *'forecasting'* el mismo que permite a la empresa modelar series de tiempo para poder prever de forma rápida y sencilla, analiza de manera automática el modelo óptimo en base a los parámetros y a los datos ingresados determinando intermitencia y la estacionalidad que puede presentarse. Los resultados obtenidos se los puede visualizar de forma numérica como los intervalos de confianza el ajuste, así como sus errores y grafica permitiendo una mejor interacción y comprensión para el usuario.

Una vez obtenidos los resultados el programa permite compartir y publicar de forma rápida en diferentes formatos. El uso del software es de uso rápido generando beneficios con un programa automatizado a medida de la empresa que lo requiere, con la oportunidad de guías de expertos en caso de no estar seguro de los parámetros del pronóstico (IBM, 2020).

## 2.7 EOQ (Economic Order Quantity)

La cantidad de orden económica o EOQ '*Economic Order Quantity*' es la cantidad de pedido ideal que una empresa debe adquirir para así minimizar los costos de inventario, como son los costos de mantenimiento, costos de escasez y costos de pedido (Kenton, Accounting, 2020). Para poder calcular esto, se necesita conocer tres variables: el costo de demanda, costo de mantenimiento y de pedido. El costo de demanda se refiere a la cantidad de demanda que una empresa tiene en un año para así determinar la cantidad de producto que se vende por año (Callarman, 2020).

El costo del pedido consiste en cuanto cuesta un pedido por compra e incluye los costos de manejo y envío. Por último, el costo de mantenimiento se refiere a cuánto se gasta en mantener y almacenar el inventario por unidad por año (Callarman, 2020). La fórmula de EOQ asume que los costos de demanda, pedidos y mantenimiento se mantienen constantes.

El objetivo de EOQ es identificar la cantidad óptima de unidades de producto que se deben pedir. Si este objetivo se logra dentro de una empresa, la misma podría minimizar sus costos de compra, entrega y almacenamiento de unidades. La fórmula de EOQ puede ser modificada para determinar distintos niveles de producción e intervalos de pedidos para empresas con una grande cadena de suministro y altos costos variables (Ballou, 2004).

EOQ es una herramienta importante de flujo de caja. La fórmula puede ayudar a una empresa a controlar la cantidad de efectivo inmovilizado en el balance del inventario. Para muchas compañías, el inventario es su activo más grande además de sus recursos humanos, y estas empresas deben llevar suficiente inventario para satisfacer las necesidades de los clientes. Si EOQ puede ayudar a minimizar el nivel de inventario, los ahorros en efectivo pueden usarse para algún otro propósito comercial o inversión (Kenton, Accounting, 2020).

La fórmula de EOQ determina el punto de pedido de inventario de una empresa. De esta manera, cuando el inventario cae por debajo de cierto nivel, la fórmula activa la necesidad de hacer un pedido para más unidades (Kenton, Accounting, 2020). Es así como la determinación del punto de pedido de inventario evita que

una empresa se quede sin inventario y pueda continuar satisfaciendo la demanda de sus clientes.

Como toda herramienta, la fórmula de EOQ tiene sus limitaciones. Al suponer que los costos de demanda, pedidos y de mantenimiento son constantes, se hace difícil o imposible que la fórmula tome en consideración ciertos eventos comerciales como, por ejemplo: cambios en la demanda de los consumidores, cambios estacionales de los costos de inventario, pérdida de ingresos por escasez de inventario y descuentos de compra que una empresa podría obtener por comprar inventario en grandes cantidades (Kenton, Accounting, 2020).

## **2.8 MRP**

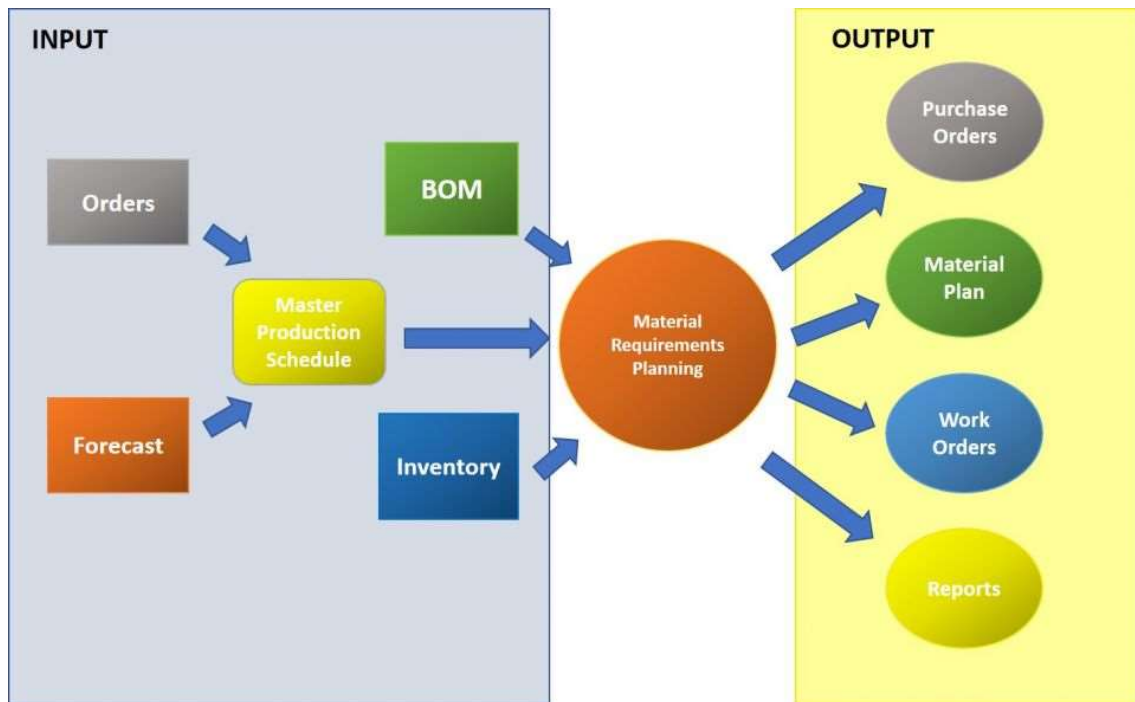
El MRP '*material requirements planning*' o planeación de requerimientos de materiales es un sistema para el manejo de inventario que está basado en sistemas de computación y fue diseñado para asistir en la programación y realización de pedidos de ítems de demanda dependiente a los gerentes de producción (Kenton, Investopedia, 2019). Estos ítems de demanda dependientes son los componentes de productos finales tales como la materia prima, los componentes y subconjuntos para los cuales la cuantía de inventario necesaria va a depender del nivel de producción del producto terminado.

MRP trabaja de manera retrospectiva desde un plan de producción de productos ya terminados para desarrollar requerimientos para componentes y materias primas. El MRP responde a tres preguntas principales: ¿qué se necesita?, ¿cuánto se necesita? Y ¿cuándo se necesita? Este sistema comienza con un cronograma de productos terminados que resulta siendo un cronograma de requerimientos para los subconjuntos, los componentes del producto y la materia prima que son necesarios para la fabricación del producto final dentro del cronograma establecido (Miño, C. G., Saumell F, E., Toledo, B. A., Roldan, A.R., Moreno, G.R., 2015).

Los objetivos principales del sistema MRP son:

1. Garantizar la disponibilidad de materiales, componentes y productos para la producción planificada y para entrega al cliente

2. Mantener el nivel más bajo posible de inventario
3. Planificar las actividades de fabricación, los horarios de entrega y las actividades de compra.



*Figura 9.* Inputs MRP.

Tomado de (Smartsheet, 2020)

El MRP desglosa los requerimientos de inventario en periodos de planeación para que la producción suceda dentro del tiempo establecido, mientras que los niveles de inventario y los costos de mantenimiento relacionados se mantienen al mínimo. La información ingresada en los sistemas de MRP proviene de tres fuentes principales o inputs: la lista de materiales, un cronograma maestro y un archivo de registros de inventario.

La lista de materiales es un inventario de toda la materia prima, los componentes del producto, los subconjuntos y los ensamblajes que se necesitan para poder fabricar una unidad de un producto terminado específico (Kenton, Investopedia, 2019). Esta lista de materiales está organizada de manera jerárquica con el propósito de que los gerentes puedan saber qué materiales son necesarios para

completar cada nivel de producción. El MRP utiliza la lista de materiales para poder establecer la cuantía de cada componente que se necesita para fabricar un número determinado de productos terminados. De esta cantidad el sistema resta la cantidad de ese artículo que ya se encuentra en el inventario para determinar los requerimientos del pedido (Miño, C. G., Saumell F, E., Toledo, B. A., Roldan, A.R., Moreno, G.R., 2015).

El cronograma maestro describe las actividades de producción previstas de la planta (Kenton, Investopedia, 2019). Se desarrolla usando tanto los pronósticos internos como los pedidos externos para determinar cuánto de cada producto que se fabricará se necesita y el marco de tiempo en el que se necesitarán.

Este cronograma separa el horizonte de planificación en “cubos” de tiempo, que por lo general son semanas calendario. Esto debe cubrir un periodo de tiempo suficiente para producir el producto final. Este tiempo de producción total es igual a la suma de los plazos de entrega de todas las operaciones de fabricación y de ensamblaje relacionados.

El archivo de registros de inventario proporciona la contabilidad de cuánto inventario ya está disponible o ha sido ordenado, y por lo tanto debe restarse de los requerimientos de material (Kenton, Investopedia, 2019). Estos registros se usan para rastrear información sobre el estado de cada ítem por periodo de tiempo. Esto incluye los requerimientos brutos, los recibos programados y el monto esperado disponible. A su vez incluye otros detalles para cada ítem como son el proveedor, el tiempo de entrega y el tamaño del lote.

Los sistemas MRP ofrecen una serie de beneficios potenciales para las empresas manufactureras. Algunos de los principales beneficios incluyen ayudar a los gerentes de producción a minimizar los niveles de inventario y los costos de transporte asociados, rastrear los requisitos de material, determinar los tamaños de lote más económicos para los pedidos, calcular las cantidades necesarias como stock de seguridad, asignar el tiempo de producción entre varios productos y planificar las necesidades futuras de capacidad (Inc, 2016).

Sin embargo, también tienen varios inconvenientes potenciales. El sistema de MRP se basa en información de entrada precisa. Si una pequeña empresa no ha mantenido buenos registros de inventario o no ha actualizado sus listas de materiales con todos los cambios relevantes, puede encontrar serios problemas con los resultados de su sistema MRP.

Los problemas pueden variar desde piezas faltantes y cantidades excesivas de pedidos hasta retrasos en el cronograma y fechas de entrega perdidas. Como mínimo, un sistema MRP debe tener un programa maestro de producción preciso, buenas estimaciones de tiempo de entrega y registros de inventario actuales para funcionar de manera efectiva y producir información útil (Miño, C. G., Saumell F, E., Toledo, B. A., Roldan, A.R., Moreno, G.R., 2015).

## **2.9 Mejora continua**

Una estrategia de mejora continua es cualquier proceso dentro de un lugar de trabajo que tiene el objetivo de mejorar la manera cómo se hacen las distintas tareas dentro de una empresa. Esto se puede lograr mediante mejoras incrementales regulares o enfocándose en lograr mejores de proceso más grandes. Las empresas que están mejorando continuamente se hacen más competitivas con el tiempo, logrando así tener una ventaja frente a otras empresas (Remón, C. A., Benchoff, D. E., Gonzalez, M. P., & Huapaya, C. R., 2017).

Existe una diversa cantidad de métodos de mejora continua que deberán ser escogidos de acuerdo con el tipo de empresa y sus requerimientos. Kaizen es un método de mejora continua bastante popular que se basa en realizar una gran cantidad de cambios pequeños en lugar de hacer pocos cambios grandes. Estos pequeños, pero numerosos cambios, se establecen por el trabajador, más no por la gerencia.

Esto ha mostrado ser una técnica efectiva ya que los trabajadores son los que están en la primera línea y los que más se ven afectados (de manera directa) por los diversos problemas que puedan existir en una empresa y por ende tiene mejor capacidad de reconocer las áreas que ameritan mejoras (Remón, C. A., Benchoff, D. E., Gonzalez, M. P., & Huapaya, C. R., 2017).

Los beneficios de Kaizen son los siguientes:

- Al ser un método que realiza pequeños cambios, la empresa no necesita de mucho capital ni recursos para implementar las mejoras.
- Genera mayor adherencia de los trabajadores a sus puestos de trabajo ya que les da una participación, al ser ellos quienes proponen los cambios que deben realizarse.
- Se genera un efecto en bola de nieve ya que cada pequeña mejora deriva de una anterior, creando mejoras a largo plazo (Remón, C. A., Benchoff, D. E., Gonzalez, M. P., & Huapaya, C. R., 2017).

## **CAPITULO III: SITUACIÓN ACTUAL**

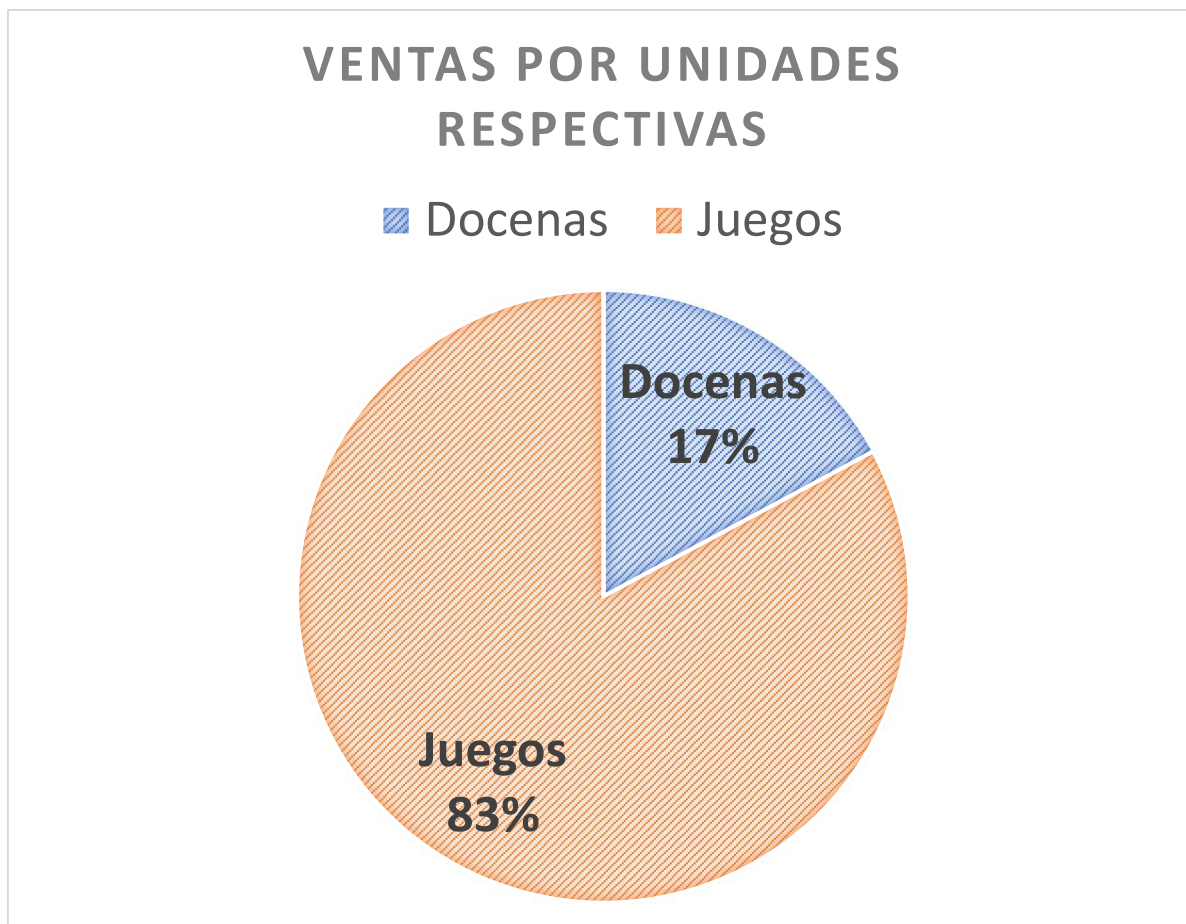
### **3.1 Ventas**

La empresa realiza dos tipos de ventas mencionadas anteriormente; las ventas por juegos y por docenas. Estos tipos de presentación al mercado nacen luego de haber identificado el comportamiento de sus consumidores. En el caso de la venta por docenas, se busca atender la necesidad del cliente que debe realizar un cambio unitario de cuerdas en sus instrumentos.

Para el caso de la oferta presentada en juegos, su fin es satisfacer la necesidad de los clientes que, por mantenimiento del instrumento, buscan realizar el cambio completo del conjunto de cuerdas que dispone, por ejemplo, para la guitarra viene las 6 cuerdas necesarias o en el caso del ukelele las 4 cuerdas que necesita el instrumento. Los locales de instrumentos musicales son los que compran los juegos de cuerdas debido a que los músicos son los que buscan adquirir todo el juego de las cuerdas del instrumento musical o a su vez para la venta de un instrumento con sus respectivas cuerdas.

Se puede observar en el siguiente gráfico el porcentaje que representó para la empresa la venta por docenas y juegos a lo largo del año 2019.





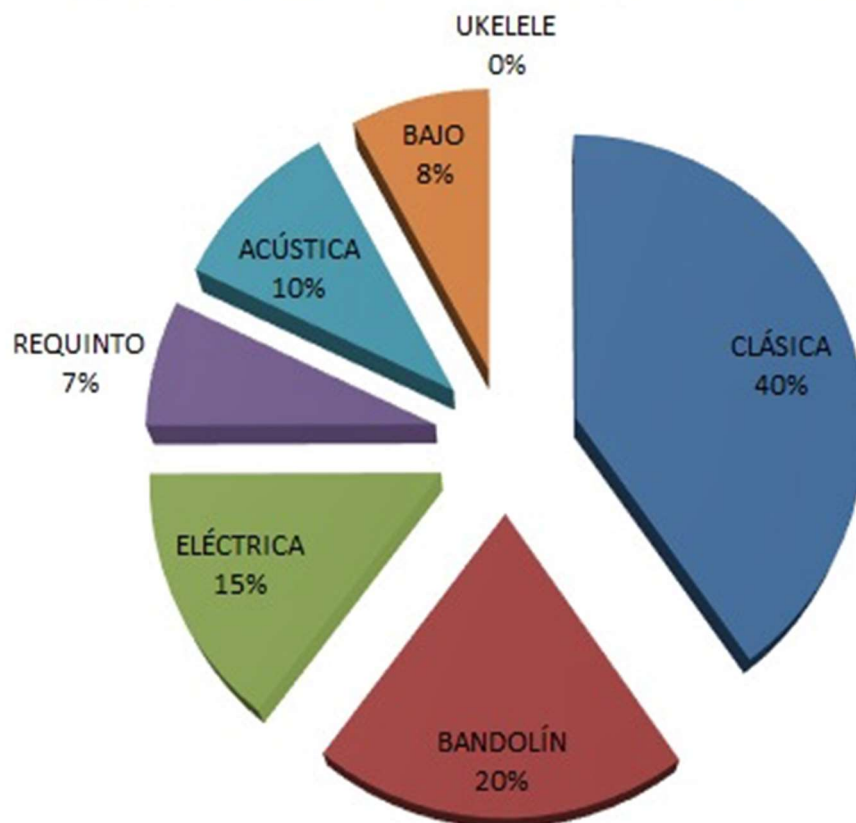
*Figura 10.* Descripción de ventas por juegos y docenas en 2019.

Tomado de (Cifuentes Strings, 2020)

Como se puede observar en la gráfica, la adquisición de juegos representó un 83% del total de las ventas a comparación de las docenas que fue el 17%. Lo que indica que el tipo de venta con mayor demanda es la venta de juegos, es decir todas las cuerdas del instrumento, teniendo como producto principal el juego de cuerdas de la guitarra clásica, la misma que tuvo una venta de 4060 unidades en el 2019, convirtiéndose en el 45% de las ventas totales por juegos de la empresa Cifuentes Strings.

Una vez identificado, el tipo de ventas que maneja la empresa se puede observar en el siguiente gráfico los tipos de cuerdas según el instrumento musical con respecto a la venta de docenas y qué porcentaje representa para la empresa.

## UNIDADES VENDIDAS 2019 EN DOCENAS



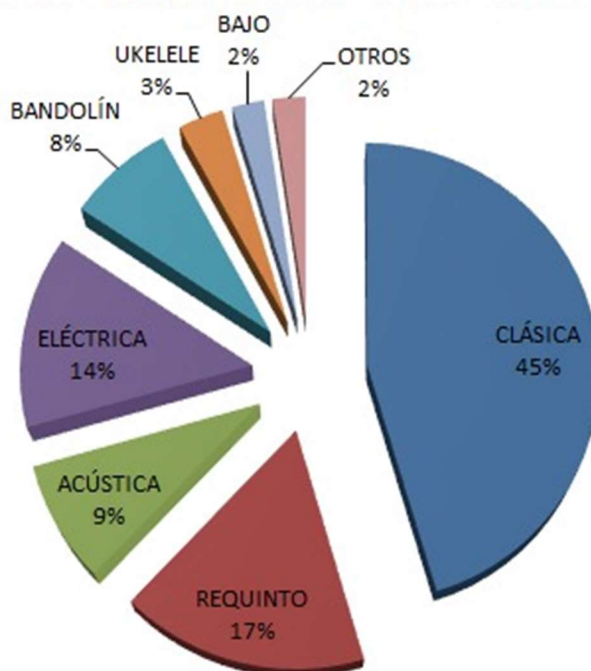
*Figura 11.* Docenas vendidas en 2019.

Tomado de (Cifuentes Strings, 2020)

En el gráfico 7 podemos observar que el mayor número de ventas por docenas representa a los productos de cuerdas clásicas, en el segundo lugar está la venta de cuerdas de bandolín con el 20% y el tercer puesto en ventas lo representa las cuerdas eléctricas con el 15%.

De igual forma, en el siguiente gráfico se puede visualizar la venta de las cuerdas por juegos dependiendo de cada instrumento y qué porcentaje representó en el 2019.

## UNIDADES VENDIDAS 2019 EN JUEGOS



*Figura 12.* Juegos vendidos en 2019.

Tomado de (Cifuentes Strings, 2020)

Se puede apreciar en la gráfica que el porcentaje mayor de ventas por juegos corresponde a las cuerdas clásicas con el 45% y continúa después con valores muy cercanos las cuerdas eléctrica y requinto., en segundo y tercer lugar con valores similares las cuerdas eléctricas 14% y requinto con el 17%.

La Figura 11 y 12 muestra claramente que las cuerdas de guitarra clásica es el producto estrella de la empresa, ya sea que se vende por juegos o por docenas. Se puede evidenciar mediante los gráficos que el producto con mayor demanda por docenas y juegos es la venta de cuerdas de guitarra clásica.

