



**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**

**Universidad del Perú. Decana de América**

**Facultad de Ingeniería Industrial**

**Escuela Profesional de Ingeniería Industrial**

**Modelo de planificación de abastecimiento a un  
almacén de productos terminados para una empresa  
metalmecánica**

**TESIS**

Para optar el Título Profesional de Ingeniera Industrial

**AUTOR**

Ana Cecilia GARCIA ALBERCA

**ASESOR**

Edgardo Aurelio MENDOZA ALTEZ

Lima, Perú

2021



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

## Referencia bibliográfica

---

Garcia, A. (2021). *Modelo de planificación de abastecimiento a un Almacén de Productos Terminados para una Empresa Metalmecánica*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Industrial, Escuela Profesional de Ingeniería Industrial]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

---

## Metadatos complementarios

<b>Datos de autor</b>	
Nombres y apellidos	Ana Cecilia Garcia Alberca
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	45734862
URL de ORCID	-
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	Edgardo Aurelio Mendoza Altez
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	06605547
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0001-9788-3089">https://orcid.org/0000-0001-9788-3089</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres y apellidos	Luis Rolando Ráez Guevara
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	07198942
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres y apellidos	Jorge Enrique Ortiz Porras
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40523944
<b>Miembro del jurado 2</b>	
Nombres y apellidos	Jorge Hugo Arroyo Salazar
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	25570520

<b>Datos de investigación</b>	
Línea de investigación	C.0.4.1. Desarrollo de modelos, simulación y optimización de procesos.
Grupo de investigación	NO APLICA
Agencia de financiamiento	SIN FINANCIAMIENTO
Ubicación geográfica de la investigación	<p>Edificio: (Si se trata de una investigación en laboratorio, empresa o institución)</p> <p>País: Perú</p> <p>Departamento: Lima</p> <p>Provincia: Lima</p> <p>Distrito: Ate</p> <p>Calle: Alexander Fleming 412</p> <p>Latitud: -12.0436</p> <p>Longitud: -76.9714</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Setiembre 2019-Setiembre 2021
URL de disciplinas OCDE	<p>Ingeniería Industrial</p> <p><a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.11.00">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.11.00</a></p>



VICEDECANATO ACADÉMICO

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

## ACTA DE SUSTENTACIÓN NO PRESENCIAL N°030-VDAP-FII-2021

### SUSTENTACIÓN DE TESIS NO PRESENCIAL (VIRTUAL) PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA INDUSTRIAL

El Jurado designado por la Facultad de Ingeniería Industrial, reunidos de manera virtual a través de video conferencia, el día miércoles **29 de septiembre de 2021**, a las 14:00 horas, se dará inicio a la sustentación de la tesis:

#### “MODELO DE PLANIFICACIÓN DE ABASTECIMIENTO A UN ALMACÉN DE PRODUCTOS TERMINADOS PARA UNA EMPRESA METALMECÁNICA”

Que presenta la Bachiller:

**ANA CECILIA GARCIA ALBERCA**

Para optar el Título Profesional de Ingeniera Industrial en la Modalidad:  
**Ordinaria.**

Luego de la exposición virtual, absueltas las preguntas del Jurado y siendo las 15:00 horas se procedió a la evaluación secreta, habiendo sido APROBADO.. por UNANIMIDAD con la calificación promedio de 15 (quince), lo cual se comunicó públicamente.

**Lima, 29 de septiembre del 2021**

MG. LUIS ROLANDO RÁEZ GUEVARA  
**Presidente**

MG. JORGE ENRIQUE ORTIZ PORRAS  
**Miembro**

ING. JORGE HUGO OMAR ARROYO SALAZAR  
**Miembro**

ING. EDGARDO AURELIO MENDOZA ALTEZ  
**Asesor**



Firmado digitalmente por RAEZ  
GUEVARA Luis Rolando FAU  
20148092282 soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 06.10.2021 09:18:59 -05:00

MG. LUIS ROLANDO RAEZ GUEVARA  
**Vicedecano Académico – FII**

**Dedicatoria:**

A Dios, por su bendición en todo momento.  
A mis padres, por su perseverancia y amor infinito, las misma que me  
contagiaron.

A mis hermanos por su apoyo.

## INTRODUCCIÓN

No resulta una tarea tan sencilla encontrar con exactitud los niveles óptimos de inventario de producto terminado para atender una demanda tan cambiante y más aún si dichos niveles de inventario depende de los tiempos de entrega de proveedores de materiales que son necesarios para ejecutar la fabricación de productos terminados, tiempos de cumplimiento de fabricación, tiempos que todas las áreas funcionales necesitan para realizar las gestiones necesarias dentro de la cadena de operaciones y ello alineado a los objetivos estratégicos de la organización, sumado a todas las variaciones que puedan surgir en cada una de estas áreas o procesos. Administrar los niveles de inventario, resulta una tarea de alta planificación híbrida.

La presente tesis tiene como propósito proponer un modelo de planificación de abastecimiento al almacén de productos terminados para la empresa metalmecánica SAC.

Para ello, se usó y procesó la data de despachos y demanda almacenada en el ERP de la organización, a través de técnicas descriptivas-explicativas se conoció el estatus anual de la organización y a la vez permitió proyectar el modelo de planificación propuesto.

En el Capítulo I, se presenta numéricamente la situación problemática de la organización, indicadores económico-financieros. También, se describe el flujo de procesos de la cadena de suministros y el análisis de causa raíz de tal situación.

En el Capítulo II, se presenta el marco teórico necesario para entender y desarrollar la propuesta de la presente tesis. Es decir, temas relacionados a procesos de planificación tanto de demanda como de inventarios, pronósticos y costos relacionados.

En el Capítulo III, se presenta la formulación de todas las variables que conllevaron al planteamiento de objetivos e hipótesis tanto generales como específicas para la situación problemática existente en la organización.

En el Capítulo IV, se presenta el diseño metodológico para el desarrollo del estudio.

En el Capítulo V, se presenta el análisis e interpretación de los resultados obtenidos del estudio, contrastaciones de hipótesis que validan la viabilidad de la propuesta de la presente tesis así como su beneficio económico-financiero.

En el Capítulo VI, se presentan las conclusiones y recomendaciones.

## RESUMEN

La investigación tiene como objetivo general determinar el modelo de planificación de abastecimiento óptimo para el almacén de productos terminados de la empresa metalmecánica SAC. Como variable independiente, modelo de planificación de abastecimiento; como dependiente, productos terminados de la empresa metalmecánica SAC. Es una investigación aplicada con diseño descriptivo que usa técnicas de gestión logística, comercial y planificación en base a data real extraída del ERP usado en la empresa en estudio. Su unidad de análisis es el almacén de productos terminados de Empresa SAC y su población en estudio, todos los sku existentes en el almacén de productos terminados.

En el capítulo I se presenta cómo funciona Empresa SAC, es decir su flujo de procesos, así como el análisis de causa raíz que conlleva al planteamiento de la matriz de consistencia sobre la cual se desarrolla la presente investigación. En el Capítulo II se sientan las bases teóricas sobre los temas que se desarrollan en adelante. En los capítulos III y IV se muestra la formulación, estructura y diseño del desarrollo del estudio. En el capítulo V, se analiza tanto el comportamiento de la demanda como el proceso de planeación para obtener el plan de mediano plazo (planeación de los niveles de inventario) bajo las cuatro dimensiones establecidas: tiempo de puesta óptimo, puesta de cantidades óptimas, cobertura y nivel de servicio. Finalmente se concluye que el modelo de planificación de abastecimiento óptimo para el almacén de productos terminados de empresa metalmecánica SAC es el propuesto en este estudio.

## **ABSTRACT**

The general objective of the research is to describe an optimal supply planning model in a finished products warehouse for a metalworking company. As an independent variable, supply planning model; as dependent finished products. It is an applied research with a descriptive design that uses logistics, commercial and planning management techniques based on real data extracted from the ERP used in the company under study. Its unit of analysis is the finished products warehouse of Empresa SAC and its population under study, all existing sku in the finished products warehouse.

Chapter I presents how Empresa SAC works, that is, its process flow, as well as the root cause analysis that leads to the establishment of the consistency matrix on which this research is developed. In Chapter II the theoretical foundations are laid on the topics that are developed from now on. Chapters III and IV show the formulation, structure and design of the study development. In chapter V, both the behavior of demand and the planning process are analyzed to obtain the medium-term plan (planning of inventory levels) under the four established dimensions: optimal setup time, optimal quantities setup, coverage and level of service. Finally, it is concluded that the optimal supply planning model for the finished products warehouse of the company metalmecánica SAC is the one proposed in this study.

## Contenido

Capítulo I: Planteamiento del problema .....	12
1.1. Situación problemática .....	12
1.2. Formulación del problema.....	20
1.3. Justificación de la investigación.....	20
1.4. Objetivos de la investigación .....	22
Capítulo II: Marco teórico .....	24
2.1. Antecedentes de la investigación .....	24
2.2. Bases Teóricas .....	29
2.2.1.1. <i>Tipos de inventario</i> .....	29
2.2.1.2. <i>Funciones del Inventario</i> .....	30
2.2.1.3. <i>Costos de la gestión de inventarios</i> .....	30
2.2.1.4. <i>Nivel de servicio</i> .....	31
2.2.1.5. <i>Modelos de inventario para demanda independiente</i> .....	31
2.2.1.6. <i>Clasificación ABC</i> .....	36
2.2.2.1. <i>Pronósticos</i> .....	37
2.2.2.2. <i>Planeación de ventas y operaciones (Plan Agregado)</i> .....	41
Capítulo III: Hipótesis y variables.....	44
3.1. Hipótesis general .....	44
3.2. Hipótesis específica.....	44
3.3. Identificación de variables.....	44
3.4. Operacionalización de variables.....	45
3.5. Matriz de consistencia .....	46
Capítulo IV: Metodología .....	47
4.1. Tipo y diseño de investigación.....	47
4.2. Unidad de análisis.....	47
4.3. Población de estudio .....	47
4.4. Muestra .....	48
4.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	48
4.6. Técnicas de procesamiento de datos .....	48
Capítulo V: Análisis e interpretación de los resultados.....	51
5.1. Presentación de los resultados.....	51
5.1.1. Objetivo específico 1.....	58

5.1.2.	Objetivo específico 2.....	61
5.1.3.	Objetivo específico 3.....	62
5.1.4.	Objetivo específico 4.....	65
5.2.	Contrastación de hipótesis.....	68
5.2.1.	Contrastación de hipótesis específica 1.....	70
5.2.2.	Contrastación de hipótesis específica 2.....	73
5.2.3.	Contrastación de hipótesis específica 3.....	74
5.2.4.	Contrastación de hipótesis específica 4.....	75
PROPUESTA DE MODELO DE PLANIFICACIÓN DE ABASTECIMIENTO DE PRODUCTOS TERMINADOS.....		77
a)	Aplicar el mejor método de pronóstico 2020.....	79
b)	Proponer plan agregado de productos terminados .....	81
c)	Proponer la mejor estrategia de producción (nivelación, persecución o mixta)..	83
d)	Beneficio económico financiero de la propuesta de la presente investigación. ..	84
CONCLUSIONES.....		91
RECOMENDACIONES.....		94
ANEXOS .....		96
1	BIBLIOGRAFÍA.....	110

## Figuras

<i>Figura 1. Flujo de Procesos de Empresa SAC</i> .....	16
<i>Figura 2. Análisis de Causa Raíz de Situación Problemática</i> .....	19
<i>Figura 3. Evolución del Proceso de Planificación</i> .....	28
<i>Figura 4. Costos de la Gestión de Inventarios</i> .....	31
<i>Figura 5. Modelos de Inventario para Demandas Independientes Constantes</i> .....	33
<i>Figura 6. Modelos de Inventarios para Demandas Independientes Probabilísticas.</i> .....	35
<i>Figura 7. Diagrama de Pareto</i> .....	37
<i>Figura 8. Categorización de Pronósticos</i> .....	39
<i>Figura 9. Ejemplo de Pronósticos Causales-Regresión</i> .....	39
<i>Figura 10. Métodos de Pronósticos Según Comportamiento de Demanda</i> .....	40
<i>Figura 11. Niveles de Planeación</i> .....	41
<i>Figura 12. Diseño de la Investigación</i> .....	49
<i>Figura 13. Comportamiento de la Demanda 2017-2019</i> .....	55
<i>Figura 14. Pareto de Demanda 2017-2019 (uni)</i> .....	57
<i>Figura 15. Comportamiento de la Demanda 2017-2019</i> .....	59
<i>Figura 16. Comportamiento de Demanda 2017-2020</i> .....	80
<i>Figura 17. Plan Agregado Propuesto 2020 por Familia</i> .....	82
<i>Figura 18. Consolidado de Estados Financieros 2020 con Propuesta</i> .....	90

## Tablas

Tabla 1. <i>Estado de Situación Financiera Marzo-Agosto 2019</i> .....	14
Tabla 2. <i>Ratios de Liquidez y Gestión</i> .....	14
Tabla 3. <i>Nivel de Servicio Enero-Agosto 2019</i> .....	15
Tabla 4. <i>Operacionalización de Variables</i> .....	45
Tabla 5. <i>Matriz de Consistencia</i> .....	46
Tabla 6. <i>Participación de Ventas Según Canal y Procedencia (uni)</i> .....	52
Tabla 7. <i>Participación de Ventas Según Canal y Procedencia (S/.)</i> .....	52
Tabla 8. <i>Nivel de Servicio Según Canal y Procedencia (S/.)</i> .....	53
Tabla 9. <i>Participación de la Demanda Según Familia y Procedencia (uni)</i> .....	56
Tabla 10. <i>Análisis de Puesta de Cantidades Óptimas para el Nivel de Servicio</i> .....	60
Tabla 11. <i>Análisis de Puesta de Cantidades Óptimas para la Cobertura</i> .....	62
Tabla 12. <i>Programa de Producción Agosto 2019</i> .....	64
Tabla 13. <i>Análisis de Tiempo de Puesta Óptimo para el Nivel de Servicio</i> .....	67
Tabla 14. <i>Consolidado de Pronósticos de Demanda 2019</i> .....	69
Tabla 15. <i>Consolidado de Medidas de Exactitud de Pronósticos de Demanda 2019</i> ...	69
Tabla 16. <i>Resultado de la Puesta de Cantidades Óptimas para el Nivel de Servicio</i> ...	70
Tabla 17. <i>Análisis de la Puesta de Cantidades es Óptimo para el Nivel de Servicio</i> ....	71
Tabla 18. <i>Niveles de Inventario para cada Pronóstico de Demanda</i> .....	72
Tabla 19. <i>Estatus de Puesta de Cantidades para la Cobertura</i> .....	74
Tabla 20. <i>Propuesta de Plan Agregado 2019</i> .....	76
Tabla 21. <i>Situación Real vs Aplicado Modelo de Planificación 2019</i> .....	78
Tabla 22. <i>Comportamiento de demanda 2017-2020</i> .....	79
Tabla 23. <i>Plan Agregado Propuesto 2020</i> .....	81
Tabla 24. <i>Información general para cálculos de impacto económico-financiero</i> .....	84

Tabla 25. <i>Estructura del Presupuesto</i> .....	86
Tabla 26. <i>Estructura del Capital</i> .....	86
Tabla 27. <i>Datos para el Análisis de Estados Financieros</i> .....	88

# Capítulo I: Planteamiento del problema

## 1.1. Situación problemática

La empresa en estudio, por razones de confidencialidad se le llamará empresa metalmecánica SAC. En empresa metalmecánica SAC han disminuido los ingresos por ventas en los ocho primeros meses del 2019 con respecto al año anterior (Ver Anexo 1), también se han registrado salidas de flujo de caja por pagos de penalidades de incumplimientos por acuerdos logístico comerciales y esto se refleja en el descenso de la partida inventarios en su estado de situación financiera (Ver Tabla 1).

De la Tabla 1 se ha desprendido la Tabla 2, que contiene ratios financieros de liquidez y gestión. En este sentido los ratios resultantes se interpretan:

Ratio de liquidez (prueba ácida): Por cada un nuevo sol de deuda, Empresa SAC tiene una capacidad de 2.75 soles para responder a sus obligaciones de corto plazo en el mes de marzo; en el mes de abril por cada un nuevo sol de deuda, tiene una capacidad de 2.85 soles para responder a sus obligaciones de corto plazo; en mayo, junio y julio con la misma lógica de interpretación, esta capacidad ha disminuido a 2.81, 2.45 y 2.37 respectivamente y en agosto hay un ligero incremento.

Ratio de gestión (rotación de inventarios): En el mes de marzo, los inventarios se han vendido 0.33 veces; en abril 0.37 veces; en mayo, junio ha disminuido a 0.36 y 0.25 respectivamente; en julio aumentó a 0.37; en agosto siguió

aumentando a 0.63 veces durante este mes. Como se nota, la rotación es demasiado baja, es decir los productos terminados permanecen mucho tiempo en el almacén, lo cual no es un indicio de una buena administración y gestión de inventarios.

Otro campo que se ha visto afectado por la problemática que atraviesa la organización es su nivel de servicio. En la Tabla 3 se observa que el nivel de servicio en enero es de 91.8%, en los cinco siguientes meses es menor del 90.8%, para julio hay un ligero crecimiento pero que no supera al de enero, en agosto se presenta un crecimiento importante; estos porcentajes no da tranquilidad ni satisfacción tanto a los clientes como a los ejecutivos de empresa metalmecánica SAC.

Con el ratio de liquidez, el de gestión y el nivel de servicio se evidencia que existe una situación problemática por resolver en la organización mencionada.

Es importante mencionar cuál es el objetivo estratégico planteado por empresa metalmecánica SAC como ventaja competitiva para conocer hacia dónde se debe alinear el nivel de servicio y los niveles de inventario, éste es, proporcionar una alta disponibilidad de productos para el hogar de calidad razonable a bajos precios para clientes mayoristas y cadenas de retail. En este sentido la organización debe encontrar un equilibrio entre la capacidad de respuesta y la eficiencia de su cadena de suministro. Por lo que se propone un modelo de planificación de abastecimiento a su almacén de productos terminados.

**Tabla 1. Estado de Situación Financiera Marzo-Agosto 2019**

Activo	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Pasivo y Patrimonio	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Activo Corriente							Pasivo						
Cajas y Bancos	S/. 15 350 214	S/. 13 654 896	S/. 10 689 123	S/. 9 631 548	S/. 10 333 965	S/. 9 987 452	Pasivo corriente						
Cuentas por cobrar comerciales (Clientes)	S/. 9 874 563	S/. 11 645 289	S/. 14 678 963	S/. 10 456 321	S/. 8 456 321	S/. 6 478 963	Proveedores	S/. 7 964 863	S/. 7 636 974	S/. 8 033 697	S/. 6 851 126	S/. 6 665 744	S/. 6 056 705
Otras cuentas por cobrar	S/. 542 134	S/. 548 964	S/. 498 631	S/. 520 478	S/. 534 896	S/. 510 789	Deudas a corto Plazo	S/. 789 234	S/. 790 369	S/. 551 890	S/. 860 796	S/. 791 326	S/. 582 797
Inventarios	S/. 9 057 174	S/. 8 450 080	S/. 8 709 584	S/. 9 189 778	S/. 9 494 759	S/. 7 499 492	Remuneraciones por pagar	S/. 100 342	S/. 124 567	S/. 79 245	S/. 90 567	S/. 94 345	S/. 99 001
Gastos pagados por anticipado	S/. 245 631	S/. 269 742	S/. 296 423	S/. 278 123	S/. 220 369	S/. 250 489	Otras cuentas por pagar	S/. 589 345	S/. 609 432	S/. 660 812	S/. 721 776	S/. 699 531	S/. 451 370
Total Activo Corriente	S/. 35 069 716	S/. 34 568 971	S/. 34 872 724	S/. 30 076 248	S/. 29 040 310	S/. 24 727 185	Total Pasivo Corriente	S/. 9 443 784	S/. 9 161 342	S/. 9 325 644	S/. 8 524 265	S/. 8 250 946	S/. 7 189 873
Activo No Corriente							Pasivo No Corriente						
Activo Fijo neto	S/. 18 456 327	S/. 18 035 491	S/. 17 592 850	S/. 17 173 494	S/. 16 696 106	S/. 16 200 036	Deudas a Largo Plazo	S/. -					
Depreciación							Total Pasivo No Corriente	S/. -					
Intangible	S/. 296 453	S/. 287 912	S/. 279 453	S/. 269 874	S/. 259 167	S/. 248 796	Total Pasivo	S/. 9 443 784	S/. 9 161 342	S/. 9 325 644	S/. 8 524 265	S/. 8 250 946	S/. 7 189 873
Total Activo No Corriente	S/. 18 752 780	S/. 18 323 403	S/. 17 872 303	S/. 17 443 368	S/. 16 955 273	S/. 16 448 832	Patrimonio						
							Capital	S/. 25 000 000					
							Reserva legal	S/. 5 000 000					
							Utilidades Acumuladas	S/. 14 378 712	S/. 13 731 032	S/. 13 419 383	S/. 8 995 351	S/. 7 744 638	S/. 3 986 144
							Total Patrimonio	S/. 44 378 712	S/. 43 731 032	S/. 43 419 383	S/. 38 995 351	S/. 37 744 638	S/. 33 986 144
<b>TOTAL ACTIVO</b>	<b>S/. 53 822 496</b>	<b>S/. 52 892 374</b>	<b>S/. 52 745 027</b>	<b>S/. 47 519 616</b>	<b>S/. 45 995 583</b>	<b>S/. 41 176 017</b>	<b>TOTAL PASIVO + PATRIMONIO</b>	<b>S/. 53 822 496</b>	<b>S/. 52 892 374</b>	<b>S/. 52 745 027</b>	<b>S/. 47 519 616</b>	<b>S/. 45 995 584</b>	<b>S/. 41 176 017</b>

**Tabla 2. Ratios de Liquidez y Gestión**

Ratios de Liquidez	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Prueba Ácida	2.75	2.85	2.81	2.45	2.37	2.40
Ratios de Gestión	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Rotación de Inventarios	0.33	0.37	0.36	0.25	0.37	0.63

Sin embargo con la interpretación de los ratios del estado de situación financiera de la Tabla 2 y el valor monetario que representa la No Venta que registra la Tabla 3, se reafirma un efecto: Desequilibrio en el nivel de servicio vs el nivel de inventario.