Las ventas han sido a nivel nacional hasta el segundo semestre del año pasado, en el cual realizaron su primera venta a Colombia y México, en cantidades pequeñas, pero con un gran valor al dar el paso en la exportación de cuerdas para los instrumentos.

### 3.2 Caracterización de la cadena de suministro

Es importante identificar cada una de las partes que intervienen a lo largo de la cadena de suministro, se busca alinear los “*stakeholders*” desde los proveedores hasta los clientes, con procesos idóneos de la empresa, el desarrollo que este presenta y los diferentes indicadores con la perspectiva de la cadena de suministro. (Orjuela, C. J., Díaz R. O., González, P. A., 2017).

La empresa no tenía identificada la cadena de suministro, por lo cual junto al gerente se precede a realizar la misma, para tener una descripción acorde a la realidad actual, A continuación, se describe el proceso de abastecimiento actual para posteriormente representarlo en un gráfico.

El proceso de adquisición de materia prima inicia con análisis básico de la demanda pasada en el cual se basan en registros estadísticos para poder determinar un número estimado cercano al real y así proceder a realizar la orden de compra a sus distintos proveedores mencionados anteriormente, Europa y Estados Unidos.

La compañía realiza los pedidos con una frecuencia de 6 meses esto debido a un factor en sus fletes ya que las órdenes de compra que se realizan en Estados Unidos y Europa se consolidan en Miami, con el fin de abaratar costos de transporte. La modalidad de transporte es aérea, cabe recalcar que este modelo de abastecimiento de materia prima lo llevan a cabo desde el primer semestre del 2018.

Es importante detallar que el proceso de abastecimiento tiene un lead time de 45 días para los productos que se importan, por lo tanto, la empresa debe realizar una planificación con el tiempo necesario para que no ocurra desabastecimiento.

En cuanto a la distribución de sus productos, el flete es terrestre a nivel nacional, principalmente a Quito, lo hacen a tiendas de instrumentos musicales y a tiendas que realizan restauración y mantenimiento de instrumentos musicales. Por otra parte, cuentan con una venta directa a músicos que se acercan a la planta en la cual se fabrican las cuerdas.

Para la comprensión de la cadena de suministro se muestra el diagrama de esta a continuación:

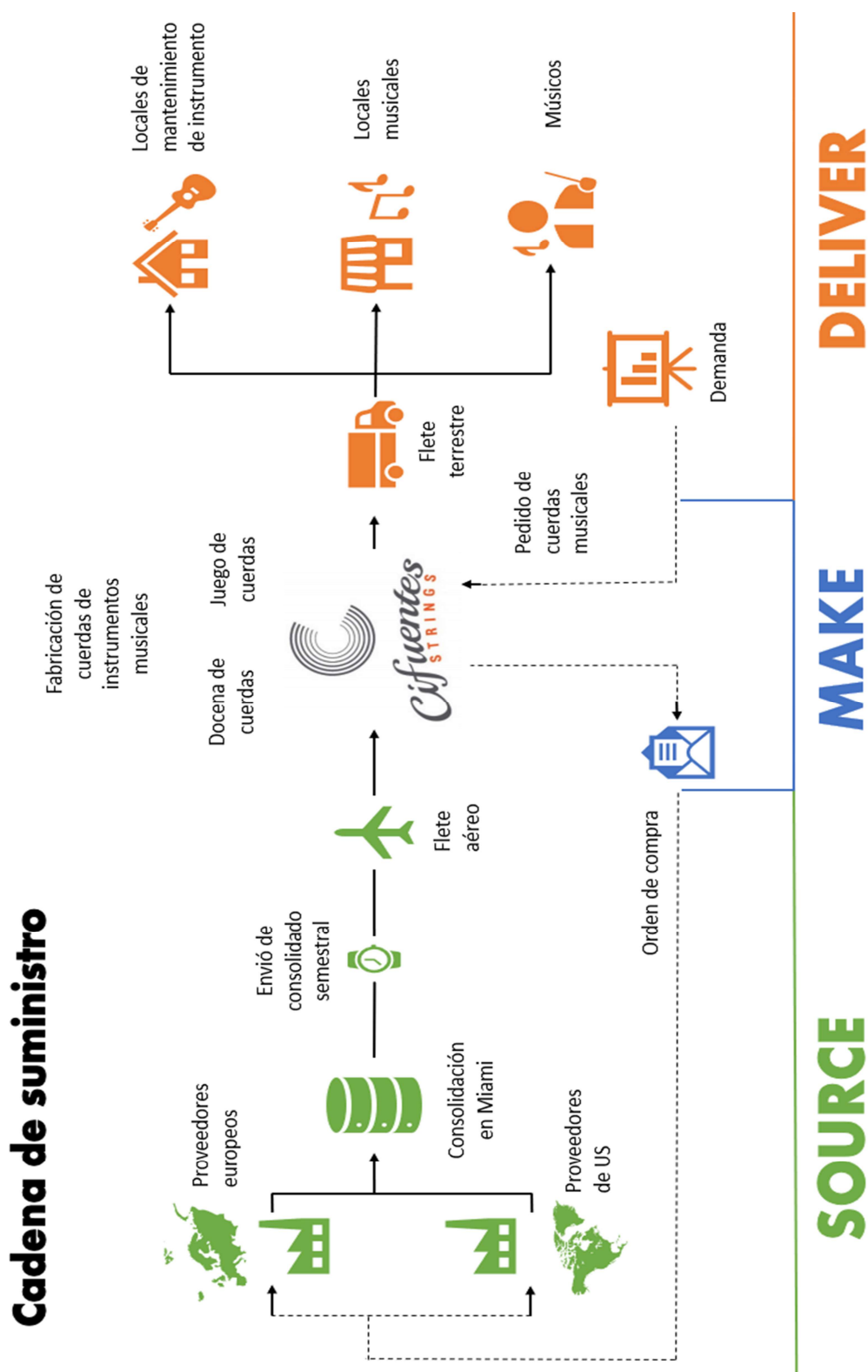


Figura 13. Cadena de suministro de Cifuentes Strings.

En la figura 13 se puede identificar el proceso, elementos y 'stakeholders' que intervienen en la cadena de suministro de Cifuentes Strings.

### **3.3 Segmentación**

Al presentar varios clientes y productos, es necesario clasificar y ponderar para poder determinar la importancia de cada uno de ellos, y establecer las estrategias pertinentes. Por lo que, se realizará una segmentación de los canales de venta para seleccionar de manera idónea el punto de desacople y la estrategia de abastecimiento "pull" o "push" dependiendo la necesidad. Por otra parte, es necesario segmentar los productos que posee la empresa de tal manera que se los pueda agrupar para seleccionar el grupo de productos en los cuales se enfocará el presente proyecto.

#### **3.3.1 Productos**

En primer lugar, se realiza la segmentación de los productos, para lo cual se utiliza el análisis ABC el mismo que aplica diferentes variables para la segmentación, las mismas que cambian según la necesidad de la empresa. Es una herramienta conocida por su eficiencia, la cual, mediante el principio de Pareto, el mismo que define que el 80% de las ventas corresponde al 20% de un grupo definido, ya sea clientes, productos, etc.

Debido a que no se puede aplicar una estrategia para cada elemento, este análisis busca ordenar y agrupar, para identificar qué grupo se debe potenciar y enfocar mayor atención, dependiendo de las variables de cada empresa (Muñiz, 2017).

En el caso de Cifuentes Strings se ha visto pertinente utilizar las variables: Ventas en el 2019, también las ventas en el 2020, esto debido a los cambios que existen actualmente debido a la situación de la pandemia mundial y la última variable es el margen de ganancia del grupo de productos. Como se explica en la cartera de productos, el modo de ventas con mayor porcentaje es los juegos, es decir todas las cuerdas de un instrumento, por lo cual las variables analizadas serán con respecto a la venta de juegos. A continuación, se explica más a detalle:

La primera variable es las ventas de juegos en el 2019, esto debido a la importancia de las ventas a lo largo de todo el año calendario. A continuación, se muestra la tabla con el Pareto de la primera variable:

Tabla 2.

*Juegos de cuerdas vendidas en 2019*

Ventas de juegos 2019			
Categoría	Ventas 2019	Porcentaje Acumulado	Ponderación
Clásica	4060	0,465063	2
Requinto	1498	0,636655	1
Eléctrica	1220	0,776403	1
Acústica	759	0,863345	0
Bandolín	691	0,942497	0
Ukelele	295	0,976289	0
Bajo	207	1	0
Total	8730		

Tomado de (Cifuentes Strings,2019)

En esta tabla se puede apreciar que la mayor venta de juegos de cuerdas corresponde al grupo de las cuerdas clásicas con 4060 unidades vendidas, por lo cual al tener un valor alto con respecto al siguiente tiene una ponderación de 2; por otra parte, requinto y eléctrica con un 36% de juegos vendidos con respecto a las de guitarra clásica tienen una ponderación de 1 al estar dentro del 80% del total.

La segunda variable utilizada es los juegos vendidos en el 2020, esta decisión se la tomó por motivos de la situación actual del país y del mundo con respecto a la COVID-19, de esta manera se puede tener un resultado más aterrizado a la realidad actual. Cabe mencionar que las ventas del 2020 se las toma en cuenta desde enero hasta finales de abril.

Tabla 3.

*Juegos de cuerdas vendidas 2020.*

Ventas de juegos ENERO-ABRIL 2020
-----------------------------------

Categoría	Ventas 2020	Porcentaje Acumulado	Ponderación
Clásica	1662	0,46013289	2
Requinto	735	0,663621262	1
Eléctrica	502	0,802602436	1
Acústica	332	0,894518272	0
Bandolín	236	0,959856035	0
Ukelele	91	0,985049834	0
Bajo	54	1	0
Total	3612		

Tomado de (Cifuentes Strings,2020)

En la tabla 3, podemos observar las ventas de juegos que se han realizado desde enero a hasta finales de abril, teniendo en primer lugar las ventas de cuerdas de guitarra clásica con 1662 juegos, y a continuación, al igual que las ventas del 2019, requinto y guitarra eléctrica con 753 y 502 juegos vendidos respectivamente.

Por lo cual, se da una ponderación de 2 a las cuerdas de guitarra clásica al existir una diferencia de más del 50% con el siguiente grupo de cuerdas que es requinto, al mismo que se le otorga una ponderación de uno al igual que la guitarra eléctrica al estar dentro del 80% de las ventas totales.

La última variable que se considera es el margen de ganancia, para lo cual se ha realizado un promedio por cada grupo de cuerdas y de esta manera ubicar los valores para la ponderación correspondiente. Se muestra los valores y ponderaciones de la última variable considerada a continuación:

Tabla 4.

*Margen de ganancia por categoría de producto.*

MARGEN			
Categoría	Margen	Porcentaje Acumulado	Ponderación
Bandolín	\$ 7,55	0,238727	2
Bajo	\$ 6,98	0,45929	2
Requinto	\$ 4,23	0,593017	1
Clásica	\$ 3,77	0,712151	1



Ukelele	\$	3,38	0,819121	0
Eléctrica	\$	3,10	0,916987	0
Acústica	\$	2,63	1	0
Total		31,628979		

Tomado de (Cifuentes Strings,2019)

En la tabla 4 cambia el orden con respecto a las tablas anteriores; en esta ocasión, las cuerdas de bandolín y bajo tienen una ponderación de 2 por sus altos márgenes de ganancia; requinto y clásica al estar dentro del principio de Pareto tienen una ponderación de 1 respectivamente. Es importante que la empresa analice la tabla 4 para posibles estrategias enfocadas en el grupo, que representa mayor margen de ganancia para la empresa.

Una vez obtenidas las tres variables con sus respectivas ponderaciones para cada grupo, se debe seleccionar la categoría a la cual se debe enfocar la empresa. Por lo tanto, se debe sumar las ponderaciones de las categorías obtenidas en los 3 cuadros. Para lo cual se realiza la siguiente segmentación de acuerdo con la ponderación:

- 0 y 1 = C
- 2 y 3 = B
- 4 = A
- $\geq 5 = A+$

A continuación, se muestra la tabla con la suma de las ponderaciones y su segmentación:

Tabla 5.

*Segmentación ABC.*

Categoría	Total Ponderación	Segmento
Clásica	5	A+
Requinto	3	B
Eléctrica	2	B
Acústica	0	C
Bandolín	2	B

Ukelele	0	C
Bajo	2	B

Analizando la tabla anterior, el segmento en el cual se enfocará el presente proyecto y la empresa debe tener consideración es el segmento A+, es decir las cuerdas de guitarra clásica, esto debido a las unidades que se ha vendido en 2019, 2020 y el margen de ganancia que generan las diferentes categorías.

Una vez seleccionado la familia de cuerdas clásica, se define los productos con mayor relevancia teniendo en cuenta los factores utilizados anteriormente, es decir: la demanda y el margen de ganancia. Por lo cual, en el presente proyecto será el análisis de las cuerdas de guitarra clásica AC1 Y AC2. A continuación se presenta la imagen y características de los productos que se analizarán en el presente proyecto:

## AC1 Dorada & Black Nylon



Cuerda	Tipo	Sonido
Agudos	Black Nylon	Dulce
Bajos	80/20 Brass	Cálido
Tensión	Normal	

Figura 14. Cuerda de guitarra clásica AC2.

Tomado de (Cifuentes Strings, 2020)

## AC2 Silver & Pro Nylon



Cuerda	Tipo	Sonido
Agudos	Pro Clear Nylon	Dulce
Bajos	Silver Plated	Brillante
Tensión	Normal	

Figura 15. Cuerda de guitarra clásica AC2.

Tomado de (Cifuentes Strings, 2020)

El desarrollo de la propuesta de mejora será con respecto a los productos AC1 y AC2 los cuales dado el análisis se convierten en los productos de mayor importancia debido a su alta demanda y ya que, representa márgenes de ganancia por encima de la mayoría de los productos.

### 3.3.2 Clientes

En el presente proyecto se ha analizado la forma que la empresa vende sus productos es decir por juego y por docena; con sus diferentes productos de cada uno de ellos. Se ve oportuno analizar el eslabón final de la cadena de suministro para lo cual se hace un rápido análisis de los canales de venta que tiene Cifuentes Strings.

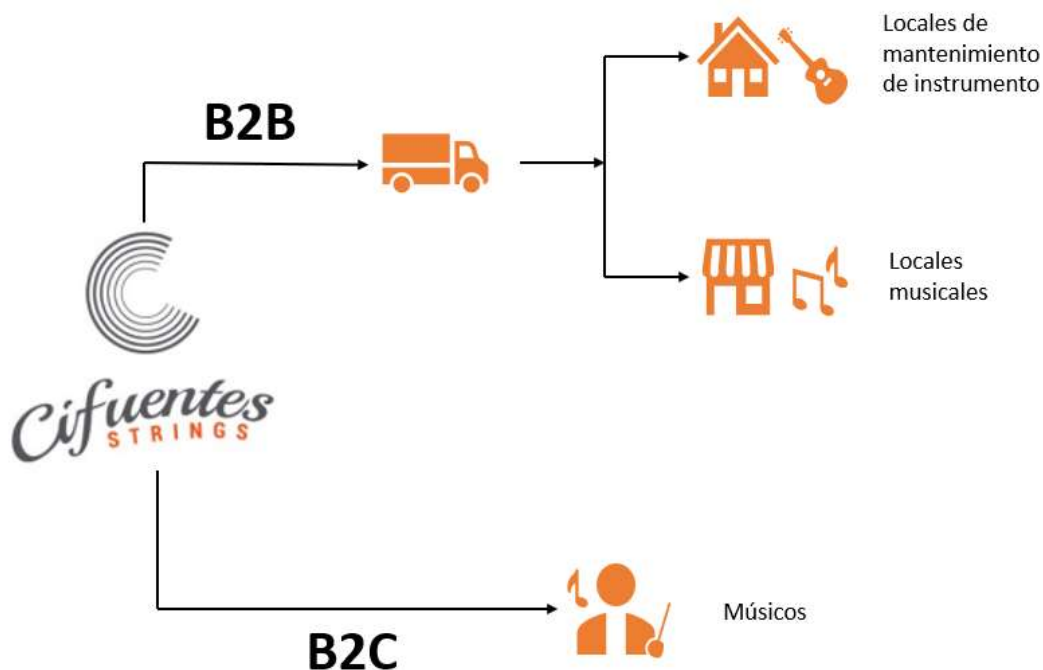


Figura 16. Canales de Venta Cifuentes Strings.

Existen dos canales para la venta de productos de la empresa. En primer lugar, tenemos B2B es decir *'business to business'*, en la cual se busca vender mayor cantidad de productos con un precio preferencial por el monto de la orden. Es decir, las tiendas musicales se convierten en el cliente de Cifuentes Strings. A continuación, se muestra la gráfica de las ventas B2B en el 2020:

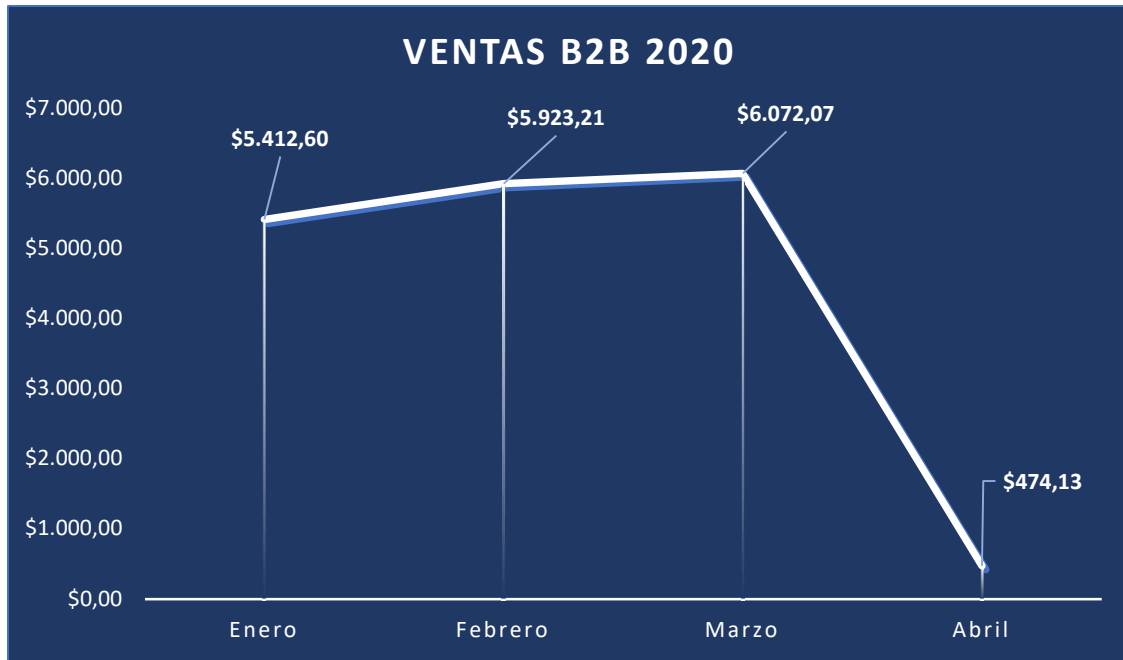


Figura 17. Ventas generales B2B en 2020.

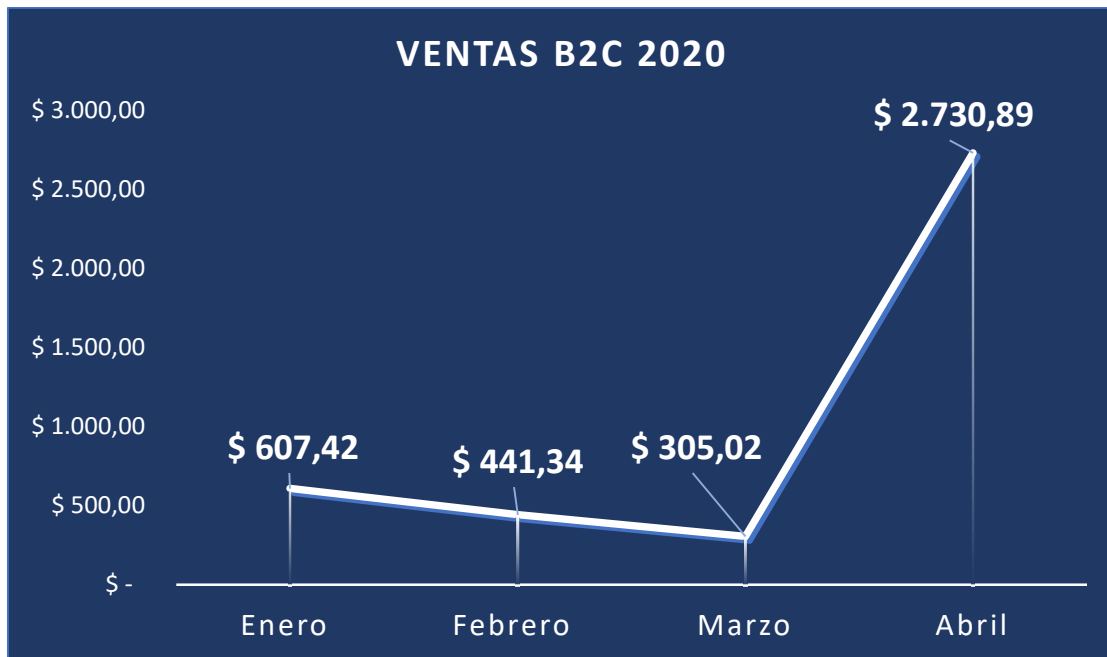
Tomado de (Cifuentes Strings, 2020)

En la figura se puede observar cómo las ventas B2B se ven afectadas por la pandemia que enfrenta el mundo, en la cual el país entra en cuarentena y los locales deben cerrar. Es importante destacar que a futuro se prevé que las ventas continúen de la manera anterior debido a que cuando acabe la cuarentena los locales de música podrán abrir nuevamente sus puertas.

En segundo lugar, esta B2C o *'business-to-consumer'* es decir la venta directa al usuario del producto. En este canal de venta la cantidad es muy baja debido a la poca cantidad que requiere el usuario, pero el margen de ganancia por producto es mayor ya que no aplica descuentos como es el caso de B2B.

Es importante mencionar que meses atrás, antes de la pandemia del COVID-19, la empresa no tenía como prioridad el B2C, por lo tanto, no generaba énfasis en este canal y tampoco estrategias para mejorarlo. Después de la pandemia la empresa se ha visto en la necesidad de mejorar e innovar y una de las formas ha sido potenciar el B2C, en los últimos meses se ha visto un aumento notable en la venta de cuerdas de instrumentos musicales al usuario, por lo que el gerente explica que ha sido menor la cantidad de venta en productos, pero se

notó que el margen de ventas aumenta por unidad vendida. A continuación, se muestra la gráfica de ventas B2C en el 2020:



*Figura 18.* Ventas generales B2C en 2020.

Tomado de (Cifuentes Strings, 2020)

En la gráfica se puede observar que las ventas en los primeros dos meses no representaban un ingreso fuerte a la empresa y esta es la manera que se manejó durante los años anteriores con ventas similares a esas cantidades. Sin embargo, en el mes de marzo cae aún más las ventas, esto debido a la pandemia e inicio de la cuarentena.

Motivo por el cual, dada la situación de falta de movilidad y prohibición para abrir locales, Cifuentes Strings busca potenciar este canal de venta a finales del mes de marzo, obteniendo los resultados favorables para la empresa, aumentando 6 veces las ventas promedio del primer trimestre del 2020. Esta estrategia de ventas no se tomaba en cuenta como prioridad en años anteriores por lo cual, dado sus altos márgenes de ganancia, la empresa busca potenciar y crear nuevas estrategias para la venta B2C.

### 3.4 Tiempos de suministro

Por otra parte, se debe tener en cuenta el tiempo necesario para realizar un pedido de las materias primas importadas de los productos segmentados en el punto anterior, por lo que se presentan los siguientes 'lead times':

Tabla 6.

*Lead time en días de materias primas de AC1 y AC2*

Cuerda	MATERIA PRIMA	Lead Time (días)
AC1	MF-NE-01	45
	MF-NE-02	45
	MF-NE-03	45
	BR-01	45
	BR-02	45
	BR-03	45
EN COMUN	MU-NY-01	45
AC2	MO-FI-CR-01	45
	MO-FI-CR-02	45
	MO-FI-CR-03	45
	SI-PL-01	51
	SI-PL-02	51
	SI-PL-03	51

En la tabla anterior se observa los tiempos que toma desde que se realiza la orden hasta que la empresa lo tiene en su planta productiva. Se tiene en cuenta los dos grupos de cuerdas debido a que esos son los segmentados para el análisis en el presente proyecto. Los tiempos son mayores a un mes, por lo cual, la empresa debe tener la correcta planificación para realizar el pedido a tiempo y así contar con lo necesario en el área productiva y no que ocurra desabastecimiento. Cabe destacar que la empresa no tenía en cuenta el tiempo necesario para realizar los pedidos.

### 3.5 Inventario

La importancia del inventario va más allá de los costos internos de la empresa, en ciertos casos puede afectar directamente a la satisfacción del cliente como

fue en el caso de Cifuentes Strings, debido a los meses de desabastecimiento ocurridos en el 2019, en los cuales, el cliente espera poder contar con el producto listo, sin embargo, la empresa no pudo producir debido a la falta de materia prima.

No importa si es una empresa pequeña o de mayor tamaño, el control de inventarios debe llevarse a cabo para generar beneficios económicos, al reducir costos de exceso de inventario o por no contar con la materia prima para producir, y a la vez vender.

El control de inventario busca conocer los movimientos de lo que se tiene almacenado, es decir cuando entra y sale la materia prima y componentes que la empresa posee. De esta manera se tiene un control de los activos y ayuda de manera financiera a equilibrar las cuentas de la empresa. Además, ayuda a evitar robos, tener un inventario suficiente para no perder ventas o clientes y conocer si existen mermas (Sanmiguel, 2019).

Por lo cual, se ha conversado con el gerente de la empresa, primeramente, para explicar la importancia del inventario. La empresa no cuenta con inventario actualizado de todas sus materias primas, por lo que, se ha realizado un inventario para el presente proyecto de las materias primas necesarias para la producción de juegos de cuerdas AC1 Y AC2.

A continuación, se muestra el inventario que posee actualmente Cifuentes Strings de la materia prima para ensamblar los juegos de cuerdas analizados en el presente proyecto:

Tabla 7.

*Inventario Cifuentes Strings*

	<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>DIAMETRO</b>	<b>peso stock (lb)</b>
AC1	MF-NE-01	0,71mm	4,92
	MF-NE-02	0,81mm	4,14
	MF-NE-03	1,02mm	0,99
	BR-01	0,006in	17,93



	BR-02	0,0085in	902
	BR-03	0,0125in	12,73
EN COMUN	MU-NY-01	1060dtex	17,45
AC2	MF-CR-01	0,73mm	3,76
	MF-CR-02	0,83mm	3,89
	MF-CR-03	1,03mm	2,3
	SPL-01	0,0055	3,7
	SPL-02	0,0085in	6,99
	SPL-03	0,012in	4,68

Tomado de (Cifuentes Strings, 2020)

Para el presente proyecto se tomará en cuenta solo un porcentaje de esta materia prima debido a que comparten materia prima para otros productos y, además, se realiza la propuesta de mejora para el segmento juego de cuerdas por lo tanto un porcentaje de la materia prima es necesario para producir las docenas de cuerdas.

Para calcular la orden óptima de pedido y el tiempo en el que se deben hacer los pedidos se debe ocupar solo el inventario real que está destinado para la producción de los productos desarrollados a lo largo del presente proyecto.

Por lo cual, a continuación, se presenta el cuadro con los porcentajes realizados en base a las ventas y necesidades de los otros productos y se presenta los pesos en stock que serían destinados para la producción de cuerdas AC1 y AC2:

Tabla 8.

*Inventario real de materia prima de AC1 y AC2.*

	<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>peso stock (lb)</b>	<b>Porcentaje que ocupa</b>	<b>Necesidad del producto</b>
AC1	MF-NE-01	4,9	80%	3,9
	MF-NE-02	4,1	80%	3,3
	MF-NE-03	1,0	80%	0,8
	BR-01	17,9	44%	7,9
	BR-02	90,2	44%	39,7
	BR-03	12,7	44%	5,6

AC1 y AC2	MU-NY-01	17,5	60%	15,5
AC2	MF-CR-01	3,8	46%	1,7
	MF-CR-02	3,9	46%	1,8
	MF-CR-03	2,3	46%	1,3
	SPL-01	3,7	80%	3,0
	SPL-02	7,0	42%	2,9
	SPL-03	4,7	42%	2,0

Tomado de (Cifuentes Strings, 2020)

Se puede ver en el cuadro anterior el stock que la empresa tiene, esto es importante para poder determinar cuánto representa esto monetariamente, cuantas unidades pueden fabricar con la materia prima que poseen en stock y cuando debería ser la siguiente compra de materia prima de la empresa.

A continuación, se detalla lo que representa en unidades, es decir cuantas unidades se podría producir con el stock que actualmente tiene la empresa:

Tabla 9.

*Inventario en pesos y su representación en unidades.*

	<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>Peso Unitario (lb)</b>	<b>Total en Unidades</b>
AC1	MF-NE-01	0,0010	3.939
	MF-NE-02	0,0013	2.549
	MF-NE-03	0,002	396
	BR-01	0,00456	1.729
	BR-02	0,0072	5.512
	BR-03	0,01173	478
AC1 Y AC2	MU-NY-01	0,00005	3.095
AC2	MF-CR-01	0,001	1.731
	MF-CR-02	0,0013	1.378
	MF-CR-03	0,002	639
	SPL-01	0,0042	705
	SPL-02	0,0069	425
	SPL-03	0,0111	177

Tomado de (Cifuentes Strings, 2020)

El cuadro anterior explica cuántas unidades se puede producir con la materia prima que la empresa tiene en stock actualmente, lo que se puede identificar es que existe materia prima en gran cantidad a comparación del resto.

En esto caso MU-NY-01, al ser necesaria para varias cuerdas se necesita con mayor cantidad, por lo cual, radica la importancia del BOM para saber las cantidades necesarias que requieren los productos.

Además, es importante analizar lo que representa monetariamente el stock actual que tiene la empresa, esto para tener en cuenta la cantidad de dinero que se tiene en el inventario de materia prima. A continuación, se muestra el cuadro:

Tabla 10.

*Total del inventario de materia prima de AC1 y AC2 en USD.*

	<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>Stock real LB</b>	<b>PRECIO x LB</b>	<b>TOTAL en USD</b>	
AC1	MF-NE-01	3,9	\$ 35,41	\$ 139,48	
	MF-NE-02	3,3	\$ 35,41	\$ 117,33	
	MF-NE-03	0,8	\$ 35,41	\$ 28,07	
	BR-01	7,9	\$ 14,50	\$ 114,41	
	BR-02	39,7	\$ 10,21	\$ 405,21	
	BR-03	5,6	\$ 7,34	\$ 41,11	
AC1 Y AC2	MU-NY-01	10,5	\$ 6,00	\$ 92,85	
AC2	MF-CR-01	1,7	\$ 35,41	\$ 61,28	
	MF-CR-02	1,8	\$ 35,41	\$ 63,43	
	MF-CR-03	1,1	\$ 35,41	\$ 45,25	
	SPL-01	3,0	\$ 16,39	\$ 48,53	
	SPL-02	2,9	\$ 15,50	\$ 45,50	
	SPL-03	2,0	\$ 15,33	\$ 30,11	
				\$ 1.232,56	TOTAL

Tomado de (Cifuentes Strings, 2020)

En el cuadro anterior podemos constatar cuanto tiene invertido la empresa en materia prima destinada para la producción de cuerdas AC1 y AC2. Uno de los factores importantes del control de inventario es que no tengan una cantidad exhaustiva que represente mucha inversión, sin tener flujo de dinero. Por otra parte, tampoco puede existir desabastecimiento.

Una vez analizado el inventario que la empresa posee actualmente, con el respectivo análisis para determinar las cantidades que se puede producir y cuanto representa el inventario en dólares; se puede realizar el MRP para la empresa Cifuentes Strings.

## **CAPITULO IV: DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL PROBLEMA**

El objetivo del presente capítulo del proyecto de titulación es identificar de manera preliminar las ventas realizadas en el año, determinando los meses en los cuales se reduce las ventas, así como las áreas de la empresa que resultan afectadas. Además, el presente capítulo busca analizar el volumen de ventas que presentó la empresa y la disminución de los valores económicos resultantes por la baja de ventas.

### **4.1 Análisis del problema**

Se busca analizar y determinar el problema existente en la empresa, por lo cual se hará uso del árbol de la realidad actual, mismo que ayuda a detallar y analizar el problema. Por otra parte, desarrolla los elementos de este para generar información concreta de su dimensión.

La base para el análisis del problema es a través de la figura 6, en la cual se presenta la disminución de ventas de la empresa Cifuentes Strings en el año 2019, a partir de este gráfico indica que se debe analizar las causas que producen la baja de ventas en el mes de marzo y septiembre, lo cual genera pérdidas económicas para la empresa.

#### **4.1.1 ¿Qué es un problema?**

El problema principal que se evidencia en la data histórica de la empresa es las ventas que lleva acabo en el año 2019, ya que presenta valles en dos períodos con una diferencia de 6 meses entre ellos.

#### **4.1.2 ¿Por qué es un problema?**

Al haber existido una disminución considerable en las ventas de los meses antes mencionados, se genera un problema para la compañía dado que, el costo por unidad producida aumenta en gran medida puesto que, dicha métrica está en función del nivel de ventas generado.

La función del costo por unidad es una función de poder o '*power function*', donde su variable  $k$  es el costo de producción,  $x$  es igual a la demanda generada en el periodo de tiempo. Es importante destacar que una función de este tipo contiene una base elevada a una potencia fija (Abramson, 2019).

$$f(x) = kx^p$$

(Ecuación 3)

Donde:

$k$  y  $p$  son números reales

$k$  se conoce como el coeficiente de la función

#### 4.1.3 ¿Dónde se presenta el problema?

El problema actual que presenta la empresa se localiza principalmente en el área comercial, debido a la disminución notable de ventas. Por otra parte, el área financiera se ve afectada por el aumento del costo por unidad y el área productiva al no producir la demanda prevista.

#### 4.1.4 ¿Cuándo se presenta el problema?

En la figura 6, se puede observar que las ventas a lo largo del 2019 presentan dos valles, en el mes de marzo y septiembre. Donde en el mes de marzo se genera ventas \$3.744,46, representando un 5% de ventas totales de 2019 y en septiembre \$3.397,31 que significa el 4% de las ventas del año. Se puede evidenciar que existe una diferencia de 6 meses entre estos dos periodos de tiempo.

#### 4.1.5 ¿Cómo se presenta el problema?

A continuación, se presenta la cantidad de ventas en cada mes del 2019.

Tabla 11.

*Ventas del año 2019 multiplicados por factor*

<b>Mes</b>	<b>Porcentaje que representa la venta del mes en el 2019</b>	<b>Venta</b>
Enero	9%	\$ 7.163,00
Febrero	7%	\$ 5.379,32
Marzo	5%	\$ 3.744,46
Abril	10%	\$ 7.954,88
Mayo	8%	\$ 6.167,61
Junio	14%	\$ 11.203,06
Julio	9%	\$ 7.327,82
Agosto	6%	\$ 5.008,96
Septiembre	4%	\$ 3.397,31
Octubre	10%	\$ 7.752,90
Noviembre	10%	\$ 7.648,26
Diciembre	8%	\$ 6.100,74
<b>TOTAL ventas 2019</b>	<b>100 %</b>	<b>\$ 78.848,32</b>

Tomado de (Cifuentes Strings,2020)

Teniendo en cuenta la tabla 11, que hace referencia a los ingresos del año 2019, se puede apreciar los valores en dólares de las ventas; de lo cual, se desprende el siguiente análisis: al tener esos valores y omitiendo los dos meses que presenta disminución notable en sus ventas, nos da un promedio de ventas mensual de \$6.570,00. Teniendo en cuenta el valor de ventas de septiembre y marzo y restando del valor promedio por cada mes, nos da una sumatoria de ventas de \$6.000,00 en los dos meses, es decir por la caída de ventas que existe

en la empresa en estos dos meses, se pierde aproximadamente un poco menos de un mes de ventas en todo el año.

Al final del 2019 las ventas fueron de \$78.848,00, a pesar de que las ventas aumentaron con respecto al 2018; si no hubiese ocurrido la caída en ventas de estos dos meses y manteniendo el promedio de ventas mensual en los meses que ocurre el desabastecimiento, las ventas en el año pasado hubiesen sido de \$84.848,00 representando una disminución de ventas aproximadas del 9%.

Analizando los datos anteriormente mencionados se puede apreciar que es una cantidad representante de ventas, por lo cual se buscar analizar e identificar la causa raíz que generó esta caída representativa en los meses antes mencionados.

#### **4.1.6 Árbol de la realidad actual**

A continuación, se representa las características y causas antes mencionadas en un árbol de la realidad actual de la empresa Cifuentes Strings, para una mejor comprensión general del problema actual que presenta la empresa:

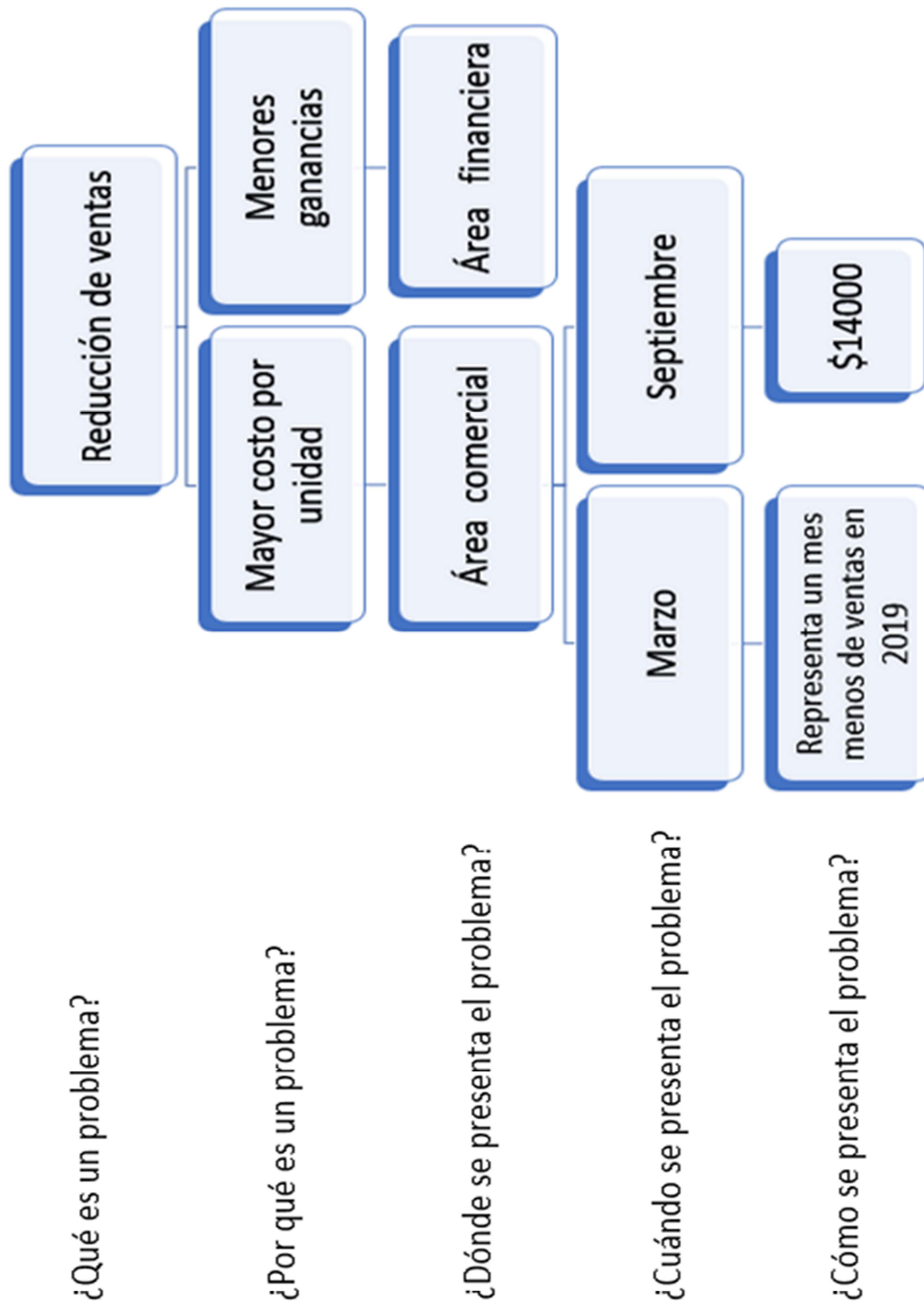


Figura 19. Árbol de definición del problema



Se puede concluir, que el problema que se identifica en Cifuentes Strings es la reducción de ventas, resultando un aumento en el costo por unidad y reduciendo las ganancias, viéndose afectada el área comercial y financiera en el mes de marzo y septiembre, generando pérdidas aproximadas de \$6.000,00 anuales representando un mes menos de ventas en el 2019.

Por otra parte, se debe identificar las causas principales y de mayor relevancia que generan la disminución de ventas en Cifuentes Strings, para su análisis y comprensión de por qué se da el problema. Se busca analizar varias razones que causen el problema en la empresa, ya que con una sola causa puede limitar las soluciones que se apliquen al problema mencionado anteriormente.

## **4.2 Análisis causa raíz**

Es importante identificar un único problema como se realizó en el capítulo anterior, el mismo que debe discutir y evaluar con el equipo de trabajo. Posteriormente, se debe buscar las razones por las cuales ocurre este problema, por lo cual, el presente capítulo se orienta a la búsqueda de las causas raíz (Escuela Europea de Excelencia, 2018).

A continuación de la definición del problema, buscamos analizar las causas que generen el mismo, para una solución posterior. Es importante realizar el análisis y el posterior planteamiento, para lo cual se hará uso de la metodología de lluvia de ideas; esto nos permitirá tener una idea más clara de las causas que se presentan.

También, se hace uso de un diagrama de afinidad, con el objetivo de organizar las ideas que se presentan en el '*Brainstorming*' y direccionar el conjunto de causas a un grupo principal. Por último, se emplea la herramienta de los 5 por qué's con la finalidad de indagar en la causa más relevante.

### **4.2.1 Lluvia de ideas**

La lluvia de ideas pretende analizar todas las posibles causas de toda índole, la misma que se realizó con el gerente de la empresa, con el personal de producción de la planta y gerente comercial, con el fin de aportar con todas las ideas posibles. A continuación, se enlista las ideas obtenidas:

- Falta de mantenimiento de equipos.
- Disminución del personal de producción.
- Falta de planificación de abastecimiento.
- No cuenta con inventario al día.
- No existe capacitación del personal para software de inventario.
- Falta de materia prima para producir.
- Planificación semestral.
- Planificación lineal sin considerar estacionalidad.
- Desconocimiento de lead time.
- Desconocimiento de punto de reorden.
- Falta de política de compras.
- Ausencia de materia prima local.
- Retraso en arribo de materiales.
- Pedidos de abastecimiento semestrales.
- No hay disponibilidad inmediata de proveedores.
- Desconocimiento de '*holding cost*'.
- Falta de canales de ventas.
- Distribución de producto terminado.

Anteriormente se encuentra un conjunto de ideas que pueden causar la disminución de ventas en Cifuentes Strings, es importante agruparlas para generar un direccionamiento de la causa raíz de la problemática, debido a esto, se hace uso de un diagrama de afinidad para la agrupación de las causas anteriormente enlistadas.