**Tabla 3. Nivel de Servicio Enero-Agosto 2019**

Mes	Demanda	Despacho	No Ventas	Nivel Servicio	Variación despachos con respecto al 2018
Ene	S/. 3 898 605	S/. 3 577 924	S/. 320 682	91.8%	-7.2%
Feb	S/. 5 100 512	S/. 4 614 705	S/. 485 807	90.5%	10.7%
Mar	S/. 5 013 681	S/. 4 543 079	S/. 470 602	90.6%	-2.5%
Abr	S/. 4 988 997	S/. 4 523 897	S/. 465 100	90.7%	11.2%
May	S/. 5 238 105	S/. 4 758 733	S/. 479 372	90.8%	0.4%
Jun	S/. 3 841 116	S/. 3 435 834	S/. 405 282	89.4%	-18.8%
Jul	S/. 5 294 312	S/. 4 852 130	S/. 442 182	91.6%	-15.6%
Ago	S/. 6 380 640	S/. 6 068 340	S/. 312 300	95.1%	193.3%
Total	S/. 39 755 968	S/. 36 374 642	S/. 3 381 326	91.3%	

Para definir y enmarcar el campo de estudio, es necesario primero conocer la cadena de suministro de la organización estudiada y seleccionar el o los procesos a analizar. En la Figura 1 se representa el funcionamiento de la cadena de suministro.

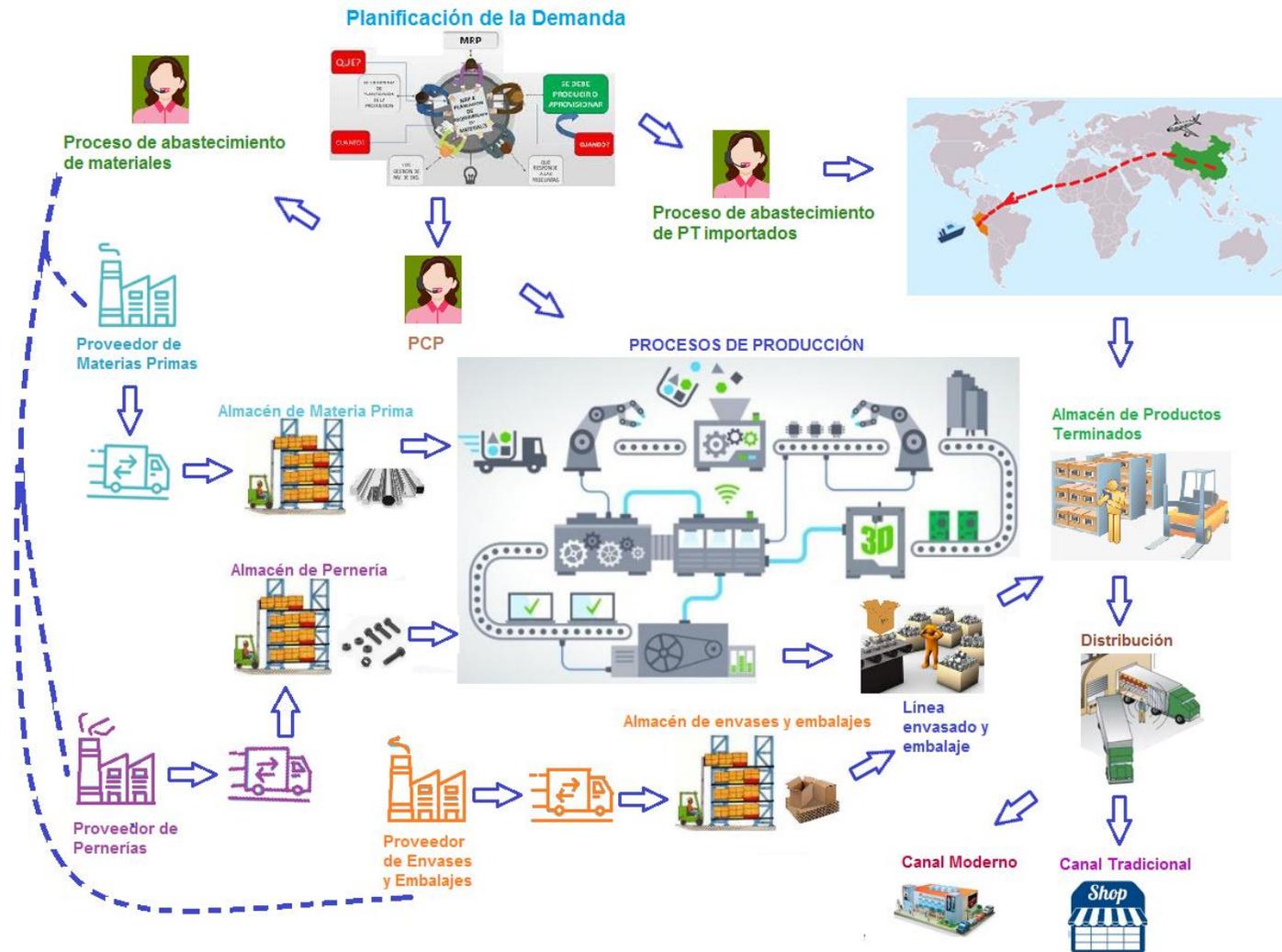


Figura 1. Flujo de Procesos de Empresa SAC

Existen dos formas de abastecer producto terminado a la organización, una es mediante importación y la otra es por fabricación en las propias instalaciones de Empresa SAC de productos terminados. Ambas formas de abastecimiento se realiza bajo una planificación que proviene de las decisiones del análisis de pronósticos, de mercado, de investigación y tecnología entre otras a nivel estratégico, a lo que se llama planeación de ventas y operaciones la misma que arroja el plan agregado para las operaciones.

En la Figura 2 se realiza un análisis de causa raíz de la situación problemática de Empresa SAC a fin de determinar qué procesos de la Figura 1 se deben estudiar.

Las principales causas de la problemática: Desequilibrio en los niveles de servicio vs los niveles de inventario, son del tipo método:

- Inadecuada planificación de la demanda.
- Entrega a destiempo de la producción nacional hacia el almacén de productos terminados.
- Políticas de inventario no acordes a la demanda.

Éstas son las principales causantes de una pérdida monetaria de S/. 3 463 029 en un periodo de ocho meses por incumplimiento de pedidos hacia los clientes, sumado a S/. 41 176 017 por productos terminados almacenados en un periodo de seis meses; pese a que se tenía S/. 41 176 017 de valorizado en el almacén de productos terminados no se logró evitar el incumplimiento por S/. 3 463 029. He aquí el problema planteado.

Por lo descrito en el párrafo anterior, los procesos relacionados tanto en el problema, como en las causas y sus consecuencias son:

- El proceso de planificación de la demanda.
- El proceso de abastecimiento de productos importados hacia el almacén de productos terminados.
- El proceso de abastecimiento de producción nacional hacia el almacén de productos terminados

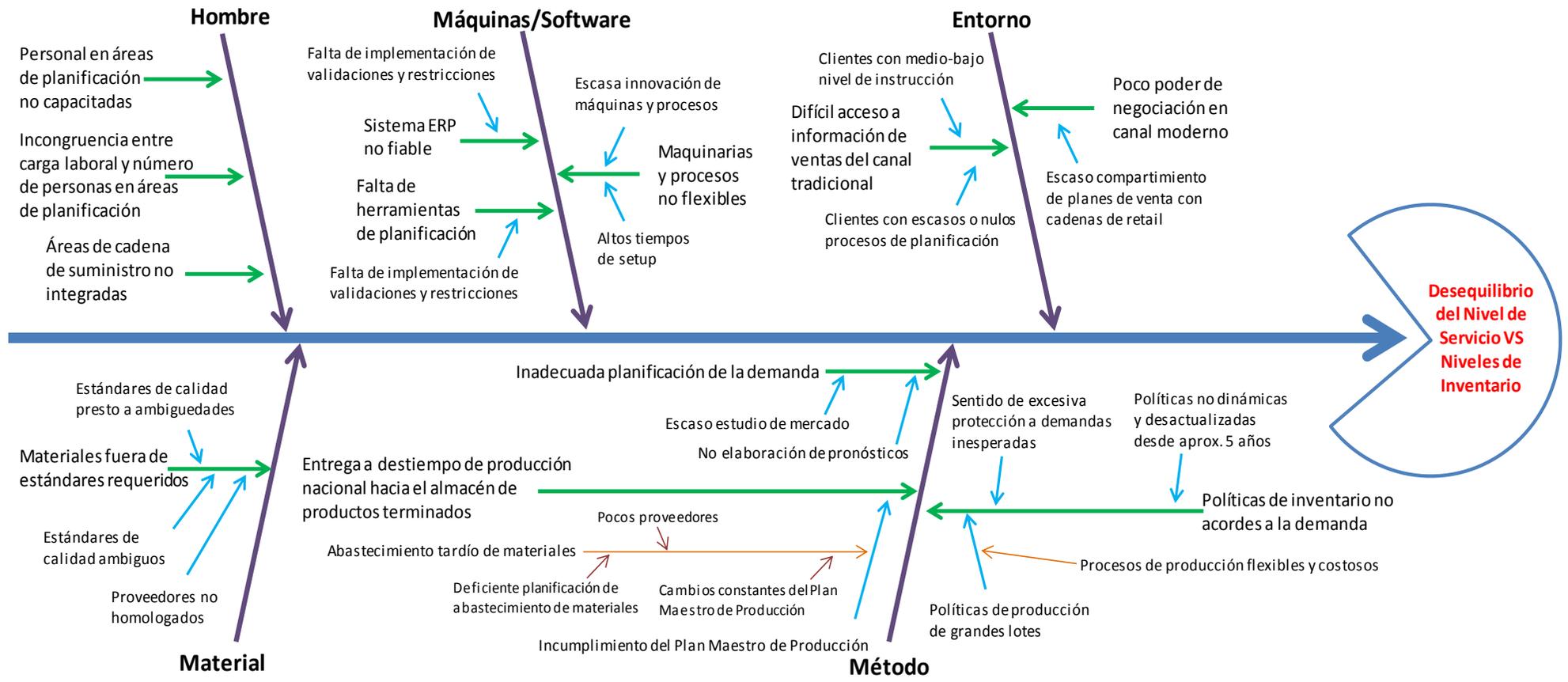


Figura 2. Análisis de Causa Raíz de Situación Problemática

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general.**

¿Cuál es el modelo de planificación de abastecimiento óptimo en el almacén de productos terminados para la empresa metalmecánica SAC?

### **1.2.2. Problemas específicos.**

- ¿Cuál es la puesta de cantidades óptimas para el nivel de servicio de la empresa metalmecánica SAC?
- ¿Cuál es la puesta de cantidades óptimas para la cobertura de la empresa metalmecánica SAC?
- ¿Cuál es el tiempo de puesta óptimo para el nivel de servicio de la empresa metalmecánica SAC?
- ¿Cuál es el tiempo de puesta óptimo para la cobertura de la empresa metalmecánica SAC?