#### **4.2.2 Diagrama de afinidad**

Con la finalidad de agrupar las ideas antes mencionadas se utiliza el diagrama de afinidad, el mismo que agrupa de manera general los grupos de ideas con respecto a la relación que estas presentan unas con otras, con la finalidad de abordar directamente el problema, con criterio propio para la nominación de los grupos. A continuación, se realiza el diagrama:

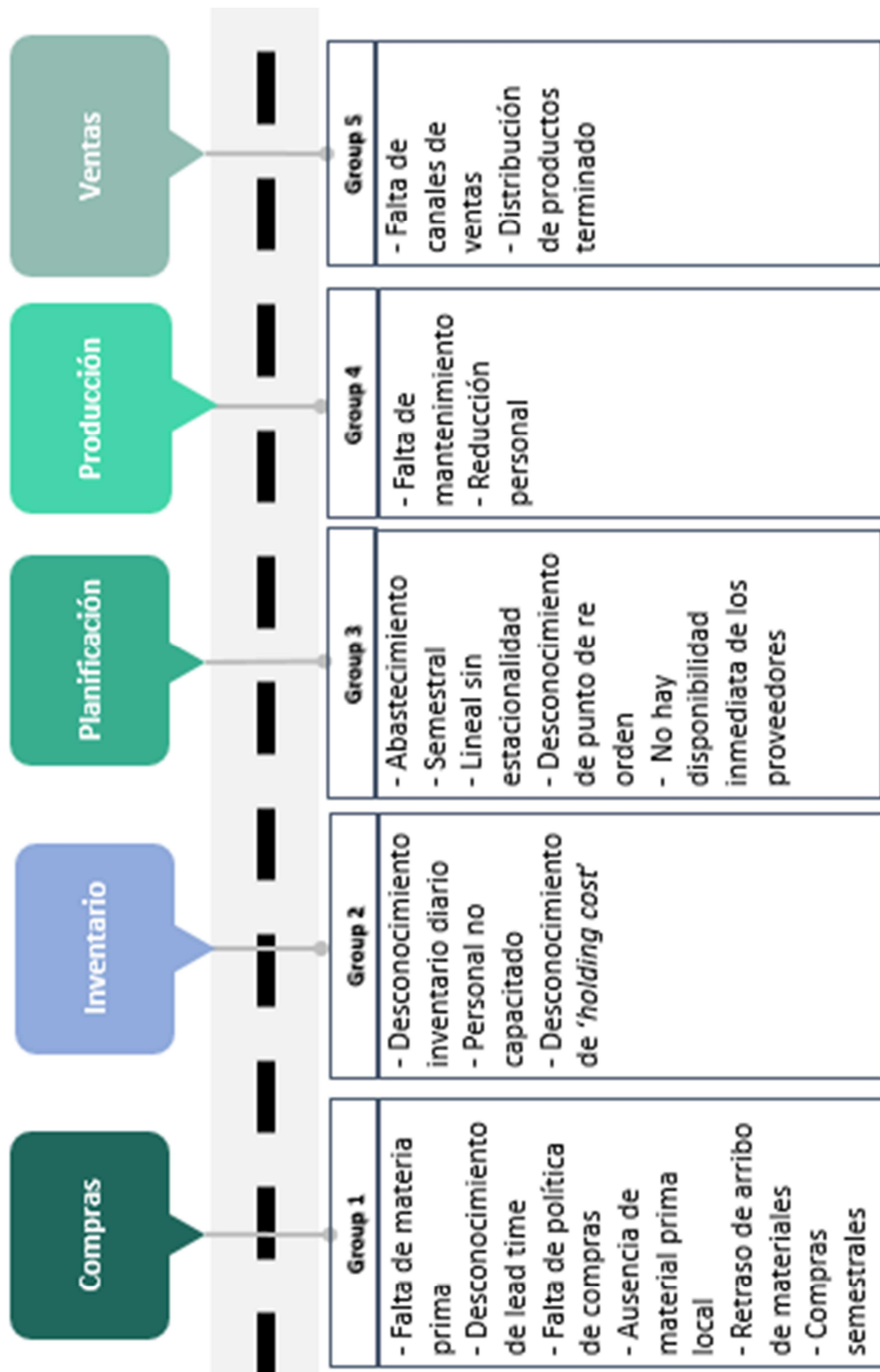


Figura 20. Diagrama de afinidad.

En conclusión, con el diagrama de afinidad antes realizado, se pueden identificar dos grupos que presentan mayores ideas reunidas en cuanto a las causas posibles del problema:

- En el grupo 1 referente a las compras
- Grupo 3 que menciona la planificación, la misma que está relacionada a la cadena de abastecimiento de la empresa.

Los grupos uno y tres, detallados en la figura 20, presentan una relación directa con la planificación de abastecimiento y compras que se realiza en Cifuentes Strings, ya que debido a estos grupos de causas ocurre el desabastecimiento de materia prima para el área productiva, por lo cual, se relaciona en uno solo, el grupo de compras y, de planificación, los mismos que impiden la producción de las cuerdas y, a su vez, la venta de los productos.

Por lo tanto, se puede inferir que el desabastecimiento es la causa principal por la cual se generó la reducción de venta en los períodos mencionados en el capítulo tres, no obstante, mediante el uso de la herramienta de los 5 por qué's identificaremos la causa raíz.

#### **4.2.3 5 por qué**

Mediante esta herramienta de solución de problemas se busca la causa raíz de la reducción de ventas detallada en el capítulo tres. Con la ayuda de preguntas sobre la causa, se generan respuestas, las mismas que se convierten en la nueva base para realizar las siguientes preguntas.

Dada la simplicidad de las preguntas es importante el criterio que se aplica para definir la causa raíz. A continuación, se desarrollan los 5 por qué's, teniendo en cuenta los procesos aguas arriba o '*upstream*':

- Reducción de ventas en la empresa Cifuentes Strings en el mes de marzo y septiembre

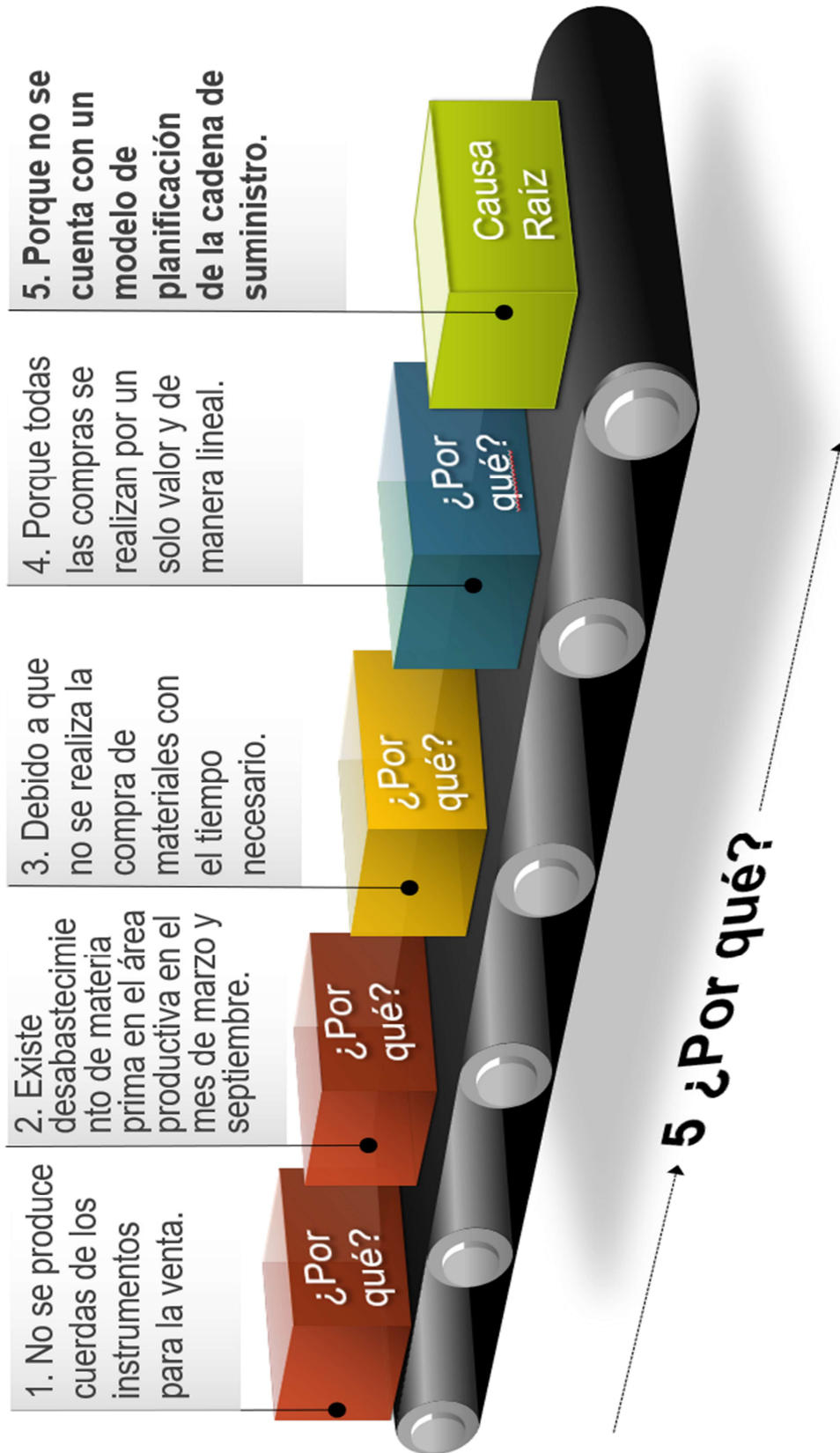


Figura 21. Diagrama de los 5 porqués.

Teniendo en cuenta la figura 21, a continuación, se enlista las preguntas y respuesta antes realizadas para el análisis de los 5 por qué's, teniendo en cuenta que la respuesta de la quinta pregunta se convierte en la causa raíz del problema mencionada anteriormente.

1) ¿Por qué?

No se produce cuerdas de los instrumentos para la venta.

2) ¿Por qué?

Existe desabastecimiento de materia prima en el área productiva en el mes de marzo y septiembre.

3) ¿Por qué?

Debido a que no se realiza la compra de materiales con el tiempo necesario.

4) ¿Por qué?

Porque todas las compras se realizan por un solo valor y de manera lineal.

5) ¿Por qué?

Porque no se cuenta con un modelo de planificación de la cadena de suministro.

Es inminente la falta de planificación de la cadena de suministro, que existe en la empresa, la misma que causa desabastecimiento, costos adicionales y reducción de ventas en la empresa Cifuentes Strings.

#### **4.2.4 Revisión de la causa raíz**

Es importante para el presente trabajo de titulación verificar los diagramas y la información que se recopila en el proyecto, por lo cual, junto al gerente de la empresa se analiza el diagrama antes descrito de los 5 porque's, el mismo que se revisa desde la primera causa hasta la raíz. El gerente aprueba los datos analizados anteriormente y las causas raíz encontradas mediante el análisis. Los mismos que se busca solucionar mediante la propuesta que se desarrollará en el siguiente capítulo.

## **CAPITULO V: PROPUESTA DE MEJORA**

El objetivo del presente capítulo es tomar acciones que mejoren la situación actual de la empresa, de tal manera que se obtenga resultados óptimos en comparación a los obtenidos anteriormente en la cadena de abastecimiento. Se realizará una propuesta de mejora, la cual se pueda implementar de manera constante con opciones de perfeccionarse a lo largo del tiempo. Es importante tener en cuenta el proceso de abastecimiento y mantener la calidad a lo largo de la cadena de suministro, así como el correcto flujo de información entre las diferentes áreas.

Teniendo en cuenta el resultado del análisis de la causa del problema de Cifuentes Strings, se realizará una propuesta de mejora en el plan maestro de compra el mismo que traerá beneficios en el tiempo de las compras, el correcto abastecimiento de la materia prima para el producto seleccionado, eliminando desabastecimientos y en sí, creando beneficios económicos a la empresa. Esta propuesta de compra de materiales busca mejorar la productividad de Cifuentes Strings, brindando una mejor calidad de servicio y producción a sus clientes, convirtiéndose en una empresa más competitiva en el mercado.

A continuación, se muestra la jerarquización de la cadena de abastecimiento con respecto a las estrategias, tácticas y operaciones que se debe tomar en cuenta para la planificación del presente capítulo:



Figura 22. Jerarquización de la cadena de suministro.

Tomado de (Kant, 2014)

La presente propuesta de mejora busca abarcar los diferentes eslabones de la cadena de abastecimiento de Cifuentes Strings. En primer lugar, se busca generar una estrategia en la cual se gestione de manera correcta la cadena de abastecimiento con respecto a la adquisición de materia prima, determinando que se debe pedir, su período de tiempo y las cantidades necesarias, con tácticas alineadas a la misma, que ayuden a cumplir la estrategia planteada, con la ayuda de pronósticos, EOQ y MRP.

Además, de manera operativa se generará y analizará los datos con las diferentes características y variables, de modo que la propuesta busca eliminar el desabastecimiento y a su vez reducir sus costos de inventario.

## 5.1 Punto de desacople



Es importante para la empresa poder identificar la configuración idónea de abastecimiento según la segmentación cliente y producto. Por lo cual, es primordial definir su entorno productivo con respecto a su punto de desacople.

Se conocen dos estrategias dominantes que son: MTS '*make to stock*' o también conocida como estratégica '*push*' y también MTO '*make to order*' que se la puede denominar estrategia '*pull*'; una menos empleada pero de gran valor también es ATO o '*Assemble to order*' en este caso es una mezcla entre pull y push debido a que se ensambla el producto pero no se lo termina, es decir no se empaca o no se etiqueta dependiendo el caso. Cabe recalcar que existen más estrategias de abastecimiento, las mismas que se explicará con una gráfica más adelante, pero se tomará en cuenta dos estrategias: MTS y ATO, debido a su implementación en el presente proyecto.

Para lo cual Cifuentes Strings busca generar una estrategia '*Make to stock*' o '*push*' para las ventas B2C, es decir para todos los clientes que acuden directamente a la planta de la empresa para realizar sus compras. Dado el tipo de ventas son menos cantidades, pero con mayor margen de ganancia.

Por otra parte, se realiza una estrategia ATO '*Assemble to order*' para la venta B2B en la cual al ser cantidades más grandes se busca tener un tiempo para generar el pedido y hacer la entrega de manera inmediata de este modo no se genera stock de producto terminado, pero sí de las cuerdas ya ensambladas, el mismo que se puede utilizar para la venta en juegos o en docenas. Es una mezcla '*pull*' y '*push*' debido a que espera una orden para terminar el producto que ya se encuentra ensamblado, agregándole el empaque según el pedido del cliente.

De modo que la empresa debe aplicar la estrategia ATO para sus productos, teniendo un stock de seguridad para suplir a los clientes B2B y B2C, en caso de que se requiera el producto. Las cuerdas se las tendría ensambladas y se las empaca cuando se realice el pedido del cliente, creando flexibilidad para la venta por juegos o por docenas.

## 5.2 Pronósticos

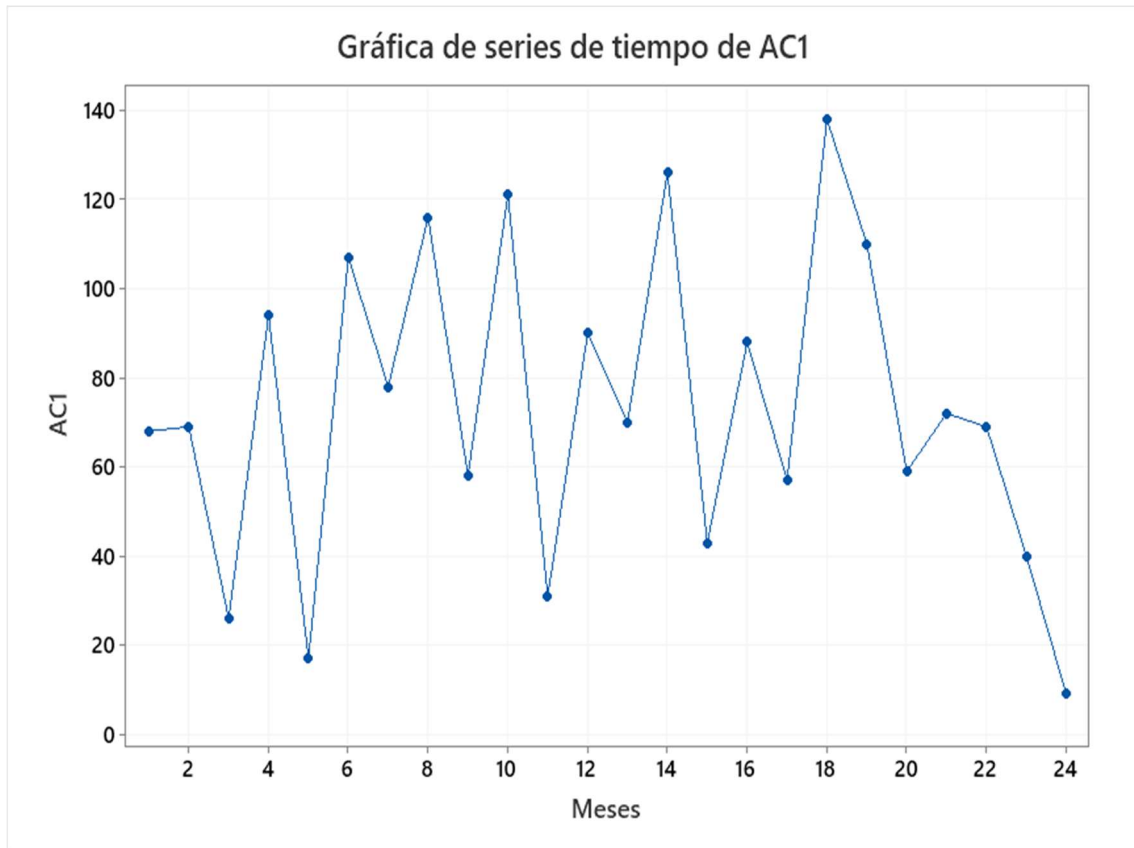
### 5.2.1 Análisis de datos

Las empresas hoy en día buscan poder tener niveles de inventarios bajos es decir exactos a su demanda. La incertidumbre en las empresas puede llegar a convertirse en un factor crucial de análisis, cuanto y cuando se convierten en las preguntas cruciales a la hora de planificar. Por lo cual, los pronósticos permiten adelantarse y tener una realidad cercana a lo que pasará en el futuro. Es importante analizar el comportamiento de la data histórica para poder realizar pronósticos adecuados que sean lo más cercanos a la realidad. La selección del método para pronosticar debe ser minuciosa, para tener el menor error posible.

Ningún pronóstico es exacto, es decir, existe cierto error ya que se predice lo que pasará a futuro, sin embargo, se debe buscar minimizar este error para que no ocurra grandes cantidades de inventario o peor aún desabastecimiento. “El trabajo con pronósticos de demanda es básicamente un sistema de previsión de un hecho futuro que por su naturaleza es incierto y aleatorio” (Sánchez, 2015).

Para el presente proyecto se utiliza un *software* experto en modelos causales temporales, el mismo que pronostica analizando los datos que se ingresan. Por lo tanto, para un mejor pronóstico se analiza los datos desde el 2018; y lo que es un factor relevante es que, debido a la situación del COVID-19, se toma en cuenta los datos del mes de marzo y abril del presente año, por lo cual se convierten en valles en la data histórica y son datos atípicos, pero es necesarios tomarlos en cuenta por la situación actual que enfrenta la empresa, la misma que se mantendrá por los siguientes meses.

Por otra parte, no se toma en cuenta el valor en los que la empresa presenta el problema principal del presente proyecto, es decir, donde ocurre desabastecimiento en el mes de marzo y septiembre del 2019, esto debido a que son eventos atípicos que el objetivo de la empresa es resolver ese desabastecimiento. Es por este motivo que se analizan las siguientes gráficas:

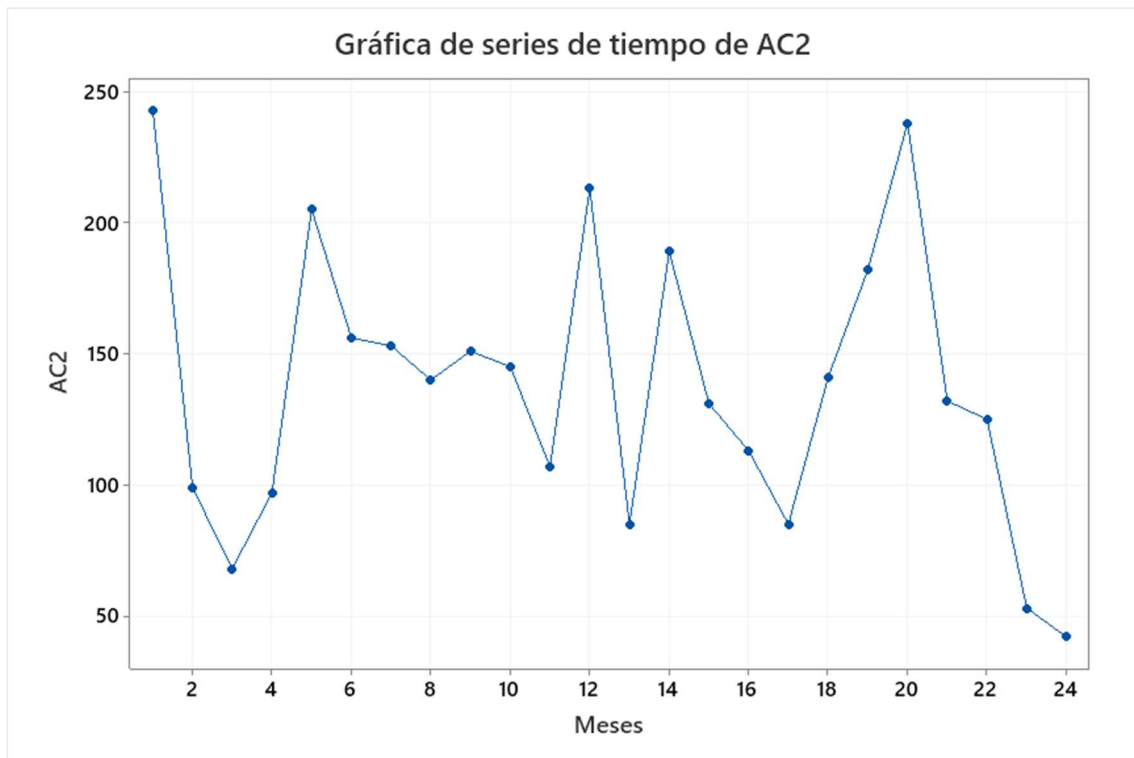


*Figura 23.* Data histórica ventas AC1 desde mayo 2018 hasta abril 2020.

Tomado de (Cifuentes Strings, 2020)

En la gráfica anterior se observaron el comportamiento de los datos de las ventas de cuerdas AC1 desde el 2018 hasta el mes de abril del presente año, en donde se puede identificar claramente los dos últimos puntos, que se convierten en los meses en los cuales inicia la cuarentena en el país.

Es el mismo caso con las cuerdas de guitarra clásica AC2 en donde disminuye las ventas por factores externos a la empresa. A continuación, se muestra la gráfica de las ventas de las cuerdas AC2 en el mismo período de tiempo de la figura 23:



*Figura 24.* Data histórica ventas AC2 desde mayo 2018 hasta abril 2020.

Tomado de (Cifuentes Strings, 2020)

Se observa el mismo comportamiento de datos para los dos productos, en los cuales disminuye sus ventas notoriamente por la pandemia que enfrenta el mundo.

Al ser datos atípicos lo recomendable es no tener en cuenta estos datos para que no causo demasiado ruido al comportamiento de la data, sin embargo, al ser una situación actual sin resolverse y que afectará a todas las empresas en este caso a Cifuentes Strings en los meses futuros, no se eliminará estos datos, pero si se tendrá en cuenta para realizar un ajuste al pronóstico que se obtenga.

Para poder realizar un correcto pronóstico es importante realizar un previo análisis para determinar cómo se comportan los datos por lo cual a continuación se muestran las gráficas con las tendencias para cada producto.