## **1.3. Justificación de la investigación**

### **1.3.1. Justificación teórica.**

Con esta investigación se pone en práctica las habilidades numéricas, de análisis y de planificación muy necesarias en el rubro industrial. Aborda temas de gestión de inventarios, planificación de la demanda, modelos matemáticos

de pronósticos y negociación logística comerciales, temas impartidos a lo largo de la carrera de Ingeniería Industrial propicios de ponerlos en práctica.

### **1.3.2. Justificación práctica.**

Los temas en los cuales gira la presente investigación, actualmente son muy demandados en el mercado industrial manufacturero, el mismo que representa una oportunidad de posicionamiento y crecimiento profesional. Temas con corte transversal muy aplicables a la realidad empresarial para conseguir los objetivos gerenciales.

### **1.3.3. Justificación metodológica.**

Al culminar la realización de la presente investigación, quedará aprendido el método científico necesario para la ejecución de todo proyecto que proponga soluciones de reducción de costos por productos terminados almacenados, aumento de ingresos por ventas, eliminación de fugas de flujo de caja por pago de penalidades en rubros industriales manufactureros en base a la integración de capacidades, habilidades técnicas y estratégicas.

### **1.3.4. Alcances y limitaciones.**

#### **1.3.4.1. Alcance.**

La presente investigación tiene alcance transversal desde el área comercial, área de planificación y control de la producción, área de compras, área de almacenes y el área de producción.

El análisis está hecho a base de información real recolectada del ERP de la empresa, de la demanda y despachos de productos terminados hacia el canal moderno y tradicional durante los periodos 2017-2019.

#### **1.3.4.2. Limitaciones.**

La información analizada fue otorgada por la gerencia de la organización, quien por razones de confidencialidad solicitaron mantener en reserva el nombre de ésta. La información financiera mostrada en la Tabla 1 y Tabla 3 fueron elaborados en base a referencias estimadas generales.

Otra limitación presentada, es el nulo acceso de información a otras empresas del mismo rubro tal que nos permita comparar el nivel de demanda en el mercado, y así ver el nivel de eficiencia en cuanto a niveles de inventario.

La tercera limitación, es la poca negociación existente con el canal tradicional. Los clientes de este canal, presentan resistencia a entablar estrategias y a conocer sus niveles de demanda de cara al cliente final.

### **1.4. Objetivos de la investigación**

#### **1.4.1. Objetivo general.**

Determinar el modelo de planificación de abastecimiento óptimo para el almacén de productos terminados de la empresa metalmecánica SAC.

#### **1.4.2. Objetivos específicos.**

- Determinar la puesta de cantidades óptimas para el nivel de servicio en la empresa metalmecánica SAC.
- Determinar la puesta de cantidades óptimas para la cobertura en la empresa metalmecánica SAC.
- Determinar el tiempo de puesta óptimo para el nivel de servicio en la empresa metalmecánica SAC.
- Determinar el tiempo de puesta óptimo para la cobertura en la empresa metalmecánica SAC.

## **Capítulo II: Marco teórico**

### **2.1. Antecedentes de la investigación**

#### **a) Internacionales**

Según Perea (2014) en su tesis: “Propuesta de mejoramiento en la planeación de la demanda en una empresa de alimentos”; plantea como objetivo de proyecto, determinar la importancia de la planeación de la demanda en toda la cadena de abastecimiento, ya que asegura que comprender y predecir el comportamiento de la demanda de manera asertiva, evitará distorsiones en los demás planes (producción, compras y logística), así como mejorar el flujo de caja al mejorar la gestión de inventarios tales como obsolescencia de productos terminados y materias primas. Con esta propuesta se busca conservar un margen de rentabilidad del 10% sobre la venta y aumentar la participación en el mercado en un 20% para el año en que implementará la propuesta.

Para cumplir con lo mencionado en el párrafo anterior, el autor, plantea tres objetivos, indicadores, medios de verificación y supuestos relacionados a la gestión de varias áreas funcionales de toda compañía (comercial, compras, planeamiento de la demanda, planeamiento de la producción, producción y almacenes) que se reflejan en el inventario resultante al final de cada periodo.

Según Azim., Shibir & Mohammad (2015) en su tesis: “Inventory Reduction by Applying Inventory Management Tools of a Selected Tannery Factory”; aplica

diferentes herramientas de gestión de inventarios para reducir los niveles de inventario de una fábrica de curtiembres, para ello revisó diferentes literaturas relacionadas al objetivo de su tesis. Entre las fuentes revisadas, aborda el tema de Marvin B. Lieberman y Lieven Demeester en el documento titulado como Reducción de inventario y crecimiento de la productividad, indica:

Los resultados de este estudio ayudan a dilucidar la relación entre el inventario WIP y la productividad. Han probado cadenas alternativas de causalidad y estimaciones cuantitativas derivadas de los efectos. Los resultados son complementarios con la gran cantidad de evidencia de estudios de caso sobre la implementación de la fabricación JIT. Su análisis implica que las ganancias de productividad fueron estimuladas por reducciones de inventario, en lugar de bajos niveles de inventario. Además, las reducciones de inventario fueron seguidas por ganancias de productividad, en lugar de viceversa. En términos cuantitativos, cada reducción del 10% en el inventario condujo a una ganancia promedio de aproximadamente 1% en la productividad laboral, con un retraso de aproximadamente un año. Hubo algunas diferencias significativas entre los grupos de empresas: las filiales de Toyota tuvieron un retraso menor; mientras que las filiales de Nissan no demostraron ningún efecto significativo en la productividad. Las empresas que hicieron reducciones sustanciales de inventario disfrutaron un período de crecimiento de la productividad de 1.5% a 2% más alto que el de otras compañías, en promedio.

Luego de la aplicación de diferentes herramientas de gestión de inventarios, el autor, logró aumentar en 25% el retorno de la inversión (ROI).

## **b) Nacionales**

Según Aparicio, Arrunátegui, Anaya, Salazar y Sucno (2017) en su tesis: “Propuesta de implementación de la metodología S&OP en la cadena de suministro de Corporación Aceros Arequipa S.A”, existe cuatro oportunidades de mejora en su cadena de suministro: alta variabilidad en sus pronósticos, altos niveles de inventario, niveles de servicio no óptimos, ventas pérdidas considerables.

La primera oportunidad de mejora, surgió a raíz del análisis de los pronósticos de venta vs las ventas reales, en el 2016, este análisis arrojó en su pico más alto 21.9% de error, y como promedio 5% de error anual. Esta variabilidad, trajo como consecuencia el segundo aspecto a mejorar, altos niveles de inventario de materias primas, productos en proceso y productos terminados. Los niveles de inventario registrados alcanzaron el 22.4% sobre los activos.

Es así que, los autores, tomaron la data de la familia de aceros más representativa para iniciar con el planteamiento de las estrategias para conseguir la propuesta deseada y encontraron 1.6% de ventas perdidas, equivalente a \$1.6 millones. Las estrategias a seguir bajo la metodología S&OP y el IBP fueron:

- Mejorar el nivel de servicio.
- Mejorar tiempos en actualización de política de inventarios.

- Mejorar el pronóstico de ventas.

Los resultados se midieron bajo tres variables: reducción de stock, reducción de ventas perdidas, incremento de las ventas por mejor confiabilidad, con una reducción porcentual de 3, 5 y 7% para escenarios pesimista, conservador y optimista generando un ahorro total de \$ 465,205, un VAN de \$ 401,795.97 y una TIR de 63% con lo cual se concluyó satisfactoriamente que el proyecto bajo la metodología S&OP y IBP es viable y rentable.

Según Martin (2017) autor del artículo: “Planificación de la cadena de suministros: desde el S&OP hasta el IBP”, hace énfasis en que todo proceso de planificación en toda organización inicia con el conocimiento de la demanda, que generalmente proviene de procesos de pronósticos. Indica además, que estos pueden resultar complejos y costosos, por lo que recomienda tomar en cuenta cuatro aspectos: uso de herramientas estadísticas, definir niveles de agrupación y desglose adecuados de la cartera de productos, segmentación adecuada de productos y clientes, apoyarse en herramientas tecnológicas.

El autor, describe en una línea de tiempo la evolución del proceso de planificación, desde la planificación de la producción con la consecuente elaboración del Plan Maestro de Producción (MPP), hasta la cooperación de la cadena de suministro, es decir ya se habla de una Planificación Integrada del Negocio (IBP). Véase la Figura 3.



Figura 3. Evolución del Proceso de Planificación

Fuente: Recuperado de Martín (2017)

Martín (2017) finaliza concluyendo que el proceso de planificación de planificación es el pegamento que mantiene unidos a los diferentes eslabones de la cadena de suministros. Dicho esto, añade tres aspectos a considerar:

- El proceso de planificación es el comienzo de una gestión efectiva de la cadena de suministros.
- La planificación de la cadena de suministros ha evolucionado hasta ser un proceso de consenso e integración de las diferentes funciones de la empresa con una visión más estratégica y de negocio que operativa.
- En el proceso se debe incluir a todas las áreas involucradas, otorgando las condiciones necesarias para el análisis, discusión y promoción del

consenso y compromiso de la organización en alineación con las estrategias del negocio.

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. Gestión de inventarios.**

#### **2.2.1.1. Tipos de inventario.**

Según Render Y Heizer (2014) existen cuatro tipos de inventario:

- Inventario de materias primas: Materiales que serán usados para iniciar las operaciones manufactureras de las piezas necesarias para el producto terminado.
- Inventario de Trabajo en Proceso (WIP), componentes que ya pasaron por cuanto menos una operación manufacturera, pero aún no fueron ensamblados en el producto terminado.
- Inventario para Mantenimiento, Reparación y Operaciones (MRO), formado por repuestos y suministros (envases, embalajes, pernería) que pueden ser usados tanto por el área de mantenimiento como por las áreas funcionales internas de producción.
- Inventario de bienes terminados: Son los productos listos, en espera de ser distribuidos hacia los clientes. Los bienes terminados presentan el tipo de demanda independiente. (p.476)

### **2.2.1.2. Funciones del Inventario.**

Según Render Y Heizer (2014) el motivo general y primordial es que gracias a los inventarios, varias operaciones funcionales tienen flexibilidad en sus rutinas. Las cuatro funciones del inventario son:

- Proporcionar una selección de bienes para la demanda anticipada de los clientes y separar a la empresa de las fluctuaciones en esa demanda, así protegerse contra las penalidades o pérdidas de no ventas.
- Separar varias partes del proceso de producción, con esta función se evita que alguna de las áreas funcionales de producción se paralice o retrase por no contar con el material suficiente para operar, por ello, quizá sea necesario contar con inventario adicional para independizar los procesos de producción de las fluctuaciones de tiempos de abastecimiento de los proveedores.
- Tomar ventaja de los descuentos por cantidad, se busca aprovechar los descuentos por compras a escalas, ahorrar costos asociados a la gestión de compras.
- Protegerse contra la inflación y los cambios a la alza en los precios. (p.476)

### **2.2.1.3. Costos de la gestión de inventarios.**

Para explicar de manera más didáctica la forma de clasificar los costos de gestionar inventarios ver Figura 4.

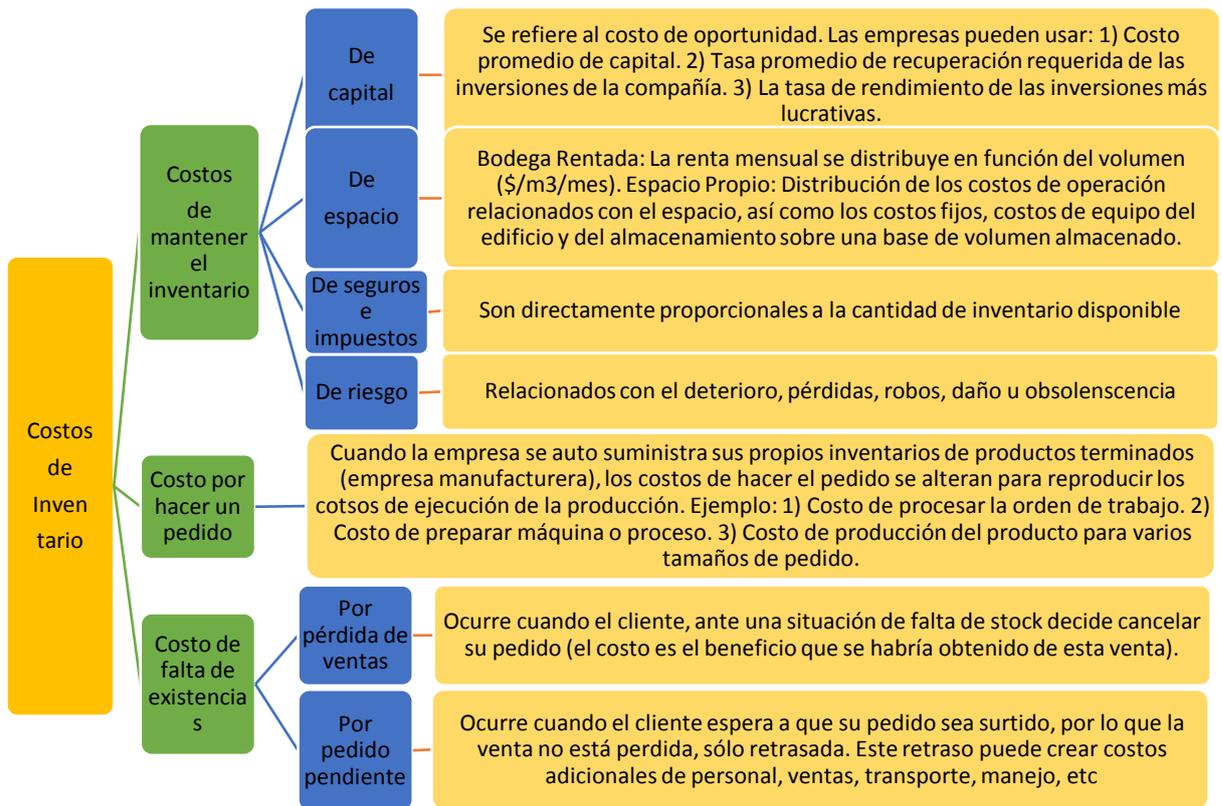


Figura 4. Costos de la Gestión de Inventarios

Fuente: Adaptado de GEO Tutoriales (2015)

#### 2.2.1.4. Nivel de servicio.

Es el porcentaje de cumplimiento con respecto al total de unidades solicitadas por el cliente, o probabilidad esperada de cumplir con todos los requerimientos de los clientes tanto en números de skus como en cantidades por cada sku solicitado.

#### 2.2.1.5. Modelos de inventario para demanda independiente.

La demanda independiente proviene del comportamiento directo del mercado, para calcularlo se usan pronósticos estadísticos, determinar el cuándo y cuánto

se debe de abastecer dependerá de los resultados del pronóstico o supuestos bajo los cuales se quiera determinar los dos parámetros mencionados. Es decir, los resultados del pronóstico o supuestos pueden ser: Demanda constante o demanda probabilística; tiempos de entrega de los proveedores constantes o probabilísticos; además de otros factores que influyen en los niveles de compra y/o venta como descuentos por compras a escala, fuerza de ventas comprometida en periodos futuros, etc.

a. Modelos de inventario para demandas independientes constantes:

Según Render Y Heizer (2014) existen tres modelos de inventario para demandas independientes. A continuación se muestran fórmulas que se aplican para calcular los costos en los que se incurre al gestionar inventarios para los tres modelos. Ver Figura 5.

$$CT = \frac{D}{Q}S + \frac{Q}{2}H + PD$$

$$N = \frac{\text{Demanda}}{\text{Cantidad a ordenar}} = \frac{D}{Q^*}$$

$$T = \frac{\text{Tiempo de días de trabajo por año}}{N}$$

Q=Número de unidades por orden

Q\* = Número óptimo de unidades a ordenar (EOQ)

D = Demanda anual en unidades para el artículo en inventario

S = Costo de ordenar o preparación para cada orden

H = Costo de mantener o llevar el inventario por unidad por año

P = Precio de la unidad

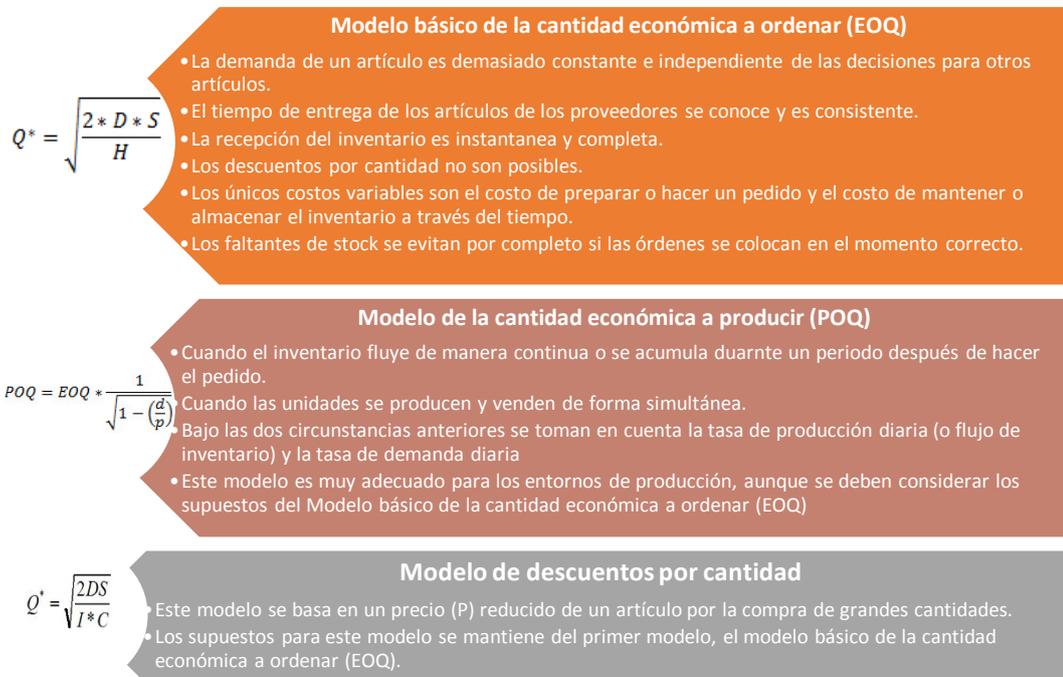


Figura 5. Modelos de Inventario para Demandas Independientes Constantes

Fuente: Adaptado de Render & Heizer, Administración de inventarios (2014, p.483-488)

### Puntos de Reorden:

Es el nivel de inventario que indica el momento adecuado para gestionar la compra y/o abastecimiento de unidades. Su cálculo implica tomar en cuenta, cuántas unidades serán demandadas durante el tiempo que trascurra desde que se realice la orden de reabastecimiento hasta que se concrete el abastecimiento (demanda de tiempo de entrega) incluyendo el nivel de servicio deseado y las existencias de seguridad.

$$\text{Punto de Reorden} = ROP = d \times L + ss$$

$d$  = Demanda diaria

$L$  = Tiempo de entrega de la orden, o número de días hábiles necesarios para efectuar la entrega de una orden

$ss$  = stock de seguridad

Teniendo claro la definición de puntos de re-orden y las fórmulas de cálculo de la cantidad óptima a reabastecer, ya tenemos la respuesta a dos decisiones importantes de la gestión de inventarios: ¿Cuándo reabastecer? y ¿Cuánto reabastecer?

En los modelos de inventario para las demandas independientes constantes, no existe variabilidad en la demanda, ni en el tiempo de entrega de los proveedores ya que estos son constantes y conocidos, por ende no habría la necesidad de cubrirnos de las fluctuaciones del mercado y proveedores, es decir no habría la necesidad de contar con stock de seguridad.

b. Modelos de inventario para demandas independientes probabilísticas:

Estos modelos representan la realidad, ya que el comportamiento del mercado no es constante, tampoco el lead time de los proveedores ya sean éstos, internos o externos. Estos modelos permiten incluir los factores mencionados en el primer párrafo del presente apartado, mediante distribuciones de probabilidad. También se ha definido el concepto de nivel de servicio, ya que éste se ve afectado cuando alguno de los factores que juegan en la atención al cliente fallan, provocando desabastecimiento, pérdidas de ventas, etc.

Tomando en cuenta lo dicho se valida la importancia de la primera función del inventario, he aquí la importancia del stock de seguridad.

Una premisa muy importante a tomar en cuenta al determinar el nivel de stock de seguridad es que este es el equivalente implícito a equilibrar los costos por gestión de inventarios vs los costos por falta de existencias que afectan directamente al nivel de servicio (Lokad, 2019). En la Figura 6 se muestra tres modelos de inventarios para demandas independientes.

Se indicó fórmulas de cálculo de los costos incurridos en la gestión de inventarios, ahora indicaremos cómo se calcula los costos por faltantes de inventario:

**Costo anual por faltantes** = La suma de las unidades faltantes para cada nivel de demanda **X** La probabilidad de ese nivel de demanda **X** El costo de faltantes/unidad **X** El número de órdenes por año.

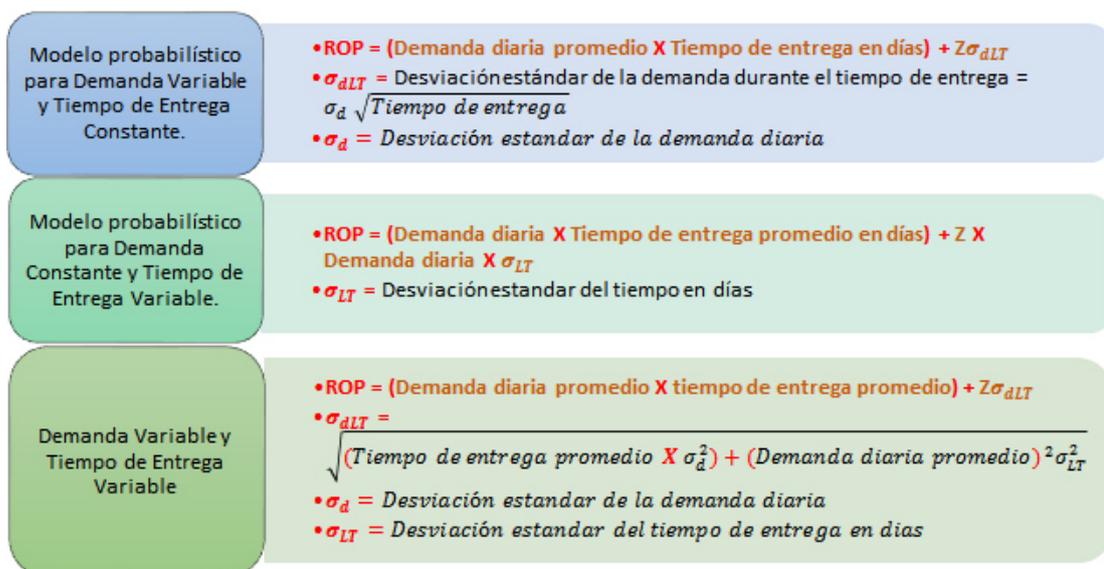


Figura 6. Modelos de Inventarios para Demandas Independientes Probabilísticas.