En primer lugar, se muestra la tendencia de los datos de las ventas de cuerdas AC1:

### Método

Tipo de modelo	Modelo de tendencia lineal
Datos	AC1
Longitud	24
Número de valores faltantes	0

### Ecuación de tendencia ajustada

$$Y_t = 76,6 - 0,28 \times t$$

### Medidas de exactitud

MAPE	78,71
MAD	27,87
MSD	1189,18

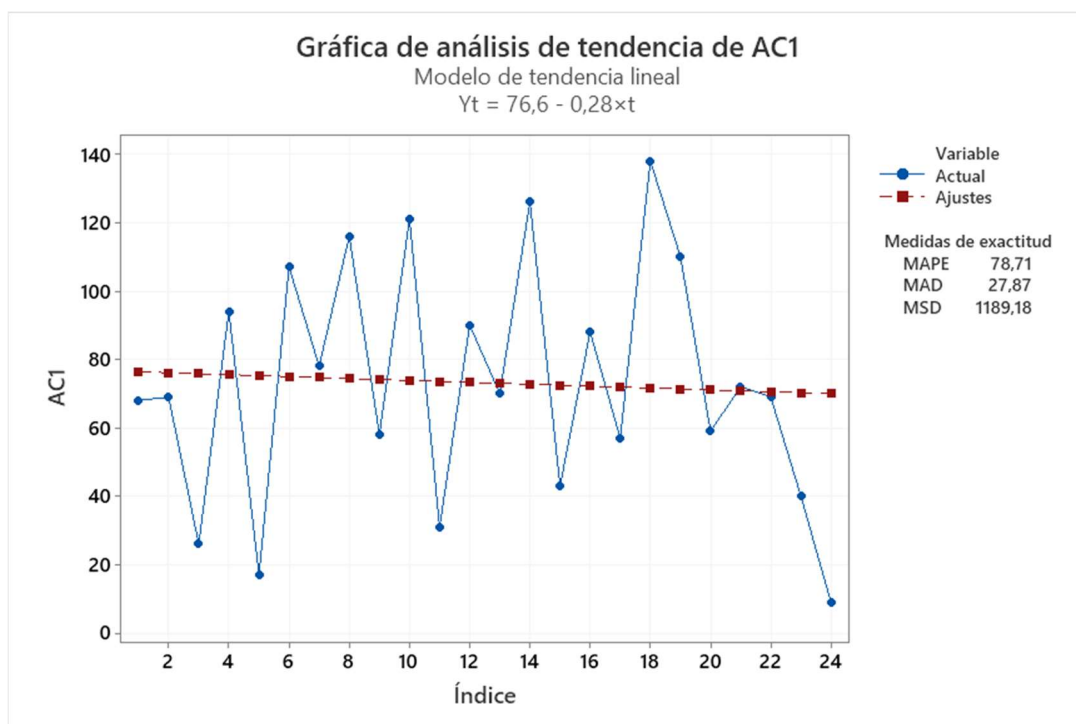


Figura 25. Tendencia Lineal ventas AC1 desde 2018 hasta abril 2020.

Tomado de (Cifuentes Strings, 2020)

## Método

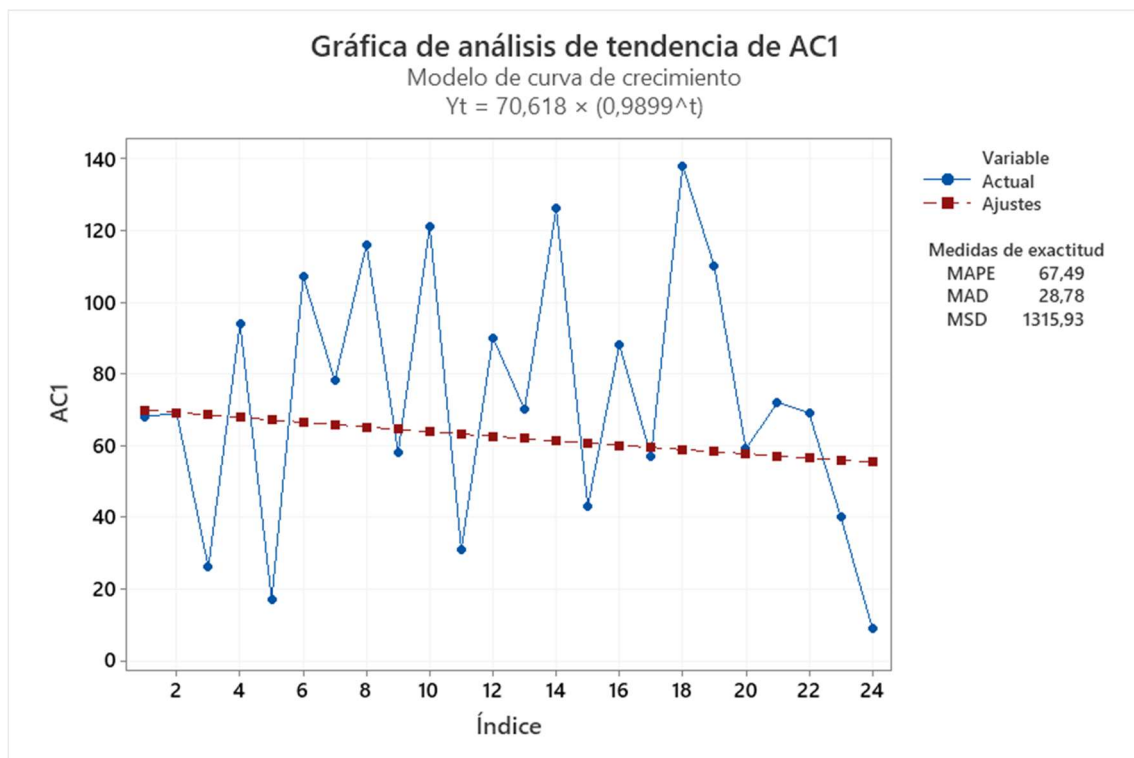
Tipo de modelo	Modelo de curva de crecimiento
Datos	AC1
Longitud	24
Número de valores faltantes	0

## Ecuación de tendencia ajustada

$$Y_t = 70,618 \times (0,9899^t)$$

## Medidas de exactitud

MAPE	67,49
MAD	28,78
MSD	1315,93



*Figura 26.* Tendencia exponencial ventas AC1 desde 2018 hasta abril 2020.

Tomado de (Cifuentes Strings, 2020)

En las dos gráficas anteriores se puede observar el comportamiento de la tendencia lineal y exponencial respectivamente, de las cuerdas AC1. Por lo que, mediante el MAPE podemos identificar que las cuerdas AC1 tienen una tendencia exponencial debido a que tiene menor error.

Por otra parte, tenemos las cuerdas de guitarra clásica AC2, las mismas que se analiza la tendencia a continuación:

## Método

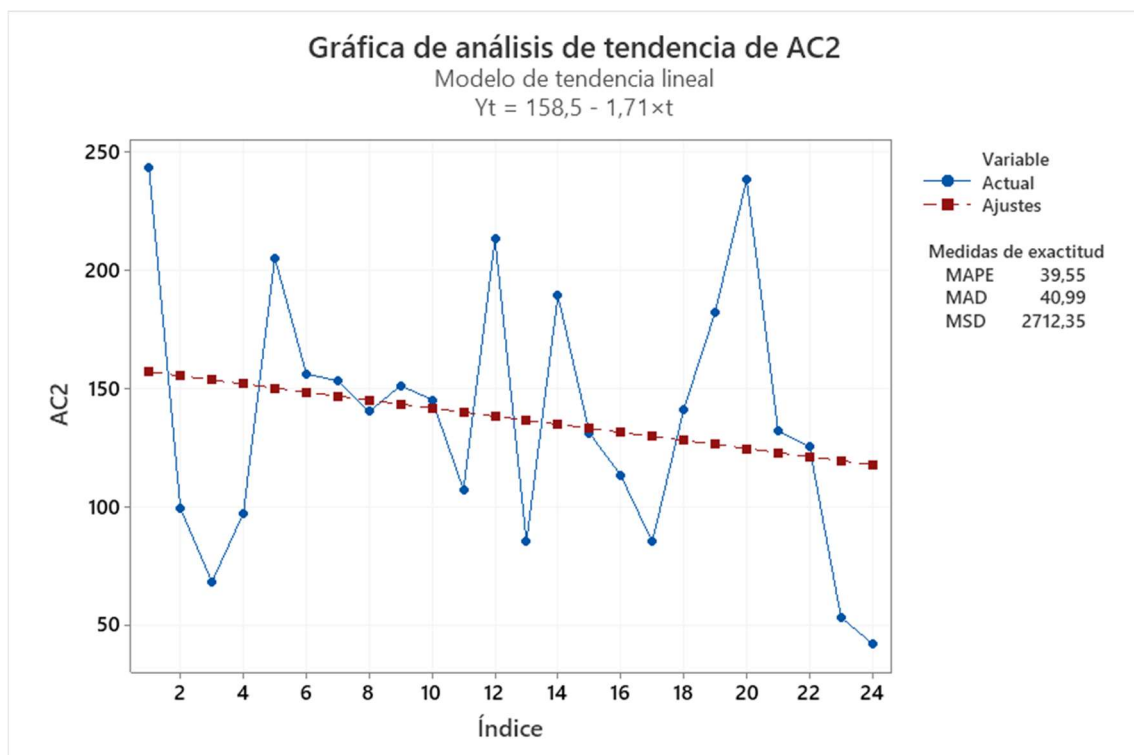
Tipo de modelo	Modelo de tendencia lineal
Datos	AC2
Longitud	24
Número de valores faltantes	0

## Ecuación de tendencia ajustada

$$Y_t = 158,5 - 1,71 \times t$$

## Medidas de exactitud

MAPE	39,55
MAD	40,99
MSD	2712,35



*Figura 27.* Tendencia lineal ventas AC2 desde mayo 2018 hasta abril 2020.

Tomado de (Cifuentes Strings, 2020)

En la figura anterior se observa el comportamiento de la tendencia lineal de las ventas de las cuerdas AC2. Al igual que en las cuerdas AC1 los primeros meses de la cuarentena es decir marzo y abril se convierten en valles de la data histórica.

A continuación, se muestra la tendencia exponencial de las cuerdas AC2:

#### Método

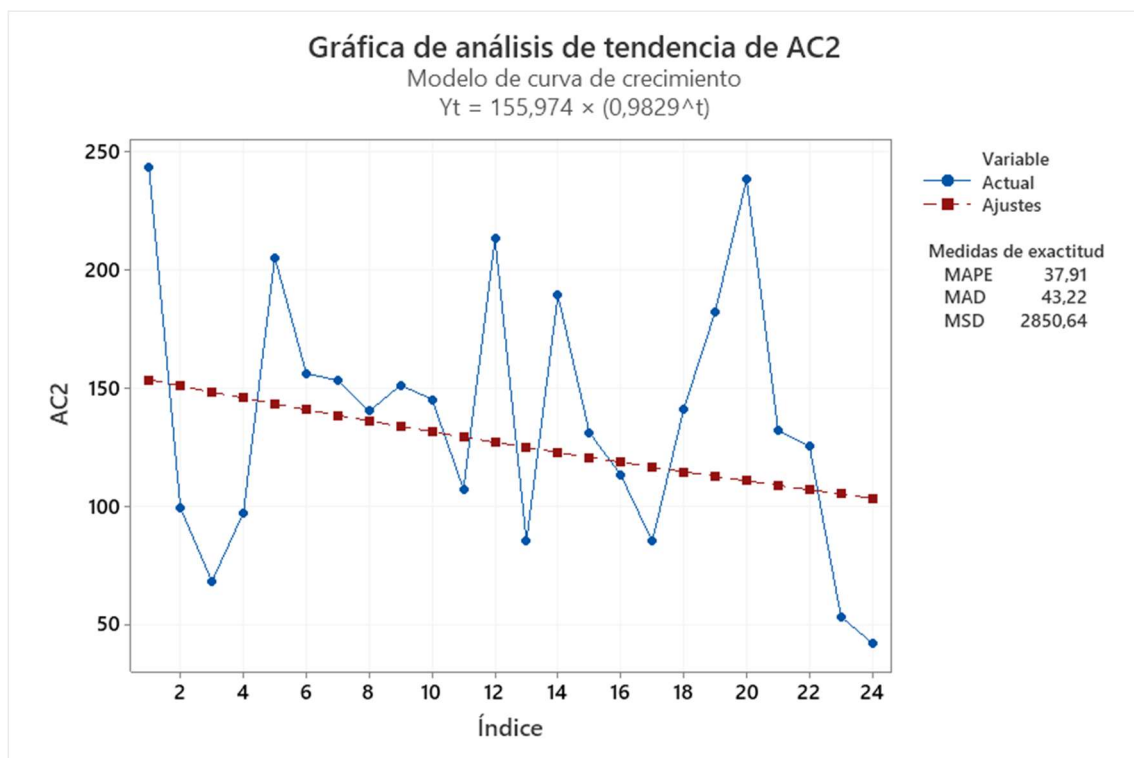
Tipo de modelo	Modelo de curva de crecimiento
Datos	AC2
Longitud	24
Número de valores faltantes	0

#### Ecuación de tendencia ajustada

$$Y_t = 155,974 \times (0,9829^t)$$

#### Medidas de exactitud

MAPE	37,91
MAD	43,22
MSD	2850,64



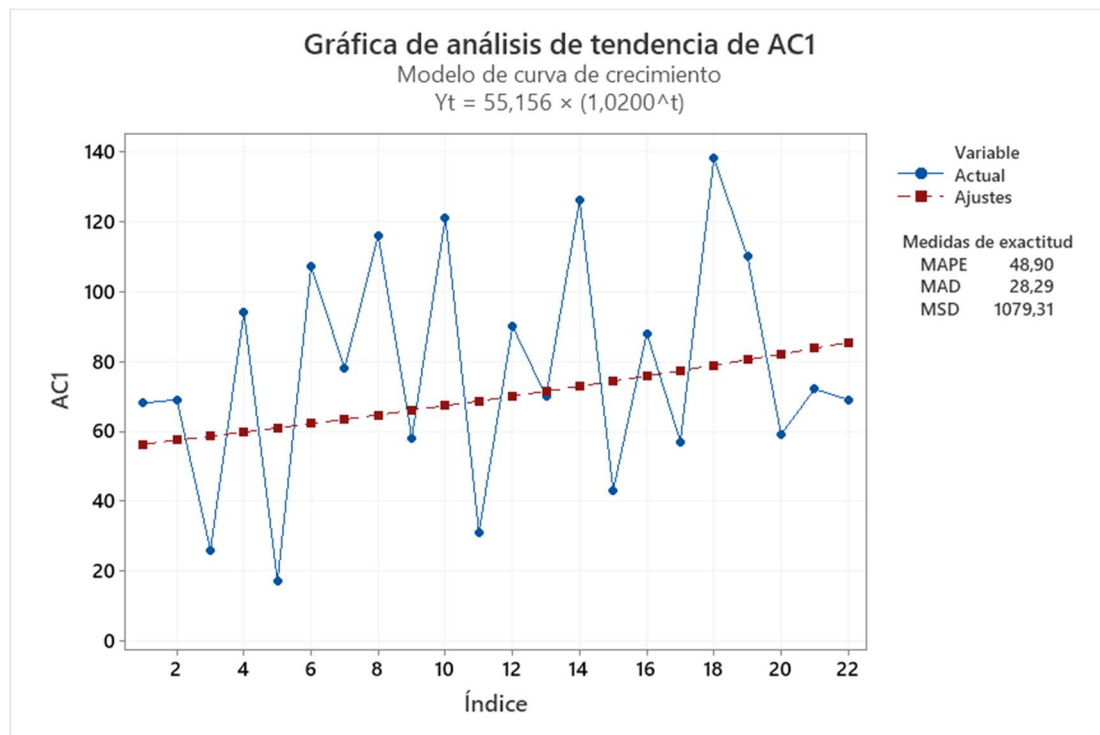
*Figura 28.* Tendencia exponencial ventas AC2 desde 2018 hasta abril 2020.

Tomado de (Cifuentes Strings, 2020)



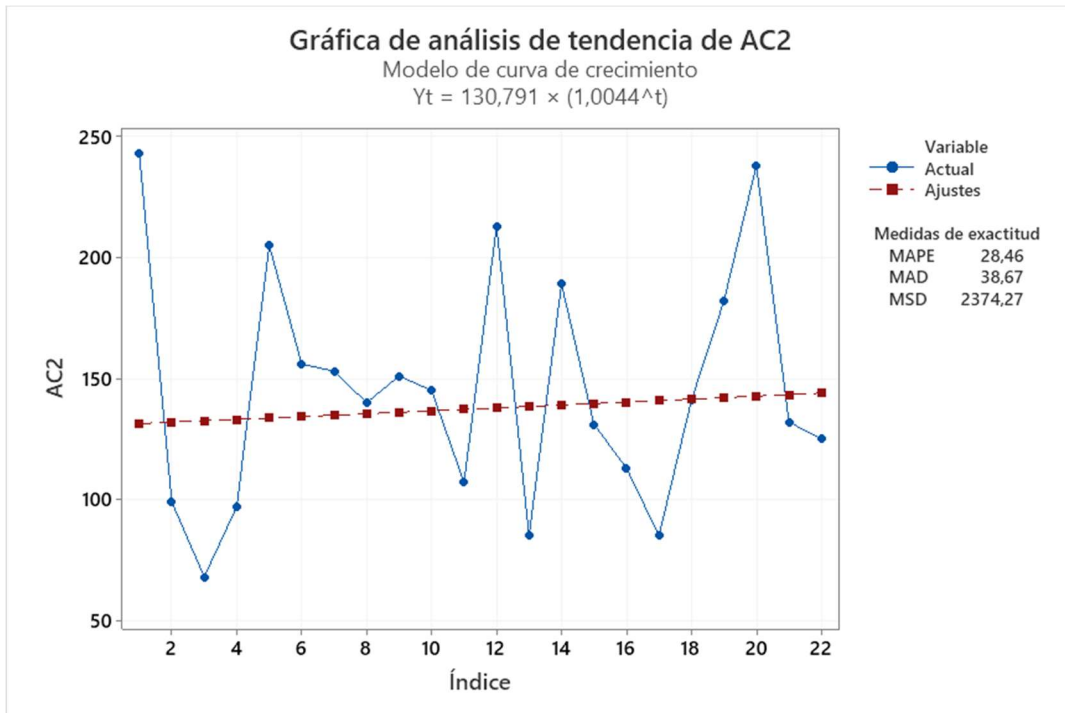
Al observar las dos tendencias y su error en cada gráfica de los datos, las cuerdas AC2 al igual que en las cuerdas AC1 el comportamiento de la tendencia es exponencial.

Analizando las tendencias lineal y exponencial para los productos AC1 y AC2 se puede observar una decreciente en ambas tendencias, sin embargo, a continuación, se realiza el gráfico de ambos productos para observar la tendencia exponencial sin tomar en cuenta los meses en los cuales ocurre la cuarentena:



*Figura 29.* Tendencia exponencial ventas AC1 desde 2018 hasta febrero 2020.

Tomado de (Cifuentes Strings, 2020)



*Figura 30.* Tendencia exponencial ventas AC1 desde 2018 hasta febrero 2020.

Tomado de (Cifuentes Strings, 2020)

Estos gráficos se incluyen en el presente proyecto para entendimiento del comportamiento de los datos. En los cuales, a lo largo del tiempo, la empresa ha venido en crecimiento. Dada la situación de la pandemia afecta de manera enorme a la data histórica y además genera ruido en los datos aumentando el MAPE. Debido a que la situación de la pandemia continua se toma en cuenta los datos del mes de marzo y abril para ajustar a la nueva realidad que debe enfrentar la empresa.

### 5.2.2 Pronóstico

Teniendo en cuenta los datos y análisis antes mencionados, se realiza los pronósticos en el programa SPSS de IBM, el mismo que posee una interfaz integrada en la cual ejecuta regresiones y estadística avanzada. El programa mediante su interfaz analiza los datos que se ingresan en el sistema y compara los métodos predictivos tradicionales y selecciona de manera autónoma el método que mejor se adapte según el comportamiento de los datos. El rango de datos que se utiliza es desde junio del 2018 hasta abril 2020, sin tomar en cuenta

el dato real de marzo y septiembre del 2019 debido a que son datos atípicos por el desabastecimiento, por lo que, se suaviza el valor para no causar demasiado ruido en los meses mencionados.

En primer lugar, se ingresa los datos de las cuerdas AC1. A continuación se muestra los resultados:

Tabla 12.

### Resultados de pronósticos de AC1 en SPSS

#### ➔ Modelizador de series temporales

Descripción del modelo			
		Tipo de modelo	
ID de modelo	AC1	Modelo_1	Estacional simple

Estadísticos del modelo			
Modelo	Número de predictores	Estadísticos de ajuste del modelo	
		R cuadrado estacionaria	R cuadrado
AC1-Modelo_1	0	,860	,639

Predicción									
Modelo		Mayo 2020	Jun 2020	Jul 2020	Ago 2020	Sep 2020	Oct 2020	Nov 2020	Dic 2020
AC1-Modelo_1	Predicción	55	83	20	77	23	108	80	73
	UCL	100	130	69	128	75	163	136	131
	LCL	10	37	-28	26	-29	54	24	16

Para cada modelo, las predicciones empiezan después del último valor no perdido en el rango del período de estimación solicitado, y finaliza en el último período para el cual los valores perdidos de todos los predictores están disponibles o al final de la fecha del período de predicción solicitado, lo que suceda antes.

En la tabla anterior se puede observar el resultado del análisis de los pronósticos de los productos AC1, en el cual, el programa SPSS con su interfaz integrada asigna al modelo de estacionalidad simple como el método idóneo para los datos ingresados, en el cual compara diferentes modelos y asigna el que tenga menor error en sus pronósticos.

Se puede observar que el  $R^2$  en el pronóstico de las cuerdas AC1 es de 0.639, no tan alejado al 1 que es el objetivo principal, a pesar de los datos atípicos que debemos incluirlos para que se acerque más a la realidad en esta pandemia que

vive el país. Mientras mayor sea el  $R^2$  o más cercano sea a 1, esto quiere decir que la ecuación de la regresión se ajusta de mejor manera (Calzada, 2019).