Fuente: Adaptado de Barry Render & Jay Heizer (9° Edición, p.499)

### **2.2.1.6. Clasificación ABC.**

Es una técnica muy usada para clasificar entidades (productos, clientes, proveedores, etc.) según su importancia en tres categorías (A, B, C) siguiendo algún criterio, ya sea por el costos, nivel de rotación, ingreso de ventas, etc basándose en el principio de Pareto o regla 80/20. Esta técnica muy usada por los administradores de inventario, les permite dirigir su atención hacia los entes que generan mayor impacto en los objetivos del área y de la organización, con ello, distribuir mejor los recursos, esfuerzos y estrategias. La clasificación ABC sigue la siguiente metodología: Encontrar el valorizado de la demanda anual (demanda anual en unidades multiplicado por su precio de venta), después ordenar de mayor a menor, luego calcular el porcentaje acumulado con respecto al valorizado de la demanda anual de todos los sku analizados. Los resultados e interpretación, arroja la clasificación ABC. Ver Figura 7.

- Categoría A: Los skus que acumulen el 80% de la demanda valorizada anual total, serán los skus categoría A. El número de skus categoría "A", representará aproximadamente el 20% del total de skus analizados.
- Categoría B: Los skus que se encuentren después el 80% de la demanda valorizada acumulada anual pero menos del 95%, serán los skus de categoría B, el total de skus de esta categoría representarán aproximadamente el 30% del total de skus analizados.
- Categoría C: Se visualizará una cantidad mayor de skus que generan tan solo un 5% del valorizado de la demanda anual total. Estos skus serán los de categoría C.

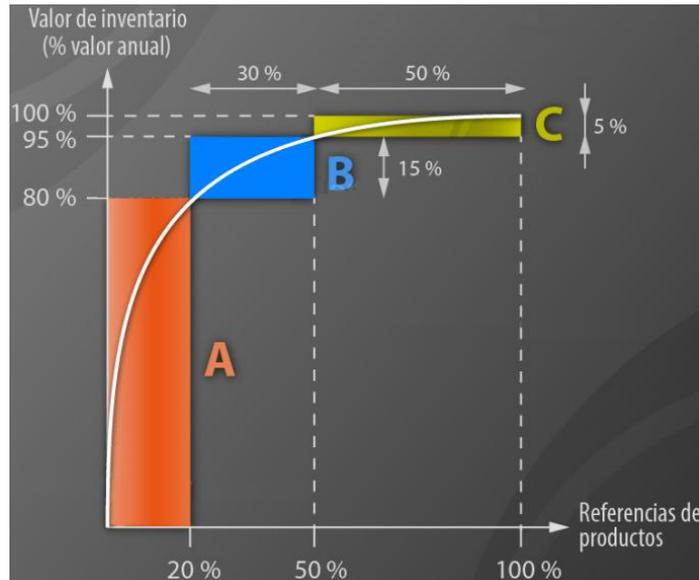


Figura 7. Diagrama de Pareto

Fuente: Recuperado de ATOX (2012-2019)

## 2.2.2. Procesos de planificación.

El proceso de planificación, aborda periodos de largo, mediano y corto plazo, esta planeación inicia de una demanda real o esperada de los clientes, el mismo que se va desglosando proporcionando datos para elaborar distintos planes dentro de cada periodo. En la Figura 11, se ilustra lo mencionado junto con aspectos necesarios para lograr la construcción de dichos planes.

El presente informe está relacionado con la “Planeación de los Niveles de Inventario”, ubicado en un mediano plazo.

### 2.2.2.1. Pronósticos.

Chapman (2006) describe características fundamentales, así como una categorización de los pronósticos.

a) Características fundamentales:

- Los pronósticos casi siempre son incorrectos
- Los pronósticos son más precisos para grupos o familia de artículos.
- Los pronósticos son más precisos cuando se hacen para periodos cortos.
- Todo pronóstico debe incluir un error de estimación y también la distribución de la demanda.
- Los pronósticos se calculan con la demanda no con las ventas.
- Los pronósticos no son sustitutos de la demanda calculada.

b) Principales categorías de pronóstico

Chapman (2006) define dos tipos fundamentales de pronósticos: Cualitativos y cuantitativos. Los mismos que se indican en la Figura 8. Los tipos de pronóstico más comunes por los administradores de inventarios son los cuantitativos de series de tiempo para realizar planes de producción razonables. Eligen éstos ya que Cualitativos y Cuantitativos causales requieren cierto conocimiento del mercado y/o ambiente externo. Tal conocimiento rara vez está a la mano de un administrador de inventarios, quien usualmente está enfocado solo en los procesos internos. Por esta razón, se ofrecerá descripciones solo de los pronósticos cuantitativos: series de tiempo. La descripción de los pronósticos cualitativos puede ser revisada en la misma bibliografía citada al inicio de este párrafo.

En la Figura 9 se aprecia una gráfica con existencia de una relación entre las fechas que se aplicó descuentos a un determinado producto.

Pronósticos Cualitativos	Pronósticos Cuantitativos
Encuestas de mercado	<b>Causal / Relacional</b>
Delphi o consenso de panel	Modelos de entrada-salida
Analogía por ciclo de vida	Modelos econométricos
Valoración o juicio informado	Modelos de simulación
	Regresión
	<b>Series de tiempo</b>
	Promedio móvil simple
	Promedio móvil ponderado
	Suavizado exponencial simple
	Regresión (“Línea de mejor ajuste”)

Figura 8. Categorización de Pronósticos

Fuente: Recuperado de Chapman (2006, p.18)

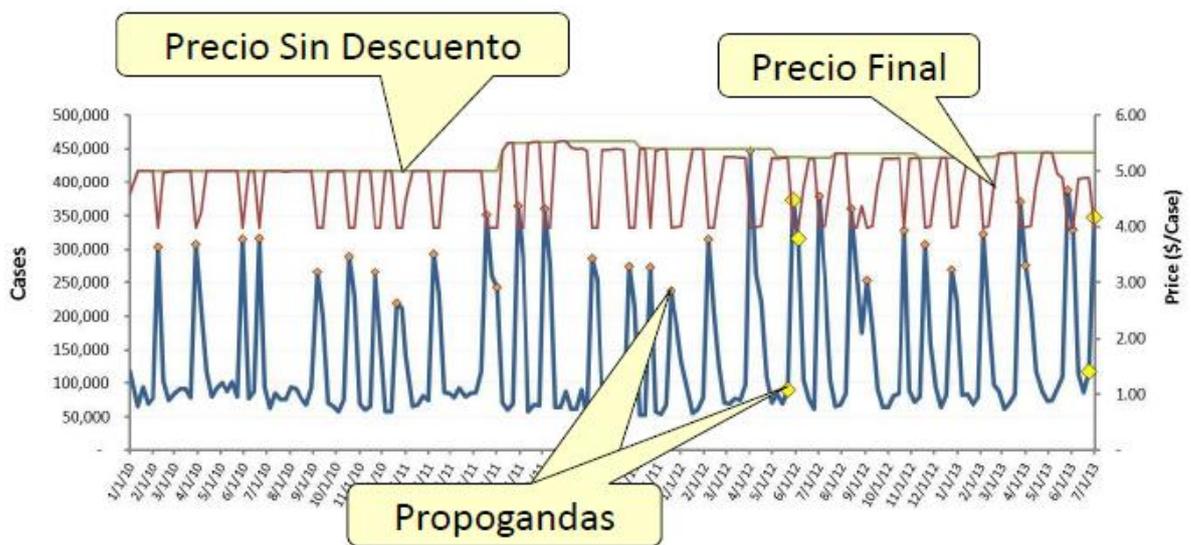


Figura 9. Ejemplo de Pronósticos Causales-Regresión

Fuente: Recuperado de PEE Universidad ESAN (2019)

Las líneas rojas es el precio final del producto, las líneas azules son el valorizado monetario por ventas y los rombos naranja y amarillos la aplicación de publicidad, es así que se observa que si se aplica estrategias de descuentos y propagandas las ventas suben con respectos a las fechas que no se aplican estas estrategias. Por ende existe una relación entre dos variables: descuentos y propagandas sobre una tercera variable: las ventas.

### Pronósticos cuantitativos: series de tiempo

Chapman (2006) parte del supuesto que la demanda pasada sigue cierto patrón, y que si este patrón puede ser analizado podrá utilizarse para desarrollar proyecciones para la demanda futura, suponiendo que el patrón continúa aproximadamente de la misma forma. Estos patrones son: Patrón aleatorio, Patrón de tendencia y Patrón estacional. Ver Figura 10.

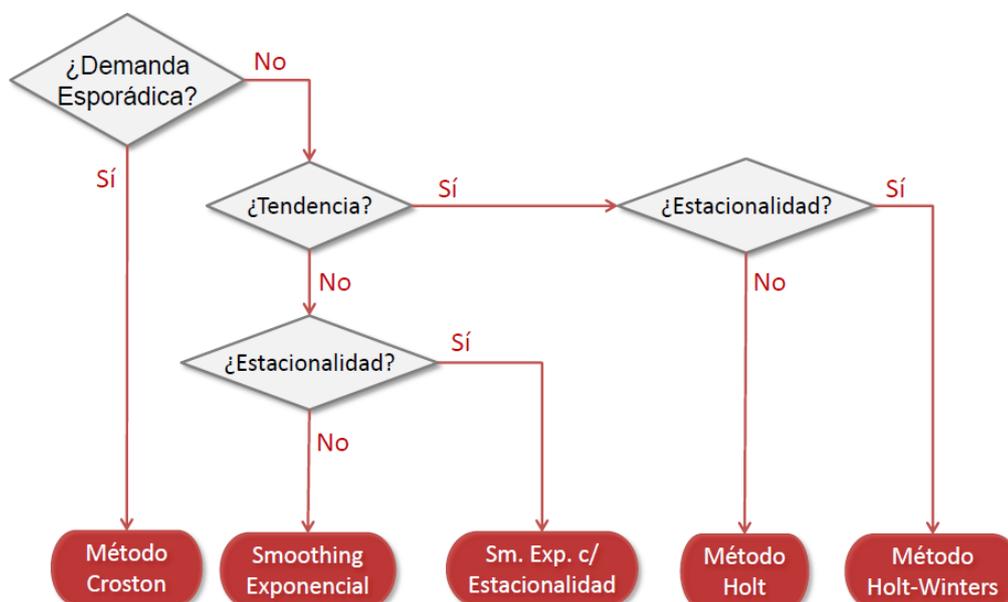


Figura 10. Métodos de Pronósticos Según Comportamiento de Demanda

Fuente: Recuperado de PEE Universidad ESAN (2019)