A continuación, se muestra la gráfica del pronóstico realizado:

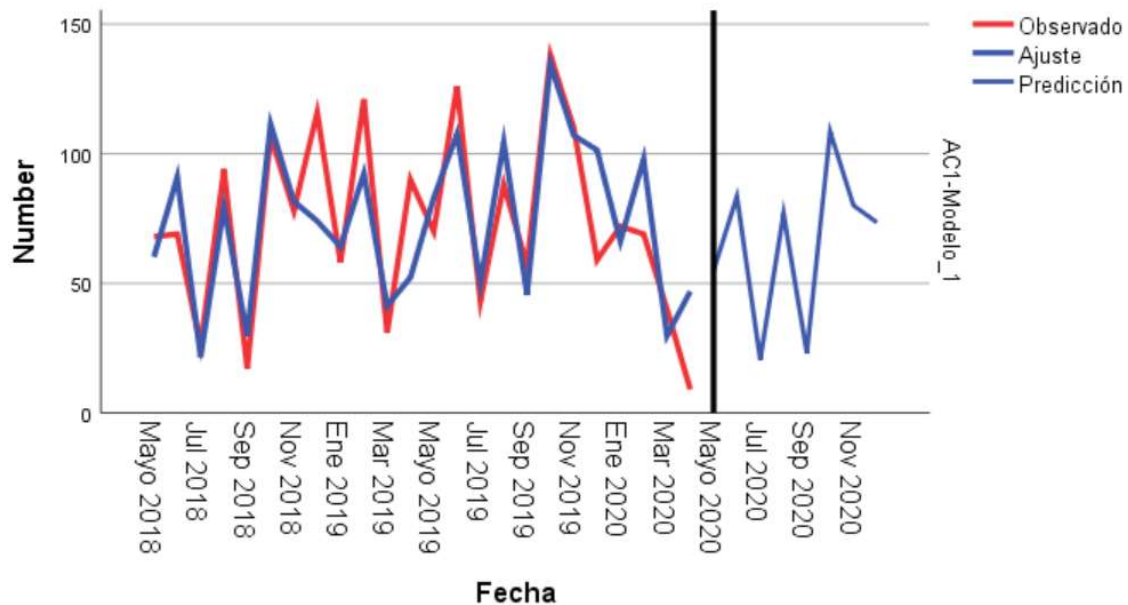


Figura 31. Pronóstico ventas AC1.

Debido a la situación actual se realiza un pronóstico para los 8 meses siguientes, es decir hasta final del 2020. En el gráfico se puede observar como el pronóstico se ajusta de una manera certera a la data histórica de las ventas de cuerdas AC1, más que todo debido a los valles por la pandemia.

En segundo lugar, tenemos el pronóstico de las cuerdas AC2, para lo cual se utiliza el mismo período de tiempo desde junio 2018 hasta abril 2020. La tabla del análisis, valores y selección del método pronosticado se muestra a continuación:

Tabla 13.

*Resultados de pronósticos de AC2 en SPSS*➔ **Modelizador de series temporales****Descripción del modelo**

Tipo de modelo			
ID de modelo	AC2	Modelo_1	Estacional simple

**Estadísticos del modelo**

Modelo	Número de predictores	Estadísticos de ajuste del modelo	
		R cuadrado estacionaria	R cuadrado
AC2-Modelo_1	0	,857	,243

**Predicción**

Modelo		Mayo 2020	Jun 2020	Jul 2020	Ago 2020	Sep 2020	Oct 2020	Nov 2020	Dic 2020
AC2-Modelo_1	Predicción	156	136	91	97	137	140	159	181
	UCL	256	237	193	199	239	243	263	285
	LCL	55	35	-10	-5	34	37	56	77

Para cada modelo, las predicciones empiezan después del último valor no perdido en el rango del período de estimación solicitado, y finaliza en el último período para el cual los valores perdidos de todos los predictores están disponibles o al final de la fecha del período de predicción solicitado, lo que suceda antes.

En esta ocasión para los productos AC2, el método seleccionado es el mismo que en el pronóstico de AC1, es decir, estacional simple. Cabe recalcar que la selección del método es mediante la interfaz autónoma que seleccione el modelo óptimo para pronosticar.

Se puede observar un  $R^2$  menor al anterior modelo de AC1, esto debido a los datos atípicos principalmente en los últimos dos meses sin embargo de forma gráfica se puede observar el cómo se ajusta de manera idónea a la data histórica.

A continuación, se muestra la gráfica de los datos pronosticados con respecto a la data histórica de las ventas de las cuerdas AC2:

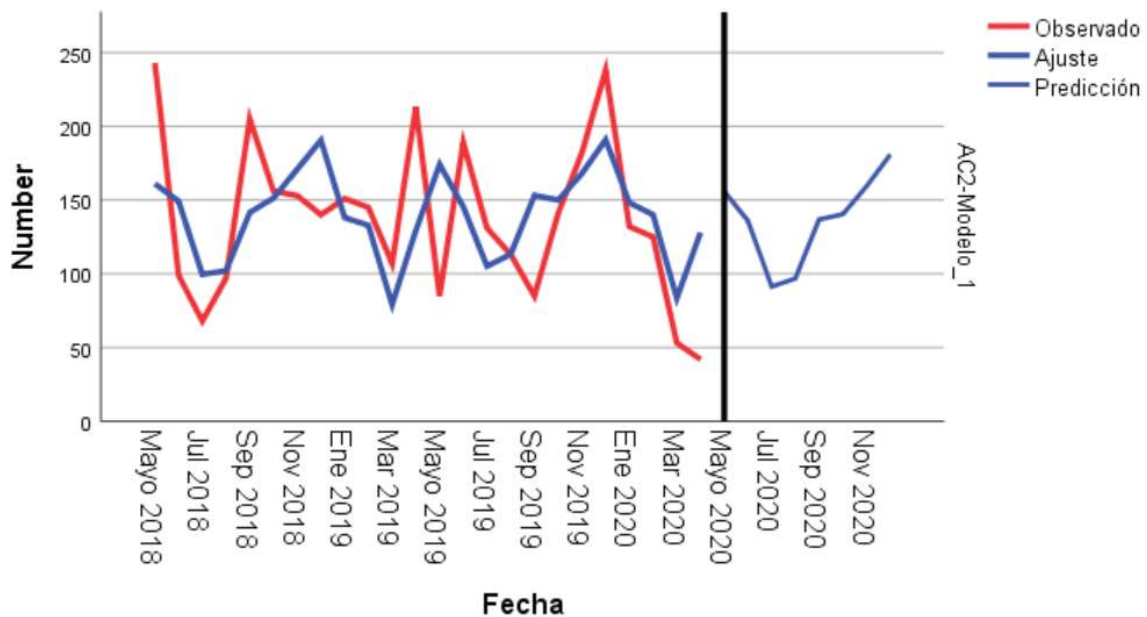


Figura 32. Pronóstico ventas AC2.

En la gráfica anterior se puede observar el comportamiento del pronóstico que realiza el programa SPSS, el mismo que se ajusta de manera idónea a la situación futura óptima. Es importante destacar que, si bien la empresa viene con una tendencia exponencial creciente, el pronóstico se ajusta a la realidad que vivirá el país con las nuevas restricciones debido a la pandemia.

En los dos productos de cuerdas se utiliza modelo estacional simple el mismo que es un suavizado exponencial que se aplica cuando existe una tendencia, en ambos casos es exponencial, con un efecto estacional que se mantiene durante un período determinado.

Para suavizar el modelo, los parámetros que utiliza son la estación y el nivel. Es muy parecido a ARIMA en el cual no existen órdenes de autorregresión, en donde  $p$  que en este caso es los meses está contenido en el intervalo estacional. El período en este caso es todo el año por lo cual  $p$  sería igual a 12 (Gardner, 2006).

En conclusión, la data histórica se ve afectada de manera enorme por los últimos dos meses, marzo y abril del 2020, esto debido a que en ambos productos se convierte en un valle y en ventas menores a las que se tenía en años anteriores. El pronóstico que se realiza tiene un suavizado exponencial de acuerdo con la

estacionalidad, por lo cual se adecua de manera correcta a la situación futura que vivirá el país y la empresa debido al COVID-19.

Se pronostica que las ventas se mantengan con un pequeño incremento con respecto a abril y marzo, sin embargo, se mantiene menor a la tendencia exponencial creciente que hubiese sido en el caso hipotético que no ocurriese la pandemia.

Por lo cual, se utilizará en el presente proyecto los pronósticos antes escritos debido al correcto ajuste que se puede apreciar y debido a que, el programa SPSS con su interfaz compara los diferentes modelos para seleccionar el óptimo. Es importante mencionar que ningún pronóstico es 100% certero, sin embargo, se busca llegar lo más cercano a una futura realidad.

### **5.3 BOM (Bill Of Materials)**

Una vez segregado el producto e identificado cual es el grupo que se desarrollará a lo largo del presente proyecto, es importante hacer una explosión de los materiales que ocupada cada uno de los productos, logrando identificar la materia prima, los ensamblajes y componentes de los diferentes productos.

Se lo realiza de forma jerárquica, de este modo, en primer lugar, y en lo más alto, se visualiza el producto terminado y al último en los niveles inferiores, los componentes y materiales individuales. BOM es esencial para la planificación de recursos ERP y a su vez la planificación de materiales necesarios MRP (GRANT, 2019).

De esta forma se puede enlistar e identificar las partes y materia prima necesaria para la fabricación de cuerdas de la guitarra clásica.

El BOM es un *'input'* esencial para el MRP o *'Material Requirements Planning'* por lo cual es importante hacer la explosión de los productos AC1 y AC2.

En primer lugar, están las cuerdas AC1 el mismo que se detalla a continuación los materiales necesarios:

Tabla 14.

*Descripción de la materia prima de AC1*

Nombre Común	Descripción Física de la materia prima			Imagen Materia Prima			
<b>Monofilamento de Nylon</b>	Monofilamentos de Nylon Negro	<b>1era</b>	<b>2da</b>	<b>3era</b>			
		0.71 mm	0.81 mm	1.02 mm			
<b>Núcleo de Multifilamento de Nylon</b>	Multifilamento de Nylon continuo.	1060 dtex					
<b>Aleación Metálica de 80/20 Brass</b>	Alambre de color dorado hecho a base de cobre y zinc 80/ 20 Brass (latón)	<b>Diámetro</b>					
		<b>4ta</b>	<b>5ta</b>	<b>6ta</b>			
		0.006 in	0.085	0.0125in			
<b>Fundas plásticas</b>	13 x 21 cm	sin cierre /Zipper					
<b>Sobres &amp; Stickers</b>	Se puede usar :	<b>Sobres de papel</b>			<b>Stickers Dorados</b>		
		<b>Agudos</b>	<b>Bajos</b>	<b>Tensión</b>	<b>1era</b>	<b>2da</b>	<b>3ra</b>
		Black Nylon	80/20 Brass	Normal	<b>4ta</b>	<b>5ta</b>	<b>6ta</b>

Tomado de (Cifuentes Strings, 2020)




En la tabla anterior se detalla la materia prima necesaria, como preámbulo para entender los componentes del producto AC1. Se encuentra también las dimensiones que caracterizan a la materia prima, así como el detalle y nombre de estas.

Por otra parte, están las cuerdas AC2 las mismas que se detalla a continuación las características de la materia prima necesaria:



Tabla 15.

*Descripción de la materia prima de AC2*

Descripción de Materias Primas							
Nombre Común	Descripción Física de la materia prima			Imagen Materia Prima			
Monofilamento de Nylon Cristal	Nylon de color transparente, cristalino	1era	2da	3era			
		0.73 mm	0.83 mm	1.03 mm			
Núcleo de Multifilamento de Nylon	Multifilamento de Nylon continuo.	1060 dtex					
Silver Plated Copper 2%	Alambre de color blanco brillante hecho a base de cobre y baño de plata.	Diámetro					
		4ta	5ta	6ta			
		0.0055 in	0.0085 in	0.012in			
Fundas plásticas	13 x 21 cm	sin cierre /Zipper					
Sobres & Stickers	Se puede usar :	Sobres de papel			Stickers Plateados		
		Agudos	Bajos	Tensión	1era	2da	3ra
		Clear Nylon	Silver Plated Cooper	Normal	4ta	5ta	6ta

Tomado de (Cifuentes Strings, 2020)

La tabla muestra la materia prima necesaria para las cuerdas AC2. Es importante señalar que los dos productos comparten materia prima en común que son: el núcleo de multifilamento de nylon, que es el multifilamento de nylon continuo y las fundas plásticas que se utilizan una vez que son ensamblados.

Aunque la materia prima parece ser similar para las cuerdas, especialmente entre los números de cuerda, es decir, la cuerda 1 de AC1 y la cuerda 1 de AC2 y así sucesivamente con el resto de los números de cuerdas; estos presentan una variación en el diámetro la misma que define las características y calidad del producto.

Una vez identificada la materia prima necesaria para la producción de las cuerdas AC1 y AC2, se debe detallar las cantidades, así como los componentes en el *'bill of materials'*. Por lo cual, a continuación, se realiza la codificación para las cuerdas AC1 y AC2, para la elaboración posterior del BOM:

Tabla 16.

*Detalle materia prima cuerdas AC1*

	CUERDA	MATERIA PRIMA 1	Peso en Gramos necesario	MATERIA PRIMA 2	Peso en Gramos necesario
AC1	1	MF-NE-01	0,469		
	2	MF-NE-02	0,594		
	3	MF-NE-03	0,941		
	4	MU-NY-01	0,023	BR-01	1,860
	5	MU-NY-01	0,023	BR-02	3,000
	6	MU-NY-01	0,023	BR-03	4,520

Tomado de (Cifuentes Strings, 2020)

En la tabla anterior se puede observar la materia prima necesaria con la codificación que mantiene la empresa internamente, en donde: MF-NE, corresponde al monofilamento de nylon negro, con sus respectivos diámetros para las tres primeras cuerdas, cada uno diferente como se detalla en el cuadro 6.

Además, tenemos MU-NY, que corresponde al multifilamento de Nylon continuo, este solo hay una dimensión para las cuerdas 4, 5 y 6. Por último, BR que corresponde a la Aleación Metálica de 80/20 Brass, que tiene diámetro diferente dependiendo la cuerda como se detalla en el cuadro 6.

A continuación, se realiza el BOM del ensamble de las cuerdas AC1:



Figura 33. BOM cuerdas AC1.

En la figura anterior se observa los componentes codificados para la fabricación del juego de cuerdas AC1, con sus pesos respectivos para la elaboración de las cuerdas correspondientes.

Por otra parte, tenemos la codificación de los componentes de las cuerdas AC2, las mismas que se muestran a continuación:

Tabla 17.

*Detalle materia prima cuerdas AC1*

	<b>CUERDA</b>	<b>MATERIA PRIMA 1</b>	<b>Peso en Gramos necesario</b>	<b>MATERIA PRIMA 2</b>	<b>Peso en Gramos necesario</b>
AC2	1	MF-CR-01	0,469		
	2	MF-CR-02	0,597		
	3	MF-CR-03	0,922		
	4	MU-NY-01	0,023	SPL-01	1,861
	5	MU-NY-01	0,023	SPL-02	3,097
	6	MU-NY-01	0,023	SPL-03	5,070

Tomado de (Cifuentes Strings, 2020)

De igual manera que en las cuerdas AC1, para las cuerdas AC2 se ha tomado la codificación existente que manejaba la empresa, por lo tanto: MF-CR, hace referencia al nylon de color transparente cristalino que tiene un diámetro diferente dependiendo del número de cuerda.

Además, contiene MU-NY, que es el multifilamento de nylon continuo para las cuerdas de la cuarta a la sexta y, por último, SPL que corresponde al alambre de color blanco brillante hecho a base de cobre y baño de plata, con un diámetro diferente para cada cuerda, según detalla el cuadro 7.

Una vez identificados los códigos y materia prima necesaria, se realiza el BOM para de ensamble de las cuerdas AC2:



Figura 34. BOM cuerdas AC2.

Se puede apreciar de manera más visual los componentes necesarios para fabricar las cuerdas, lo importante a considerar son los diámetros del material ya que este define el tipo de sonido, así como el material que determina la calidad del producto.

Se puede observar que para el ensamblaje de cuerdas AC1 y AC2 son necesarios 7 materias primas por juego de cuerdas respectivamente. Aunque el proceso de producción es similar lo que determina el tipo de juego de cuerdas es la materia prima que se utiliza.

Estas cantidades y detalles nos ayudan de manera directa para la planificación de la materia prima que se requiere para producir los juegos de cuerdas. Además, garantiza tener más control en el inventario, esto debido a que Cifuentes Strings no contaba con el BOM de los productos. Es por esto, que el BOM también ayuda a reducir desperdicios y estimar costos necesarios para la producción de cuerdas AC1 y AC2.

Una vez que se conoce las cantidades que se necesita para la producción con el BOM y las cantidades que se requiere producir con el 'forecast' realizado anteriormente, es importante saber las cantidades de materia prima y componentes que la empresa posee actualmente, por lo cual, se debe tener un control del inventario y muy importante mantenerlo actualizado, para que haya menor variabilidad y así no haya demasiado inventario de materia prima o peor aún, desabastecimiento.

## **5.4 Cantidad óptima de pedido**

Una vez realizada la lista de materiales para los dos productos y con el análisis de inventario se busca saber cuál es la cantidad óptima de pedido. La misma que busca mediante la igualación de los costos de los productos, obtener el valor o cantidad óptima para realizar un pedido, resultando en la cantidad que sea más productiva para la empresa.

Estos cálculos ayudan no solo a determinar la cantidad del pedido, también permiten conocer los costos o variables que se aplican para realizar estos pedidos tales como: el costo de mantener inventario, el tiempo que transcurre entre los pedidos y cuantos pedidos se realiza en un período de tiempo, que por lo general se tiene en cuenta un año calendario (Salazar, 2019).

### **5.4.1 Costo de mantener inventario**

El inventario de las empresas cada vez más ha sido motivo de análisis y mejora, esto debido a que, si no se realiza una correcta gestión, puede representar en grandes cantidades de dinero invertidas en los materiales almacenados, sin tener flujo de dinero.

Es importante el control de este costo, debido a que así la empresa puede ser más productiva mejorando directamente a la cartera de la empresa. La tasa anual del inventario determina la cantidad que se necesita para mantener el inventario con respecto a las ventas totales. De este modo la empresa debe enfocarse a futuro a minimizar estos costos (Libby, 2019).

Para lo cual, para Cifuentes Strings se ha tenido en cuenta 4 factores esenciales para poder determinar el porcentaje de la tasa anual de mantenimiento. En primer lugar, los costos que están atados a mantener el inventario, es decir el área en donde se almacenan, arriendo, el servicio de internet, entre otros.

Por otra parte, se tiene en cuenta la mano de obra que interviene en el proceso del inventario es decir '*picking*', mover, organizar, entre otros. Por último, se consideran los valores que se relacionan con la seguridad del inventario, para lo cual interviene el seguro que tiene la empresa y la seguridad del lugar (Chan, 2016).

Teniendo en cuenta los valores antes mencionados, se obtiene una sumatoria total de \$2177, los cuales nos ayudan a determinar la tasa de mantenimiento, teniendo en cuenta también el promedio de inventario. Es importante mencionar que el período de tiempo considerado es mensual, por lo tanto, con el valor del inventario que explica el cuadro 12, que corresponde a \$10616,75 se lo emplea en la fórmula:

$$\frac{2177,00}{10616,75} = 0,205$$

Una vez realizada la ecuación, se obtiene una tasa de mantenimiento anual de 21%, la misma que se usará en el costo anual del mantenimiento para el EOQ.

Por otra parte, para el costo de mantener es necesario multiplicar los valores del costo de la unidad por la tasa de mantenimiento anual. Los valores del costo de la unidad se encuentran detallados en el siguiente cuadro:

Tabla 18.

*Costo de pedir por materia prima de cuerdas AC1 y AC2*

<b>Juego</b>	<b>Cuerda</b>	<b>CODIGO</b>	<b>COSTO /unidad</b>
AC1	1	MF-NE-01	\$ 0,04
AC1	2	MF-NE-02	\$ 0,05
AC1	3	MF-NE-03	\$ 0,07
AC1	4	BR-01	\$ 0,07
AC1	5	BR-02	\$ 0,07
AC1	6	BR-03	\$ 0,09
AC1 y AC2	4,5,6	MU-NY-01	\$ 0,03
AC2	1	MO-FI-CR-01	\$ 0,04
AC2	2	MO-FI-CR-02	\$ 0,05
AC2	3	MO-FI-CR-03	\$ 0,07
AC2	4	SI-PL-01	\$ 0,07
AC2	5	SI-PL-02	\$ 0,11
AC2	6	SI-PL-03	\$ 0,17

Por lo cual, para el cálculo del EOQ se multiplicará cada valor de la materia prima, por la tasa anual de mantenimiento calculada anteriormente.

### 5.4.2 Costo de pedir

Este costo se lo puede resumir como los cargos de importación de cada materia prima, sin tener en cuenta cualquier descuento que haga el proveedor, más todos los gastos de la empresa que adquiere los productos (CEUPE, 2020). Para el costo de pedir se tiene en cuenta los valores asociados a cada materia prima, que se ven relacionados con el valor de la venta del producto y la utilidad que tiene el mismo.

Para la materia prima se asume un valor igual para los diferentes materiales, en este caso los dos juegos de cuerdas ocupan 7 materias primas compartiendo una entre sí, por lo tanto, el costo se distribuirá para las 13 materias primas. A través de una hoja de cálculo de Excel® se obtiene que el valor es de \$1,17 asumiendo este valor para todas las materias primas correspondientes a la elaboración de cuerdas AC1 y AC2.

### 5.4.3 Lead time

Este término hace referencia al tiempo transcurrido desde que se hace la orden hasta el momento en que esta lista para enviar o que está disponible para su uso, dependiendo de los términos de negociación de las dos partes. Su importancia radica directamente en la planificación de la producción y compras por parte de quien hace la compra y, por otra parte, en la satisfacción del cliente del lado del vendedor.

El '*lead time*' no se considera como una muda o desperdicio según la teoría Lean, sin embargo, se busca reducir estos tiempos para ser mucho más productivo (Lester, 2017).

Es importante tener en cuenta el tiempo que se demora desde que se realiza el pedido hasta que llegue a la planta para poder hacer uso de la materia prima en Cifuentes Strings, para lo cual es necesario aclarar que ciertas materias primas se consolidan para su importación. A continuación, se enlista los proveedores con sus tiempos respectivos:

Tabla 19.

*Proveedores y lead times de materias primas de AC1 y AC2*

	MATERIA PRIMA	Proveedor	Lead Time	
			Tiempo en llegar a consolidador	Tiempo en llegar a Ecuador (si no se consolida)
AC1	MO-FI-NE-01	NTH	NO CONSOLIDA	45 días
	MO-FI-NE-02	NTH	NO CONSOLIDA	45 días
	MO-FI-NE-03	NTH	NO CONSOLIDA	45 días
	BR-80/20-01	Ken-Tron	10 a 15 Días	+ 21 días
	BR-80/20-03	Ken-Tron	10 a 15 Días	+ 21 días
	BR-80/20-04	Ken-Tron	10 a 15 Días	+ 21 días
EN COMUN	MU-NY-01	PHP Fibers	10 a 15 Días	+ 21 días
AC2	MO-FI-CR-01	NTH	NO CONSOLIDA	45 días
	MO-FI-CR-02	NTH	NO CONSOLIDA	45 días
	MO-FI-CR-03	NTH	NO CONSOLIDA	45 días
	SI-PL-01	United Wire	20 a 30 días	+ 21 días
	SI-PL-02	United Wire	20 a 30 días	+ 21 días
	SI-PL-03	United Wire	20 a 30 días	+ 21 días

Al tener en cuenta los tiempos de las materias primas que se consolidan, se puede apreciar que las de mayor tiempo de ciclo es la del proveedor United Wire, la cual indica que puede durar hasta 30 días, y al ser la de mayor tiempo es la que se tendrá en cuenta para las materias primas que se consolidan. A estos días que se demora en llegar al consolidador en Miami, se debe adicionar 21 días que es el tiempo que tarda en llegar desde que se realiza el envío por parte del consolidador hasta que llegue a la planta.

La empresa emplea la estrategia de envío con consolidador ya que, si envía las materias primas por separado, el costo del flete y de los trámites aduaneros sería mayor.

#### **5.4.4 Demanda por materia prima**

Una de las suposiciones del EOQ es que, la demanda debe mantenerse constante, por lo cual, se asume un promedio del pronóstico realizado anteriormente, esto debido a que se busca la cantidad óptima de pedido y posteriormente el tiempo óptimo con el MRP.



A continuación, se analiza la demanda necesaria, para lo cual se ha tenido en cuenta el pronóstico y la lista de materiales realizados anteriormente:

Tabla 20.

*Demanda real por materia prima para cuerdas AC1 y AC2*

	Cuerda	<b>CODIGO</b>	Promedio Demanda	Unidades Necesarias	Demanda Real en unidades
AC1	1	MF-NE-01	65	1	65
	2	MF-NE-02	65	1	65
	3	MF-NE-03	65	1	65
	4	BR-01	65	1	65
	5	BR-02	65	1	65
	6	BR-03	65	1	65
	4,5,6	MU-NY-01	65	3	195
AC2	1	MO-FI-CR-01	137	1	137
	2	MO-FI-CR-02	137	1	137
	3	MO-FI-CR-03	137	1	137
	4	SI-PL-01	137	1	137
	5	SI-PL-02	137	1	137
	6	SI-PL-03	137	1	137
	4,5,6	MU-NY-01	137	3	411

En la tabla anterior se identifica la demanda real en unidades, teniendo en cuenta la lista de materiales, el mismo que nos dice cuántas unidades se necesita para la producción del juego de guitarras y el pronóstico promedio mensual. Es importante acotar que para un mejor entendimiento se realiza la demanda en unidades de la materia prima, sin embargo, los pedidos se realizan en libras. Por lo tanto, para el análisis final para realizar el pedido se transformará de unidades a libras.

Como se puede analizar en el cuadro se tiene la demanda pronosticada por cada materia prima dependiendo del tipo de cuerda, en el caso de MU-NY-01 es necesario para las cuerdas 4,5 y 6 de los juegos de AC1 y AC2 por lo tanto tiene mayor demanda que las otras materias primas.

#### 5.4.5 EOQ

Una vez que se tiene los datos para calcular la cantidad óptima del pedido o EOQ se debe realizar el cuadro para su respectivo cálculo aplicando la siguiente ecuación:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 D E}{A}}$$

(Ecuación 4)

**D = Demanda anual.**

**E = Coste de preparación por pedido.**

**A = Coste de almacenamiento.**

Es relevante considerar las restricciones y datos adaptados al cálculo del EOQ. A continuación, se realiza el cuadro en una hoja de cálculo de Excel ®:

Tabla 21.

*EOQ para materia prima de AC1 y AC2*

Juego	Cuerda	CODIGO	COSTO /unidad	STOCK	PROVEEDOR	DEMAND A (unidades mensual)	DEMANDA (unidades anual)	K COSTO DE PEDIR /pedido	I % ALMACENAR /año	Q* CANT ECO PEDIDO /unidades
AC1	1	MF-NE-01	\$ 0,04	3939	NTH	65	780	\$ 1,17	21%	494
AC1	2	MF-NE-02	\$ 0,05	2549	NTH	65	780	\$ 1,17	21%	433
AC1	3	MF-NE-03	\$ 0,07	396	NTH	65	780	\$ 1,17	21%	349
AC1	4	BR-01	\$ 0,07	1729	Ken-Tron	65	780	\$ 1,17	21%	361
AC1	5	BR-02	\$ 0,07	5512	Ken-Tron	65	780	\$ 1,17	21%	343
AC1	6	BR-03	\$ 0,09	478	Ken-Tron	65	780	\$ 1,17	21%	317
AC1	4,5,6	MU-NY-01	\$ 0,03	1548	PHP Fibers	195	2340	\$ 1,17	21%	931
AC2	1	MO-FI-CR-01	\$ 0,04	1731	NTH	137	1644	\$ 1,17	21%	718
AC2	2	MO-FI-CR-02	\$ 0,05	1378	NTH	137	1644	\$ 1,17	21%	630
AC2	3	MO-FI-CR-03	\$ 0,07	639	NTH	137	1644	\$ 1,17	21%	507
AC2	4	SI-PL-01	\$ 0,07	705	United Wire	137	1644	\$ 1,17	21%	515
AC2	5	SI-PL-02	\$ 0,11	425	United Wire	137	1644	\$ 1,17	21%	413
AC2	6	SI-PL-03	\$ 0,17	177	United Wire	137	1644	\$ 1,17	21%	327
AC2	4,5,6	MU-NY-01	\$ 0,03	1547	PHP Fibers	411	4932	\$ 1,17	21%	1351

Mediante la tabla anterior se calcula la cantidad óptima de pedido que se muestra en la última columna de color azul, la misma que ayuda a que los costos de inventario y el costo de pedir se reduzcan. Se realiza en primer lugar, la materia prima correspondiente al juego de cuerdas AC1 en las 7 primeras filas, mientras que, en las 7 siguientes se realiza para AC2. La materia prima con código MU-

NY-01 es necesaria para los dos productos por lo cual, se ha dividido para cada producto como se observa en el cuadro.

Debido a que se busca consolidar y realizar las compras con relación a un mismo tiempo entre ellas, se estandariza el EOQ con respecto al tiempo, por lo cual, se realiza la cantidad óptima con respecto a 5 meses de abastecimiento, es decir, se hace la relación para encontrar la cantidad óptima de compra en este período, para tener el mismo tiempo de compra para las materias primas.

Por lo tanto, la cantidad óptima de compra para el MRP se muestra a continuación:

Tabla 22.

*EOQ con tiempo predeterminado y tiempo estandarizado en 5 meses*

Juego	Cuerda	CODIGO	Cantidad	Tiempo de reposición en meses según EOQ	Pedido estandarizado cada 5 meses
AC1	1	MF-NE-01	494	7,6	307
AC1	2	MF-NE-02	433	6,7	307
AC1	3	MF-NE-03	349	5,4	307
AC1	4	BR-01	361	5,6	307
AC1	5	BR-02	343	5,3	307
AC1	6	BR-03	317	4,9	307
AC1	4,5,6	MU-NY-01	931	4,8	921
AC2	1	MO-FI-CR-01	718	5,2	647
AC2	2	MO-FI-CR-02	630	4,6	647
AC2	3	MO-FI-CR-03	507	3,7	647
AC2	4	SI-PL-01	515	3,8	647
AC2	5	SI-PL-02	413	3,0	647
AC2	6	SI-PL-03	327	2,4	647
AC2	4,5,6	MU-NY-01	1351	3,3	1941

Se puede observar la cantidad óptima de pedido en un tiempo estandarizado de 5 meses, la misma que se utilizará como el tamaño de lote para cada materia prima en el MRP.

Para saber los tiempos y el punto de reorden se realiza un MRP, debido a que en el EOQ se ocupa una demanda promedio mientras que en el MRP se puede utilizar una demanda real diferente de acuerdo con el mes.

## 5.5 MRP

Una vez que tenemos la cantidad óptima para pedir, es mandatorio tener en cuenta el momento que debemos hacer el reabastecimiento de los materiales para poder producir en la planta. De este modo se tiene un control en los pedidos y el provisionamiento de la materia prima, para poder cumplir con la demanda que se debe producir en planta. La importancia del MRP radica en que se hace uso de la demanda real, no se usa promedios o se asume una demanda. Se basa en la data histórica para poder tener en cuenta el pronóstico de lo que se necesita, así como, los componentes necesarios. Ayuda de manera directa a la satisfacción del cliente ya que se busca abastecer con la materia prima necesaria para cumplir con los pedidos a lo largo del tiempo (DATADEC, 2019).

### 5.5.1 Safety Stock

Es importante que la empresa cuente con un stock de seguridad, el mismo que le ayuda de manera directa a cumplir con la demanda del cliente en caso de haber casos atípicos, en los cuales se necesita tener mayor demanda o en caso de que el '*lead time*' se extienda. Para lo cual la empresa busca tener un nivel de servicio del 95%. Por lo tanto, se aplica la siguiente fórmula aplicada por Heizer & Render:

$$\text{Safety stock} = Z * \sigma_{dLT}$$

(Ecuación 5)

Donde:

Z = el nivel de servicio de la distribución normal estándar.

$\sigma_{dLT}$  = es la desviación estándar del lead time.

Teniendo en cuenta la ecuación anterior se realiza el cálculo de Z y de la desviación estándar del 'lead time' en una hoja de cálculo de Excel®, por lo que se tiene los siguientes valores:

$$\begin{aligned} Z &= 1,644854 \\ \sigma_{dLT} &= 12,43543 \end{aligned}$$

Teniendo en cuenta los valores antes mencionados, se aplica la fórmula para obtener la cantidad del stock de seguridad a continuación:

$$SS = Z \times \sigma_{dLT}$$

$$SS = 1,644854 \times 12,43543$$

$$SS = 20$$

Por lo tanto, se debe tener 20 productos de 'Safety Stock'. Esta cantidad se verá reflejada en el MRP en la fila de proyecciones de disponibilidad en la cual se debe reflejar un valor mínimo de 20. Se busca tener estos veinte productos todo el momento y en los pronósticos siempre debe existir esta disponibilidad para casos imprevistos que requieran más productos.

### 5.5.2 Resolución del MRP

Es importante tener todos los datos disponibles para poder realizar el MRP, anterior al EOQ se realizó el análisis y elaboración de las entradas necesarias para poder planificar el requerimiento de materiales. Por lo cual, a continuación, se presenta el cuadro con las entradas y datos necesarios para el cálculo del MRP:

Tabla 23.

#### *Inputs para MRP*

	SKU	Inventario actual en unidades	Tamaño de Lote	Lead Time (días)	Lead Time (meses)
AC1		1	L x L	3	0
AC1	MF-NE-01	3939	307	45	2
AC1	MF-NE-02	2549	307	45	2

AC1	MF-NE-03	396	307	45	2
AC1	BR-01	1729	307	45	2
AC1	BR-02	5512	307	45	2
AC1	BR-03	478	307	45	2
AC2		18	L x L	3	1
AC2	MO-FI-CR-01	1731	647	45	2
AC2	MO-FI-CR-02	1378	647	45	2
AC2	MO-FI-CR-03	639	647	45	2
AC2	SI-PL-01	705	647	51	2
AC2	SI-PL-02	425	647	51	2
AC2	SI-PL-03	177	647	51	2
AC1 y AC2	MU-NY-01	3095	921	45	2

Cada una de las entradas serán necesarias para realizar una correcta planificación del requerimiento de materiales. Teniendo en cuenta los datos anteriores, se realiza el MRP por cada materia prima de los productos de cuerdas AC1 y AC2. De esta manera la empresa puede analizar cuando es necesario hacer el pedido, para lo cual se realiza con la cantidad óptima calculada en el EOQ.

Además, con la cantidad calculada para el stock de seguridad, se debe tener un mínimo de 20 unidades disponibles, lo cual se verá reflejado en el MRP en las proyecciones disponibles. El MRP necesita la demanda real por lo cual se hace uso de la demanda pronosticada en el punto 5.2.2. A continuación, se presenta el MRP para las cuerdas AC1 y AC2:

Tabla 24.

*MRP de AC1*

		AC1								
Mes	LT=0	5	6	7	8	9	10	11	12	
Requerimiento Bruto		55	83	20	77	23	108	80	73	
Proyecciones de disponibilidad	1	20	20	20	20	20	20	20	20	
Requerimientos Netos		54	63	0	57	3	88	60	53	
Liberación Planificada de Pedido		74	83	20	77	23	108	80	73	



BR-02									
Mes	LT=2	5	6	7	8	9	10	11	12
Requerimiento Bruto		74	83	20	77	23	108	80	73
Proyecciones de disponibilidad	5512	5438	5355	5335	5258	5235	5127	5047	4974
Requerimientos Netos		0	0	0	0	0	0	0	0
Liberación Planificada de Pedido									

BR-03									
Mes	LT=2	5	6	7	8	9	10	11	12
Requerimiento Bruto		74	83	20	77	23	108	80	73
Proyecciones de disponibilidad	478	404	321	301	224	201	93	347	274
Requerimientos Netos		0	0	0	0	0	0	0	0
Liberación Planificada de Pedido						334			

Tabla 27.

*MRP de materias primas de AC2 sin tener en cuenta MU-NY-01*

MO-FI-CR-01									
Mes	LT=2	5	6	7	8	9	10	11	12
Requerimiento Bruto		158	136	91	97	137	140	159	181
Proyecciones de disponibilidad	1731	1573	1437	1346	1249	1112	972	813	632
Requerimientos Netos		0	0	0	0	0	0	0	0
Liberación Planificada de Pedido									

MO-FI-CR-02									
Mes	LT=2	5	6	7	8	9	10	11	12
Requerimiento Bruto		158	136	91	97	137	140	159	181
Proyecciones de disponibilidad	1378	1220	1084	993	896	759	619	460	279
Requerimientos Netos		0	0	0	0	0	0	0	0
Liberación Planificada de Pedido									

MO-FI-CR-03									
Mes	LT=2	5	6	7	8	9	10	11	12
Requerimiento Bruto		158	136	91	97	137	140	159	181
Proyecciones de disponibilidad	639	481	345	254	157	20	585	426	245
Requerimientos Netos		0	0	0	0	0	120	0	0
Liberación Planificada de Pedido					705				

SI-PL-01									
Mes	LT=2	5	6	7	8	9	10	11	12
Requerimiento Bruto		158	136	91	97	137	140	159	181
Proyecciones de disponibilidad	705	547	411	320	223	86	651	492	311
Requerimientos Netos		0	0	0	0	0	54	0	0
Liberación Planificada de Pedido					705				



SI-PL-02									
Mes	LT=2	5	6	7	8	9	10	11	12
Requerimiento Bruto		158	136	91	97	137	140	159	181
Proyecciones de disponibilidad	425	267	131	40	648	511	371	212	31
Requerimientos Netos		0	0	0	57	0	0	0	0
Liberación Planificada de Pedido			705						

SI-PL-03									
Mes	LT=2	5	6	7	8	9	10	11	12
Requerimiento Bruto		158	136	91	97	137	140	159	181
Proyecciones de disponibilidad	177	19	-117	497	400	263	123	669	488
Requerimientos Netos		0	117	208	0	0	0	36	0
Liberación Planificada de Pedido		705				705			

En las tablas anteriores se puede observar la planificación de requerimiento de las materias para las cuerdas AC1 y AC2. Por lo que, se determina que existe un sobre stock en 6 productos, ya que, desde mayo hasta diciembre no es necesario pedir por lo que tiene demasiado inventario conforme a lo que necesita su demanda. Por otra parte, se debe hacer pedidos para 6 productos, teniendo en cuenta el tamaño del lote óptimo calculado con el EOQ.

No se ha tenido en cuenta la materia prima MU-NY-01 debido a que esta materia prima comparte con los dos productos, por lo que se representa a continuación, realizando la sumatoria de las demandas de los dos productos. Y, por otra parte, esta materia prima se ocupa en 3 cuerdas por juego, es decir, un total de 6 cuerdas entre los dos juegos. A continuación, se muestra la tabla del MRP de la materia prima MU-NY-01:

Tabla 28.

*MRP de MU-NY-01 de AC1 y AC2*

MU-NY-01									
Mes	LT=2	5	6	7	8	9	10	11	12
Requerimiento Bruto		696	657	333	522	480	744	717	762
Proyecciones de disponibilidad	3095	2399	1742	1409	887	407	1945	1228	466
Requerimientos Netos		0	0	0	0	0	337	0	0
Liberación Planificada de Pedido					2282				

En la tabla anterior se observa el requerimiento de MU-NY-01, el mismo que se necesita en los dos productos para 3 cuerdas en AC1 y 3, en AC2.

Con el MRP en cada uno de los niveles, se determina el tiempo en el cual se debe realizar la orden, para poder tener la materia prima necesaria en la planta a tiempo y no ocurra desabastecimiento o sobre inventario, como ocurre con

ciertas materias primas en la actualidad, esto debido a que no se tenía un plan de compra y no se realizaba el requerimiento conforme a la lista de materiales.

Por otra parte, la pandemia afectó al pronóstico realizado, pues la empresa no consideraba la tendencia y no comparaba diferentes modelos, por lo cual solo se asumía una demanda semestral conforme al histórico y se promediaba por igual a los 6 meses. En caso de que esta demanda no se hubiese reducido por él COVID-19, habrían tenido desabastecimiento con la materia prima que si se debía pedir.

Con las tablas anteriores se puede hacer la planificación idónea de los materiales necesarios para producir las cuerdas AC1 y AC2, teniendo en cuenta el tiempo y la cantidad óptima para realizar el pedido.

## **CAPITULO VI: ANÁLISIS DE PROPUESTA DE MEJORA**

Una vez realizada la propuesta de mejora para Cifuentes Strings, es necesario analizar los beneficios que conlleva la implementación de dicha mejora para la empresa. Las mismas que se basan en herramientas, cálculos y métodos de la ingeniería industrial, en este caso, específicamente de la cadena de abastecimiento de la empresa.

Es importante que toda la empresa mantenga una metodología *'Kaizen'* y siempre exista una mejora continua en sus diferentes procesos, áreas, servicios, entre otros. De esta manera el objetivo de esta filosofía es reducir o eliminar los diferentes desperdicios que existe en la empresa y, por otra parte, potenciar los procesos que añaden valor, al producto o servicio (PROGRESSLEAN, 2013).

La propuesta de mejora desarrollada en el presente proyecto propone un modelo de gestión de la cadena de abastecimiento e inventario, por lo que implementarlo no tiene costo para Cifuentes Strings. Lo que se busca es poder gestionar los diferentes eslabones de la cadena de abastecimiento de la manera correcta, para hacer que la empresa sea mucho más productiva, mejorando su nivel de servicio a los clientes al cumplir con la demanda y disminuyendo el impacto a la caja al momento de realizar sus pedidos o almacenar la materia prima. Adicionalmente,

se analizan los beneficios de la propuesta de mejora con respecto a la estrategia que llevará a cabo con respecto al futuro.

### **6.1 Análisis de pronósticos**

Una vez realizado los pronósticos basados en el histórico de ventas se puede tener varias referencias para tener en cuenta a futuro. En primer lugar, como se mostró en el capítulo anterior, la demanda hasta el final del año para los productos AC1 y AC2, la misma que, determina la cantidad necesaria para producir las cuerdas y a su vez, la materia prima necesaria en ese período de tiempo.

Si bien tienen diferentes valores de las demandas su desviación estándar es igual para ambos productos con un valor de 12,44, por lo tanto, el stock de seguridad es el mismo para ambos productos. Por otra parte, existen valores atípicos que son los meses de desabastecimiento que no se debe tener en cuenta para realizar el *'forecast'*, sin embargo, debido a la situación actual que enfrenta el país y el mundo por la pandemia, existen meses en los cuales la demanda disminuye considerablemente que es marzo y abril, meses en los cuales se toma medidas por el gobierno para controlar la movilización y acercamiento social. Pero al mantenerse las medidas de emergencia en los próximos meses, estos datos atípicos antes mencionados se consideran para el cálculo de los valores pronosticados.

Anteriormente, la empresa realizaba un pronóstico basado en la data, pero manteniendo un promedio mensual por lo que no consideraban tendencia o estacionalidad y para el presente año consideraron los datos en los que hubo desabastecimiento por lo que no se tiene valores reales ya que se debe eliminar estos datos.

Disminuye considerablemente lo que se pronostica debido al COVID-19, por lo que, la empresa tiene sobre stock en ciertas materias primas, sin embargo, en caso de no haber existido la pandemia hubiese ocurrido el mismo escenario para las materias primas: MF-NE-01, MF-NE-02 y BR-02; en los cuales tienen stock para más de 1 año por lo que tienen invertido mucho dinero en dichos materiales.

Por otra parte, en caso de no haber existido la reducción de demanda debido a la situación de la pandemia, hubiese ocurrido desabastecimiento en dos materias primas de las cuerdas AC2 para la quinta y sexta cuerda. Esto como resultado de lo que puede ocurrir si no se maneja una correcta gestión del inventario, en la cual, Cifuentes Strings desde años anteriores, presenta dos problemas por la falta de control de su materia prima almacenada que es el desabastecimiento con mayor repercusión y tener dinero invertido en materia prima que durará entre 1 y 2 años, por lo que, finanzas debe ajustar su caja.

Se resume en la siguiente tabla:

Tabla 29.

*Resumen situación actual vs la anterior*

	Antes	Después
Stock de Seguridad	0	20
Pronóstico	Promedio mensual (constante)	Modelo con menor MAPE (menor error)
Pronóstico	Se considera meses de desabastecimiento	No se toma en cuenta Marzo y noviembre por desabastecimiento
Pedidos	Según se revisa inventario	Estandarizados
Pedidos	Se consolida y se añade materia prima de acuerdo con la necesidad del momento	Se planifica con EOQ y MRP para optimizar costos de pedir
Punto de desacople	No se considera	Se define ATO
Segmentación	No hay segmentación de clientes	Se segmenta clientes
Inventario	Desconocimiento de inventario	Control de existencias

## 6.2 Nivel y costo de inventario

Una vez que se obtiene el valor de las ventas que se recupera al eliminar el desabastecimiento, se analiza los costos relacionados al inventario de Cifuentes Strings, en el cual, se analiza dos factores el costo de mantener y el dinero que se tiene invertido en las materias primas para ser utilizadas.

Teniendo en cuenta el desarrollo del EOQ, se calculó la cantidad óptima para pedir, por lo que, a continuación, se compara las cantidades que existiría en inventario en los dos escenarios, con EOQ y el inventario actual:

Tabla 30.