### 2.2.2.2. Planeación de ventas y operaciones (Plan Agregado)

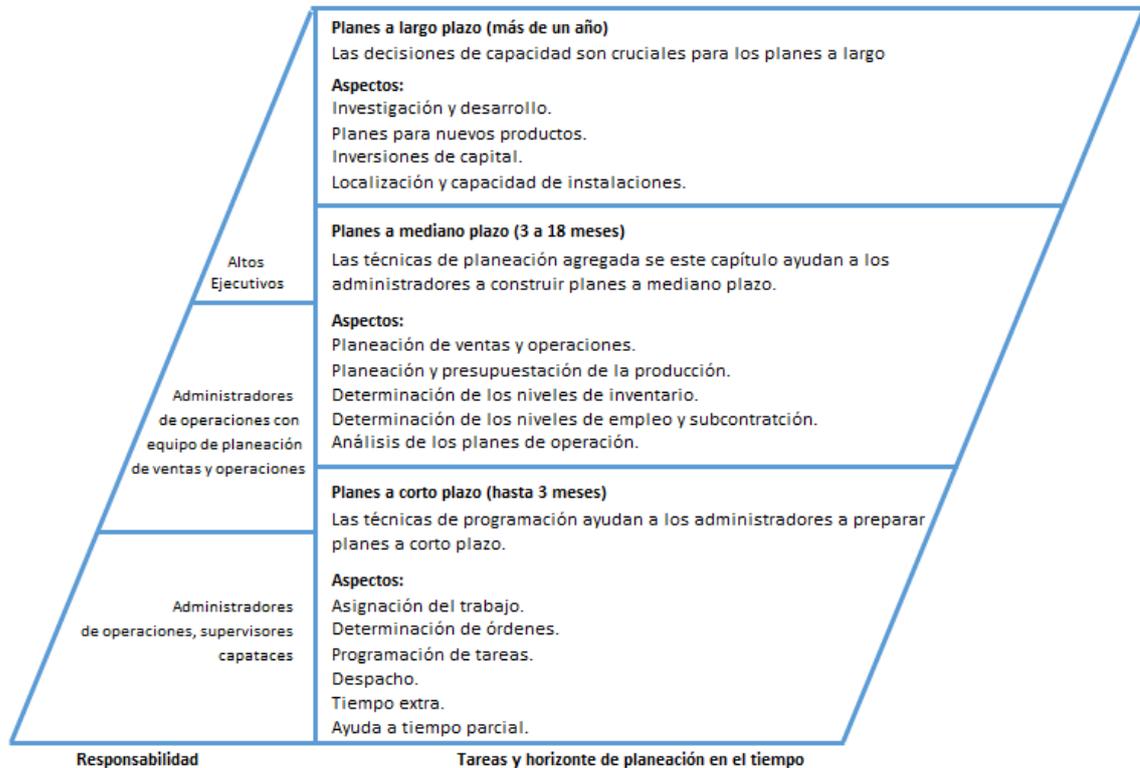


Figura 11. Niveles de Planeación

Fuente: Recuperado de Render & Heizer (Planeación Agregada y PVyO, 2014)

Los pronósticos proporcionan información sobre el comportamiento de los compradores o consumidores, información que es usada para elaborar planes a nivel organizacional de largo plazo. “Estos planes a largo plazo requieren políticas y estrategias relacionadas con aspectos como la capacidad y la inversión de capital, la localización de instalaciones, los productos nuevos, los procesos y el desarrollo de la cadena de suministro” (Render & Heizer, 2014)

### 2.2.3. Marcos conceptuales o glosario.

**Parámetro:** es la característica de una población. También denominado puntuación Z, valor estadístico, desviación normal estándar, o simplemente desviación normal. Es la distancia a la media, medida en unidades de la desviación estándar.

**Pronóstico:** La formulación de pronósticos (o proyección) es una técnica para utilizar experiencias pasadas con la finalidad de predecir expectativas del futuro. Observe que en esta definición el pronóstico no es realmente una predicción, sino una proyección estructurada del conocimiento pasado. (Chapman, 2006)

**Cobertura:** Nivel de inventario que cubre un determinado número de periodos de acuerdo al nivel de despachos en cada periodo. Estos periodos pueden ser días, semanas, meses, años.

**Nivel de servicio:** Porcentaje de unidades despachadas con respecto a las unidades solicitadas por el cliente. Indicador muy útil para medir que tan preparada se encuentra una organización ante el volumen demandado, a su vez este puede tener una meta que no necesariamente es el 100% ya que tiene que estar alineado a los objetivos estratégicos de la organización.

**Fillrate:** Indicador logístico comercial, usualmente usado por cadenas de retail para con sus proveedores. Mide el nivel de servicio de proveedores según parámetros acordados dentro de determinados periodos (mensual, trimestral, semestral, anual) sujetos a penalidades monetarias.

**Sku:** Hace referencia al número o código asignado a un elemento para poder identificarlo en el inventario físico o financiero (Wikimedia, 2020). Este es único a cada elemento y es codificado según cada tipo, grupo o familia de artículos existentes dentro de una organización.

**Inventario de seguridad:** La expresión inventario de seguridad es usada en el contexto administrativo de una organización o empresa, entendiéndose que se trata de la cantidad de stock extra que se debe mantener en almacén, para hacer frente a situaciones diversas e imprevistos, por ejemplo, una falla de stocks, aumento repentino de la demanda, averías en equipos, fallas en las entregas de materia prima, paro de obreros entre otras. (Pacheco, 2019)

## **Capítulo III: Hipótesis y variables**

### **3.1. Hipótesis general**

- El modelo de planificación de abastecimiento es óptimo en un almacén de productos terminados en una empresa metalmecánica.

### **3.2. Hipótesis específica**

- La puesta de cantidades es óptima para el nivel de servicio.
- La puesta de cantidades es óptima para la cobertura.
- El tiempo de puesta es óptimo para el nivel de servicio.
- El tiempo de puesta es óptimo para la cobertura.

### **3.3. Identificación de variables**

#### **a. Variable independiente:**

- Modelo de planificación de abastecimiento.

#### **b. Variable dependiente:**

- Productos terminados.

### 3.4. Operacionalización de variables

Tabla 4. Operacionalización de Variables

Variable	Dimensiones	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores
<b>Independiente:</b> Modelo de planificación de abastecimiento	Tiempo de puesta óptimo para la empresa metalmecánica SAC	Cálculo de los días promedio de todos los procesos necesarios de adquisición de productos terminados a tomar en cuenta para planificar la fecha y/o el momento en que dichos productos terminados deben estar listos para el <i>picking</i> y su despacho.	Se calculará los días de retraso y/o anticipación en que los productos terminados estuvieron en el almacén con respecto a lo planificado en el plan de ventas.	Número de días de retraso de llegada de productos terminados hacia almacén con respecto al plan de ventas.
	Puesta de cantidades óptimas para la empresa metalmecánica SAC	Cálculo de las cantidades promedio necesarias de producto terminado a contar en almacén para cumplir con la demanda semanal existente.	Se calculará las cantidades faltantes que se presentaron en el momento que se necesitaban para cumplir con el plan de ventas.	Número de unidades de productos terminados faltantes y/o excedentes con los que se cuenta en almacén con respecto a lo necesitado según el plan de ventas.
<b>Dependiente:</b> Productos terminados	Cobertura de la empresa metalmecánica SAC	Cantidad promedio de productos terminados que se despachan en un periodo determinado.	Se calculará, sumando las unidades totales de productos terminados despachados en el 2019 y se dividirá con la cantidad de semanas en las que un determinado producto terminado fue despachado durante este periodo.	Número de días de cobertura
	Nivel de servicio de la empresa metalmecánica SAC	Cumplimiento de despacho de productos terminados en la misma cantidad de unidades que fueron solicitadas por el cliente.	Se calculará dividiendo las unidades de productos terminados despachados con respecto a las unidades solicitadas por el cliente.	Porcentajes de Fillrate

### 3.5. Matriz de consistencia

Tabla 5. *Matriz de Consistencia*

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	POBLACIÓN
GENERAL	GENERAL	GENERAL	INDEPENDIENTE	
¿Cuál es el modelo de planificación de abastecimiento óptimo en el almacén de productos terminados para la empresa metalmecánica SAC?	Determinar el modelo de planificación de abastecimiento óptimo para el almacén de productos terminados de la empresa metalmecánica SAC	El modelo de planificación de abastecimiento es óptimo para el almacén de productos terminados de la empresa metalmecánica SAC	• Modelo de planificación de abastecimiento	Skus de producto terminado despachadas 2015 – 2019
			<b>DEPENDIENTE</b>	
			• Productos terminados de la empresa metalmecánica SAC	
ESPECÍFICO	ESPECÍFICO	ESPECÍFICO	SUBVARIABLES	MUESTRA
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuál es la puesta de cantidades óptimas para el nivel de servicio de la empresa metalmecánica SAC?</li> <li>• ¿Cuál es la puesta de cantidades óptimas para la cobertura de la empresa metalmecánica SAC?</li> <li>• ¿Cuál es el tiempo de puesta óptimo para el nivel de servicio de la empresa metalmecánica SAC?</li> <li>• ¿Cuál es el tiempo de puesta óptimo para la cobertura de la empresa metalmecánica SAC?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar la puesta de cantidades óptimas para el nivel de servicio en la empresa metalmecánica SAC.</li> <li>• Determinar la puesta de cantidades óptimas para la cobertura en la empresa metalmecánica SAC</li> <li>• Determinar el tiempo de puesta óptimo para el nivel de servicio en la empresa metalmecánica SAC.</li> <li>• Determinar el tiempo de puesta óptimo para la cobertura en la empresa metalmecánica SAC.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La puesta de cantidades es óptima para el nivel de servicio de la empresa metalmecánica SAC.</li> <li>• La puesta de cantidades es óptima para la cobertura de la empresa metalmecánica SAC.</li> <li>• El tiempo de puesta es óptimo para el nivel de servicio de la empresa metalmecánica SAC.</li> <li>• El tiempo de puesta es óptimo para la cobertura de la empresa metalmecánica SAC.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puesta de cantidades óptimas para la empresa metalmecánica SAC.</li> <li>• Nivel de servicio de la empresa metalmecánica SAC.</li> <li>• Cobertura de la empresa metalmecánica SAC.</li> <li>• Tiempo de puesta óptimo para la empresa metalmecánica SAC.</li> </ul>	Skus de producto terminado despachadas en el 2019

## **Capítulo IV: Metodología**

### **4.1. Tipo y diseño de investigación**

#### **4.1.1. Tipo de investigación.**

Es una investigación aplicada. Busca la aplicación o utilización de los conocimientos que se adquieren a través de un marco teórico tomando como interés las consecuencias prácticas. (Álvarez, 2013)

#### **4.1.2. Diseño de investigación.**

Tiene diseño descriptivo, ya que se realizó un diagnóstico de la situación actual junto con las variables planteadas, no existe manipulación de éstas. Con el análisis de la demanda, despachos, stock de producto terminado y programa de producción fue posible encontrar los puntos de falencia y las consecuencias oportunidades de mejora.