*Comparación inventario actual e inventario con EOQ*

Juego	Cuerda	CODIGO	STOCK ACTUAL	EOQ
<b>AC1</b>	1	MF-NE-01	3939	307
<b>AC1</b>	2	MF-NE-02	2549	307
<b>AC1</b>	3	MF-NE-03	396	307
<b>AC1</b>	4	BR-01	1729	307
<b>AC1</b>	5	BR-02	5512	307
<b>AC1</b>	6	BR-03	478	307
<b>AC1</b>	4,5,6	MU-NY-01	1548	921
<b>AC2</b>	1	MO-FI-CR-01	1731	647
<b>AC2</b>	2	MO-FI-CR-02	1378	647
<b>AC2</b>	3	MO-FI-CR-03	639	647
<b>AC2</b>	4	SI-PL-01	705	647
<b>AC2</b>	5	SI-PL-02	425	647
<b>AC2</b>	6	SI-PL-03	177	647
<b>AC2</b>	4,5,6	MU-NY-01	1547	1941

Se observa las cantidades que se tiene por materia prima actualmente, frente a la cantidad aplicando la cantidad óptima de pedido. La cual se estandariza con respecto a 5 meses, es decir se busca la cantidad óptima que la empresa necesaria para su demanda de 5 meses, esto debido a que la empresa para abaratar costos del flete y tramites consolida sus productos. Para analizar el valor monetario que estas cantidades representan se muestra la siguiente tabla:

Tabla 31.

*Comparación inventario actual e inventario con EOQ*

Juego	Cuerda	CODIGO	STOCK	VALORACION DEL INVENTARIO ACTUAL	VALORACIÓN DEL INVENTARIO EOQ	EOQ
-------	--------	--------	-------	----------------------------------	-------------------------------	-----

AC1	1	MF-NE-01	3939	\$ 139,48	\$ 10,87	307
AC1	2	MF-NE-02	2549	\$ 117,33	\$ 14,13	307
AC1	3	MF-NE-03	396	\$ 28,07	\$ 21,74	307
AC1	4	BR-01	1729	\$ 114,41	\$ 20,31	307
AC1	5	BR-02	5512	\$ 405,21	\$ 22,57	307
AC1	6	BR-03	478	\$ 41,11	\$ 26,43	307
AC1	4,5,6	MU-NY-01	1548	\$ 46,44	\$ 27,63	921
AC2	1	MO-FI-CR-01	1731	\$ 61,28	\$ 22,91	647
AC2	2	MO-FI-CR-02	1378	\$ 63,43	\$ 29,78	647
AC2	3	MO-FI-CR-03	639	\$ 45,25	\$ 45,82	647
AC2	4	SI-PL-01	705	\$ 48,53	\$ 44,54	647
AC2	5	SI-PL-02	425	\$ 45,50	\$ 69,20	647
AC2	6	SI-PL-03	177	\$ 30,11	\$ 110,10	647
AC2	4,5,6	MU-NY-01	1547	\$ 46,41	\$ 58,23	1941
			Total	\$ 1.232,56	\$ 524,26	

En la tabla anterior es fácil interpretar lo que representa tener un control de inventario frente a un escenario en el cual no se gestiona. Actualmente el inventario de la empresa de las materias primas para AC1 y AC2 representa \$1233, en cambio, si se gestiona una cantidad óptima para realizar los pedidos se tendría un inventario valorado en \$524.26. Por lo tanto, con una correcta gestión en las cantidades que se orden, se reduce el inventario a una cantidad del 50%. Lo cual representa un ahorro de \$1670,00 al año.

Por otra parte, se analiza el costo de mantener el inventario en un año calendario, por lo que, se muestra la siguiente tabla con los valores:

Tabla 32.

*Costo de mantener inventario actual y con EOQ*

Juego	Cuerda	CODIGO	STOCK	MANTENER INVENTARIO ACTUAL	EOQ ESTANDARIZADO	MANTENER EOQ
AC1	1	MF-NE-01	3939	\$ 29,29	307	\$ 2,28
AC1	2	MF-NE-02	2549	\$ 24,64	307	\$ 2,97
AC1	3	MF-NE-03	396	\$ 5,90	307	\$ 4,57
AC1	4	BR-01	1729	\$ 24,03	307	\$ 4,27
AC1	5	BR-02	5512	\$ 85,10	307	\$ 4,74
AC1	6	BR-03	478	\$ 8,63	307	\$ 5,55

AC1	4,5,6	MU-NY-01	1548	\$	9,75	921	\$	5,80
AC2	1	MO-FI-CR-01	1731	\$	12,87	647	\$	4,81
AC2	2	MO-FI-CR-02	1378	\$	13,32	647	\$	6,25
AC2	3	MO-FI-CR-03	639	\$	9,50	647	\$	9,62
AC2	4	SI-PL-01	705	\$	10,19	647	\$	9,35
AC2	5	SI-PL-02	425	\$	9,56	647	\$	14,53
AC2	6	SI-PL-03	177	\$	6,32	647	\$	23,12
AC2	4,5,6	MU-NY-01	1547	\$	9,75	1941	\$	12,23
				\$	258,84		\$	110,09

Aunque el costo del inventario no representa una cantidad grande para estas materias primas debido a su tamaño, costo, entre otros; es una cantidad de dinero que si aplica para todas sus materias primas puede representar dinero útil para inversiones que la empresa está por realizarlas.

Teniendo en cuenta el valor del inventario y el costo de mantenerlo la empresa contaría con mayor liquidez de aproximadamente \$857, el mismo que se lo valora en el tiempo estandarizado del EOQ que es 5 meses por lo tanto seria \$2057 al año, dinero que le ayudaría a finanzas para que pueda disponer en otros procesos y mejoras.

### 6.3 Abastecimiento de materia prima

Mediante la implementación del MRP se resuelve el problema del desabastecimiento, el mismo que ocurrió en dos meses el año pasado, teniendo claro cuando pedir para que supla la necesidad de la demanda. Por otra parte, ayuda directamente al área productiva ya que, con el MRP, la empresa cuenta con los materiales necesarios para producir los productos. Además, mejora el servicio a sus clientes debido a que la empresa antes no podía cumplir la demanda. Por lo cual, el cliente puede encontrar el producto que busca y no debe acudir a la competencia.

Para definir los valores que representa dicho ahorro, a continuación, se muestra la tabla definiendo las unidades no vendidas y su valor monetario que significaría el ahorro para la empresa al eliminar el desabastecimiento:

Tabla 33.

*Ahorro al eliminar el desabastecimiento de cuerdas AC1*

Desabastecimiento en 2019 de AC1					
	proyección de la empresa	venta real	unidades faltantes	Costo unidad	Valor monetario desabastecido
marzo	162	31	131	\$7,80	\$1.021,80
septiembre	73	57	16	\$7,80	\$124,80
				Ahorro total	\$1.146,60

Tabla 34.

*Ahorro al eliminar el desabastecimiento de cuerdas AC2*

Desabastecimiento en 2019 de AC2					
	proyección	venta real	unidades faltantes	Costo unidad	Valor monetario desabastecido
marzo	159	107	52	\$8,20	\$426,40
septiembre	302	38	264	\$8,20	\$2.164,80
				Ahorro total	\$2.591,20

De esta manera al sumar el ahorro de AC1 y AC2, se genera un ahorro anual de \$3737,80 al año, al eliminar el desabastecimiento y cumpliendo la demanda para ambos juegos de cuerdas.

Anteriormente la empresa realizaba ajustes en los desabastecimientos, para los envíos que no se consolidaba, porque no se tenía en cuenta el tiempo en el que era necesario hacer la compra, por lo que, cuando el nivel de inventario era muy bajo, la empresa realizaba la orden, generando gastos adicionales de transporte alrededor de \$400 dólares por las materias primas faltantes.

Estos ahorros permiten a la empresa ser más productiva, generar mejoras con inversión de capital y tener menor impacto a la caja de la empresa. A



continuación, se presenta el resumen de las tablas anteriores, de los ahorros que se genera implementando la presente propuesta de mejora:

Tabla 35.

*Ahorro generado por la propuesta de mejora*

	Ahorro anual
No existe Desabastecimiento	\$ 3.737,80
Reducción nivel inventario	\$ 1.670,00
Reducción mantener inventario	\$ 357,00
Eliminar Importaciones faltantes	\$ 400,00
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 6.164,80</b>

Con la implementación de la propuesta de mejora desarrollada en el presente proyecto, el ahorro sería de \$6.164,80 al año, la misma que no tiene costo de implementación, por lo que el valor anterior sería el ahorro por aplicar la mejor en sus eslabones de suministro y la gestión estratégica de la misma.

## **CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **7.1 Conclusiones**

Actualmente no existe una gestión y control en los inventarios y los diferentes eslabones de la cadena de abastecimiento. La empresa se ha centrado mucho en la producción y no ha tenido en cuenta factores adicionales que mejoren su rentabilidad. Mantiene sus procesos desactualizados, por lo que no posee fundamentos matemáticos para la toma de decisiones. Además, la empresa no tiene en cuenta la importancia de mantener sus datos al día.

La empresa cuenta con un modelo empírico para adquirir su materia prima, y no toma en cuenta los diferentes elementos de la demanda. Por otra parte, se utilizan valores atípicos que modifican los pronósticos realizados por la empresa, los mismos que manejaban como valores constantes aumentado el margen de error a una posible realidad. Lo mencionado genera desabastecimiento de

materia prima necesaria para la producción de cuerdas, lo cual impide al área productiva fabricar las cuerdas necesarias para suplir la demanda que tiene el área de ventas.

La empresa tenía claro que la venta de juegos representaba el mayor porcentaje de las ventas, sin embargo, la segmentación ABC de todos los productos determina que las cuerdas clásicas son los productos estrella, específicamente AC1 y AC2. La segunda segmentación que es de los clientes determina que debe tener una estrategia ATO, es decir, el punto de desacople se presenta al ensamblar la cuerda, por lo que no se la empaca, la cual genera flexibilidad a la empresa para cumplir las órdenes. Además, la empresa ahora ya toma en cuenta las ventas B2C como canal de venta.

Debido a que el EOQ usa una demanda constante, se calcula la cantidad óptima de pedido teniendo en cuenta un tiempo estandarizado para cumplir la necesidad de la empresa de consolidar los productos, por lo que se tiene las cantidades de lote por materia prima para realizar el MRP, para determinar cuándo se debe realizar el pedido.

La empresa no contaba con stock de seguridad de materia prima, ni de producto terminado, por lo que, no tenía respuesta a variaciones de demanda. Se calcula que la empresa debe tener 20 unidades de stock de seguridad, la cual debe estar siempre en inventario y, además, en caso de usarlo, su reposición debe ser inmediata.

Con la implementación del EOQ y el MRP se elimina el desabastecimiento, que era la causa raíz inicial, ahorrando \$3737,80 anuales a la empresa. Adicionalmente, se ataca un problema que la empresa ni siquiera tenía en cuenta, que es el sobre stock de materia prima, por lo que reduce el impacto a la caja y de esta manera la empresa invertirá \$2027,00 menos, reduciendo el impacto a la caja.

Se puede evidenciar que existe un ahorro total de \$6164,80 anuales al aplicar la presente propuesta. Por lo que, al existir una cartera amplia de productos, se visualiza una excelente oportunidad para aplicar a los diferentes SKU y de este

modo generar mayor ahorro a Cifuentes Strings, logrando una empresa más competitiva.

## **7.2 Recomendaciones**

En el transcurso del desarrollo del presente proyecto se ha tenido conversaciones constantes con gerencia para solicitar datos y en otros casos recién levantarlos ya que no se tenía. El gerente ha visto la importancia de mantener los datos al día, por lo que se recomienda actualizarlos periódicamente en un tiempo estandarizado. Por otra parte, no solo abarcar el área productiva ya que como explica Porter, las actividades de apoyo son esenciales para una correcta estrategia y toma de decisiones.

Se debe analizar los datos pronosticados con los datos reales para comprobar el error que existe en los mismos. Debido a la situación actual que existe por la pandemia, hay mayor incertidumbre, por lo que, no se puede establecer un panorama totalmente certero, se recomienda monitorear la fluctuación de la demanda para realizar los ajustes necesarios en el abastecimiento de materia prima.

Existe una oportunidad de mejora al aplicar la propuesta del presente proyecto a los demás productos de su cartera, por lo que se recomienda en primer lugar realizar el BOM de cada uno de sus productos, para posteriormente aplicar las mismas plantillas de EOQ y MRP que serán proporcionadas a la gerencia de la empresa.

Se recomienda tener un seguimiento en las materias primas MF-NE-03, MO-FI-CR-03, SI-PL-01. Ya que son las próximas materias primas que se debe hacer el pedido, por lo que, en caso de que la demanda aumente, se debe tomar acciones inmediatas para el suministro de dicha materia prima y así la empresa no presente desabastecimiento.

Para optimizar el proceso de abastecimiento y generar un consolidado de la materia prima, se recomienda que la empresa realice un reajuste en sus pedidos, de modo que, permita estandarizar los tiempos de compra de acuerdo con la

demanda, permitiendo que la compra de las materias primas se realice en el mismo periodo de tiempo.

Es indispensable que la empresa mantenga el stock de seguridad mencionado en el presente proyecto, debido a que antes no tenían este colchón en inventario. Es importante que, en caso de utilizar el stock de seguridad, se lo reponga inmediatamente, siempre disponiendo de las 20 unidades calculadas, las mismas que se deben considerar en la planificación de los materiales y en el plan agregado de producción de la empresa.

Se ha conversado con el gerente de la empresa, y como objetivo tienen exportar a países de Latinoamérica, aumentar su cartera de productos y al presentar una demanda exponencial creciente, se sugiera a la empresa implementar un sistema MRP, que permita alinear las diferentes áreas con respecto a la adquisición de materiales, de modo que, el proceso sea mucho más automatizado, generando estrategias idóneas y haciendo mucho más productiva a la empresa, como se ha demostrado que puede llegar a ser con el presente proyecto.

Por último, se recomienda a la empresa fomentar una filosofía Kaizen, de modo que Cifuentes Strings y sus colaboradores mantengan procesos de mejora continua, no solo en el abastecimiento de la empresa, sino en todos sus procesos misionales, estratégicos y de apoyo.

## REFERENCIAS

- Abramson, J. (2019). *Power Functions and Polynomial Functions*. Recuperado el 21 de Abril del 2020, de [https://math.libretexts.org/Bookshelves/Precalculus/Book%3A\\_Precalculus\\_\(OpenStax\)/03%3A\\_Polynomial\\_and\\_Rational\\_Functions/3.04%3A\\_Power\\_Functions\\_and\\_Polynomial\\_Functions](https://math.libretexts.org/Bookshelves/Precalculus/Book%3A_Precalculus_(OpenStax)/03%3A_Polynomial_and_Rational_Functions/3.04%3A_Power_Functions_and_Polynomial_Functions)
- Arcia, M. (2018). *Empresas: Entrepreneur*. Recuperado el 29 de Abril del 2020, de <https://www.entrepreneur.com/article/316908>
- Ariza, B. (2015). *Los 5 porqués de Toyota: una técnica para identificar y resolver problemas*. Recuperado el 21 de Abril del 2020, de <http://filocoaching.com/los-5-porques-de-toyotauna-tecnica-para-identificar-y-resolver-problemas/>

- Ballou, R. (2004). *Logística: Administración de la cadena de suministro (2da ed.)*. Ciudad de México: McGraw Hill.
- Callarman, S. (2020). *EOQ*. Recuperado el 12 de Mayo del 2020, de <https://www.shipbob.com/blog/economic-order-quantity/>
- Calzada, H. (2019). *¿Qué es el R cuadrado ajustado?*. Recuperado el 19 de Abril del 2020, de <https://www.rankia.mx/blog/como-comenzar-invertir-bolsa/4439147-que-r-cuadrado-ajustado>
- CEUPE. (2020). *Que son los costes de pedido*. Recuperado el 10 de Junio del 2020, de <https://www.ceupe.com/blog/que-son-los-costes-del-pedido.html>
- Chan, M. (2016). *Counting The Cost: Why Inventory Carrying Costs Matter*. Recuperado el 18 de Mayo del 2020, de <https://www.unleashedsoftware.com/blog/counting-cost-inventory-carrying-costs-matter>
- Cifuentes Strings (2020).
- Commerce's, U. D. (2019). *Incoterms*. Incoterms.
- DATADEC. (2019). *LA IMPORTANCIA DEL MRP EN LA PLANIFICACIÓN DE SUMINISTROS*. Recuperado el 17 de Junio del 2020, de <https://www.datadec.es/blog/importancia-mrp-en-planificacion-suministros>
- Escuela Europea de Excelencia. (2018). *Cómo realizar un análisis de causa raíz efectivo*. Recuperado el 11 de Abril del 2020, de <https://www.escolaeuropeaexcelencia.com/2018/11/como-realizar-un-analisis-de-causa-raiz-efectivo/>
- Farrera, A. (2013). *Manual de pronósticos de la toma de decisiones*. Recuperado el 17 de Junio del 2020, de <http://prod77ms.itesm.mx/podcast/EDTM/P007.pdf>
- Gardner, E. (2006). Exponential smoothing: The state of the art. *Journal of Forecasting*, 1-28.
- Google. (2020). *Google Maps*. Recuperado el 29 de Marzo del 2020, de [https://www.google.com/maps/place/Cifuentes+Strings+\(Cuerdas+Musicales\)/@-0.1758874,-78.4926959,15.37z/data=!4m5!3m4!1s0x91d59a8edfa2a44d:0xbbfbbcf434c0f725!8m2!3d-0.1777174!4d-78.4890339](https://www.google.com/maps/place/Cifuentes+Strings+(Cuerdas+Musicales)/@-0.1758874,-78.4926959,15.37z/data=!4m5!3m4!1s0x91d59a8edfa2a44d:0xbbfbbcf434c0f725!8m2!3d-0.1777174!4d-78.4890339)
- GRANT, M. (2019). *Lista de materiales (BOM)*. Recuperado el 19 de Mayo del 2020, de <https://www.investopedia.com/terms/b/bill-of-materials.asp>
- IBM. (2020). *SPSS*. Recuperado el 11 de Mayo del 2020, de <https://www.ibm.com/es-es/analytics/spss-statistics-software>
- Inc. (2016). *MRP*. Recuperado el 10 de Mayo del 2020, de <https://www.inc.com/encyclopedia/material-requirements-planning-mrp.html>
- Kant, G. (2014). *Advanced Planning & Optimization in Transportation*. Recuperado el 17 de Abril del 2020, de

- [https://www.supplychain247.com/article/advanced\\_planning\\_optimization\\_in\\_transp\\_ortation](https://www.supplychain247.com/article/advanced_planning_optimization_in_transp_ortation)
- Kenton, W. (2019). *Material Requirements Planning*. Recuperado el 13 de Junio del 2020, de <https://www.investopedia.com/terms/m/mrp.asp>
- Kenton, W. (2020). *Accounting*. Recuperado el 18 de Junio del 2020, de <https://www.investopedia.com/terms/e/economicorderquantity.asp>
- Lester, R. (2017). *What is Lead Time, why is it important, and how do you reduce it?*. Recuperado el 22 de Junio del 2020, de <https://www.linkedin.com/pulse/what-lead-time-why-important-how-do-you-reduce-roland-lester>
- Libby, N. (2019). *How To Reduce Your Inventory Carrying Costs*. Recuperado el 19 de Mayo del 2020, de <https://blog.linnworks.com/inventory-carrying-costs>
- Merriam-Webster. (2020). *Power Function*. Recuperado el 17 de Abril del 2020, de <https://www.merriam-webster.com/dictionary/power%20functionMora,G>.
- Miño, C. G., Saumell F, E., Toledo, B. A., Roldan, A.R., Moreno, G.R. (2015). Planeación de requerimientos de materiales por el sistema MRP. Laboratorio Farmacéutico Oriente. Cuba. *ESPOCH*, 208-219.
- Morán, R. (2018). *Administración de la producción II*.
- Mula, J. (2013). Multiple Criteria ABC Analysis with FCM Clustering. *Hindawi*, 7.
- Muñiz, L. (2017). *ANÁLISIS ABC: VENTAS POR CLIENTE*. Recuperado el 17 de Mayo del 2020, de <https://www.linkedin.com/pulse/an%C3%A1lisis-abc-ventas-por-cliente-luis-mu%C3%B1iz-gonz%C3%A1lez>
- Orjuela, C. J., Díaz R. O., González, P. A. (2017). Caracterización de la logística en la cadena de suministro de cosméticos y productos de aseo. *Revista Científica*, 84-98.
- PROGRESSALEAN. (2013). *PROGRESSALEAN*. Recuperado el 21 de Junio del 2020, de <https://www.progressalean.com/kaizen-la-mejora-continua/>
- Remón, C. A., Benchoff, D. E., Gonzalez, M. P., & Huapaya, C. R. (2017). Aplicación de la mejora continua de la calidad para analizar el rendimiento de un grupo de estudiantes de ingeniería. *In V Encuentro Regional SAMECO*. Mar del plata.
- Sabria, F. (2019). *La cadena de suministro (3a. Edición)*. Ebook .
- Salazar, B. (2019). *Cantidad económica de pedidos – EOQ*. Recuperado el 08 de Mayo del 2020, de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-de-inventarios/cantidad-economica-de-pedidos-#::~:~:text=La%20Cantidad%20Econ%C3%B3mica%20de%20Pedido,un%20ejercicio%20de%20optimizaci%C3%B3n%20matem%C3%A1tica>).
- Sánchez, M. V. (2015). *La importancia de implementar el uso de pronósticos en las empresas*. Recuperado el 02 de Junio del 2020, de <https://www.esan.edu.pe/conexion/actualidad/2015/05/11/importancia-implementar-el-uso-de-pronosticos-empresas/>

- Sanmiguel, M. ( 2019). *La importancia de los inventarios en una empresa*. Recuperado el 17 de Junio del 2020, de <https://www.ekon.es/blog/importancia-inventarios-empresa/#:~:text=El%20control%20de%20inventario%20es,los%20clientes%20a%20otros%20proveedores.>
- Smartsheet. (2020). *Not Just for Manufacturing, Material Requirements Planning (MRP) Is Indispensable for Any Business*. Recuperado el 22 de Junio del 2020, de <https://www.smartsheet.com/guide-to-material-requirements-planning>
- Universidad Andrés Bello. (2017). *Pronósticos*. Recuperado el 17 de Junio del 2020, de [https://www.academia.edu/26475455/Unidad\\_4\\_Pron%C3%B3sticos](https://www.academia.edu/26475455/Unidad_4_Pron%C3%B3sticos)
- Villarreal, F. (2016). *Introducción a los modelos de pronósticos*. Recuperado el 17 de Junio del 2020, de [https://www.matematica.uns.edu.ar/uma2016/material/Introduccion\\_a\\_los\\_Modelos\\_de\\_Pronosticos.pdf](https://www.matematica.uns.edu.ar/uma2016/material/Introduccion_a_los_Modelos_de_Pronosticos.pdf)
- Yadegari, H. (2017). *Manufacturing Strategies Definition*. Recuperado el 17 de Junio del 2020, de <https://www.linkedin.com/pulse/manufacturing-strategies-definition-hamidreza-yadegari>