### **4.2. Unidad de análisis**

Almacén de productos terminados de Empresa SAC.

### **4.3. Población de estudio**

La población está conformada por todos los sku's del almacén de productos terminados.

#### **4.4. Muestra**

No probabilística por conveniencia. (Hernandez, Fernández y Baptista, 2014)

#### **4.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

**a. Técnicas:** Las técnicas para obtener los datos que se analizaron son técnicas de aplicación de gestión logística, comercial y planificación mediante el uso de hoja de cálculo, con funciones matemáticas y estadísticas.

**b. Recolección de datos:** La recolección de datos se realizó mediante información proporcionada por el sistema ERP de Empresa SAC bajo autorización de la Gerencia de Operaciones.

#### **4.6. Técnicas de procesamiento de datos**

A fin de representar de una manera muy práctica el diseño de investigación que se siguió, observar la Figura 12.

El diseño inicia desde una perspectiva macro hasta llegar al análisis de las características inherentes del tema de la presente investigación de cada sku.

a. La investigación inicia desde conocer el comportamiento de la demanda, segmentarla, conocer si cada sku que conforma la demanda pertenece a una determinada familia, conocer qué participación monetaria tiene cada sku en los ingresos de Empresa SAC (Clasificación de Pareto), hasta aquí se habrá presentado los datos. Datos importantes para iniciar la siguiente etapa, el análisis.

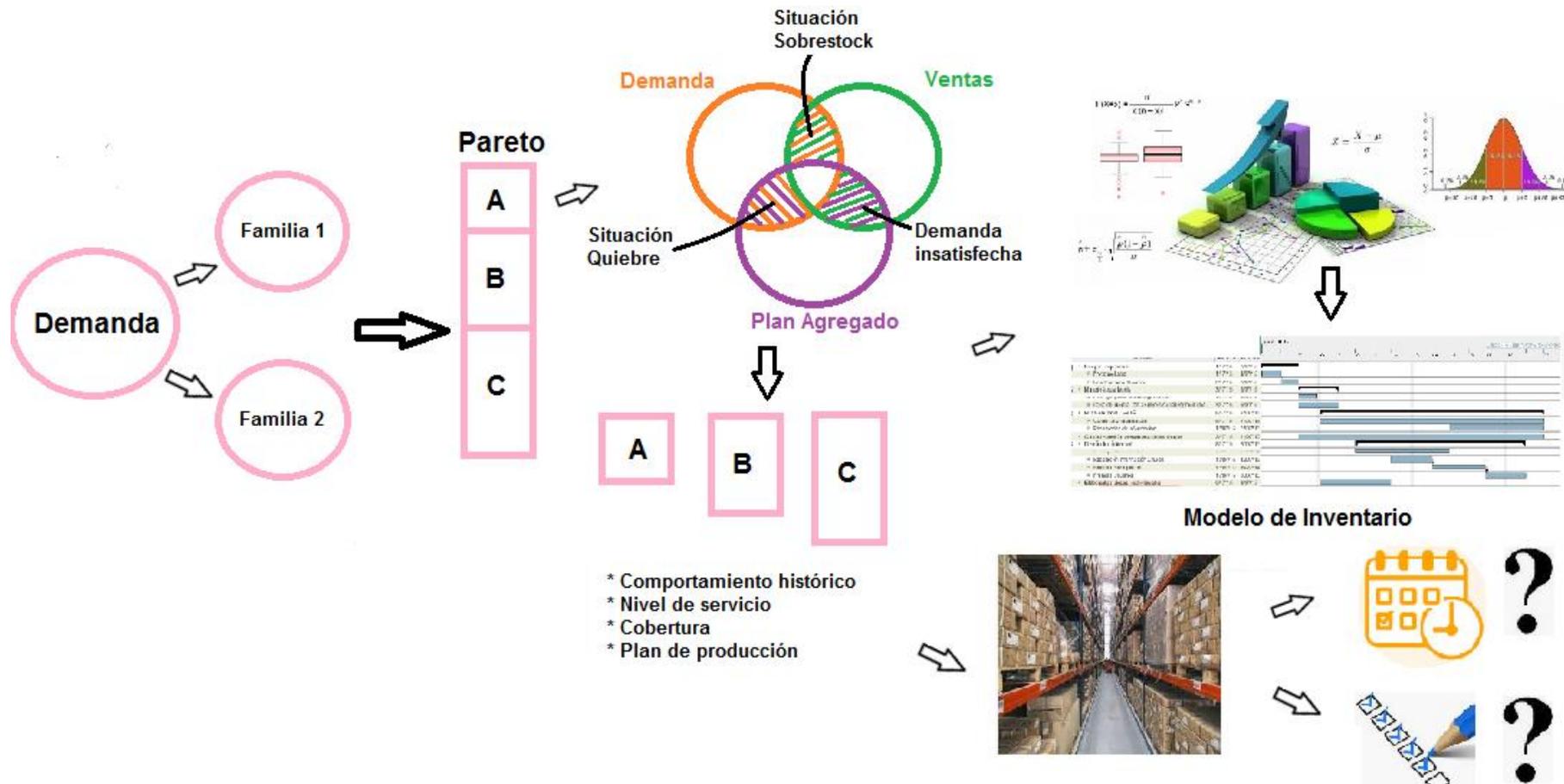


Figura 12. Diseño de la Investigación

- b. En la etapa de análisis, se interrelacionó las unidades de skus demandados, vendidos y planificados a nivel agregado a fin de detectar coherencia entre el comportamiento de la cadena de suministro de Empresa SAC y el comportamiento de la demanda. Después se desglosará esta demanda a nivel sku, para analizar su comportamiento histórico, obtener parámetros estadísticos (que serán usados para plantear una propuesta de mejora), cobertura, nivel de servicio y la producción de este sku durante un periodo determinado. Toda esta información obtenida servirá para relacionarla con el plan de abastecimiento y verificar si existió cumplimiento tanto en tiempos como en cantidades (relacionados al modelo de inventario que se propondrá).
- c. Finalmente, se recopilará toda la información obtenida para plantear un Modelo de planificación de abastecimiento al almacén de productos terminados para la empresa metalmecánica SAC.

## **Capítulo V: Análisis e interpretación de los resultados**

### **5.1. Presentación de los resultados**

Para entender y cumplir con cada uno de los objetivos específicos planteados, primero se presenta el diagnóstico actual de la organización. Este diagnóstico se divide en cuatro puntos:

#### **A. DEMANDA ATENDIDA.**

De la Tabla 6 y Tabla 7, se interpreta lo siguiente:

- El canal moderno representa entre 25% y 30% del total de unidades vendidas e ingresos por ventas cada año.
- El canal tradicional representa entre 70% y 75% del total de unidades vendidas e ingresos por ventas cada año.
- Los productos nacionales representan entre 70% y 77% del total de unidades vendidas cada año y entre 58% y 66% de los ingresos por ventas percibidos cada año. El porcentaje de participación de unidades es menor al porcentaje de participación de ingresos por ventas debido a que el precio de los productos nacionales es menor a los productos importados.
- Los productos importados representan entre 22% y 29% del total de unidades vendidas cada año y entre 33% y 44% de los ingresos por ventas percibidos cada año.
- Con las cuatro puntos anteriores se deduce claramente que el mayor porcentaje de los despachos se localiza en el canal tradicional con

productos nacionales, que oscilan entre 70.7% y 77.3% cada año como unidades

**Tabla 6. Participación de Ventas Según Canal y Procedencia (uni)**

despachadas y entre 56.2% y 66.2%

como ingresos por ventas.

Año	Importado	Nacional	Total
2017	29.3%	70.7%	100%
Moderno	8.6%	17.0%	25.6%
Tradicional	20.7%	53.7%	74.4%
2018	22.7%	77.3%	100%
Moderno	9.4%	14.8%	24.2%
Tradicional	13.3%	62.6%	75.8%
2019	27.7%	72.3%	100%
Moderno	14.7%	15.2%	29.9%
Tradicional	13.0%	57.2%	70.1%
Promedio	26.5%	73.5%	100%

**Tabla 7. Participación de Ventas Según Canal y Procedencia (S/.)**

Año	Importado	Nacional	Total
2017	41.5%	58.5%	100%
Moderno	11.0%	13.8%	24.8%
Tradicional	30.5%	44.7%	75.2%
2018	33.8%	66.2%	100%
Moderno	12.2%	12.9%	25.0%
Tradicional	21.6%	53.3%	75.0%
2019	43.8%	56.2%	100%
Moderno	18.4%	11.6%	30.0%
Tradicional	25.4%	44.6%	70.0%
Promedio	39.4%	60.6%	100%

## B. NIVEL DE SERVICIO.

De la Tabla 8 se observa que el nivel de servicio tiene un giro alrededor del 90%, para ambos canales.

- Por lo descrito en la situación problemática, por los acuerdos logísticos comerciales existentes, la demanda que no sea atendida bajo ciertos rangos de nivel de servicio se aplicarán penalidades. Es en ese sentido que Empresa SAC presta atención en contar con los todos los productos que sus clientes del canal moderno le demanden, sin embargo, observar un nivel de servicio de menos del 91% no es el nivel deseado ni para Empresa SAC ni para el cliente.
- Existe alrededor del 10% de unidades demandadas que no se concreta su venta, es decir existe un 10% de ventas perdidas.
- Por lo dicho en los cuadros anteriores, el canal tradicional es quien lidera los ingresos por ventas, sin embargo el nivel de servicio es menor que el moderno. Lo cual significa una contradicción.

**Tabla 8. Nivel de Servicio Según Canal y Procedencia (S/.)**

	Importado	Nacional	Total
Canal	Despachos	Despachos	Despachos
2017	89.3%	89.1%	89.2%
Moderno	90.3%	89.7%	89.9%
Tradicional	88.9%	89.0%	88.9%
2018	90.6%	90.5%	90.6%
Moderno	90.3%	91.1%	90.7%
Tradicional	90.8%	90.4%	90.5%
2019	92.1%	91.6%	91.8%
Moderno	92.5%	91.0%	92.0%
Tradicional	91.9%	91.7%	91.7%
TOTAL	90.0%	90.0%	90.0%

### C. COMPORTAMIENTO DE LA DEMANDA

Como tema del desarrollo de la presente investigación, Modelo de planificación de abastecimiento a un almacén de productos terminados para una empresa metalmeccánica, es muy importante conocer el comportamiento de la demanda, para así elaborar un plan estratégico alineado con los objetivos de la alta gerencia sin generar inventarios fuera de posibles incrementos de demanda. Ver Figura 13.

Conocer el comportamiento de la demanda permitirá plantear objetivos más reales que traerá consigo una mejor elaboración de los diferentes planes ubicados en todos los niveles de la cadena de valor y con ello mayor estabilidad, control de todos los procesos, reducción de costos operativos, reducción de capital localizado en el almacén de productos terminados.

De la Figura 13 se observa un patrón estacional, con intervalos mensuales de subidas y bajadas. Este comportamiento nos invita a planificar las ventas y las cantidades abastecidas al almacén de productos terminados. Siguiendo este patrón, es posible estudiar qué método de pronósticos aplicar para proyectar la demanda en periodos futuros.

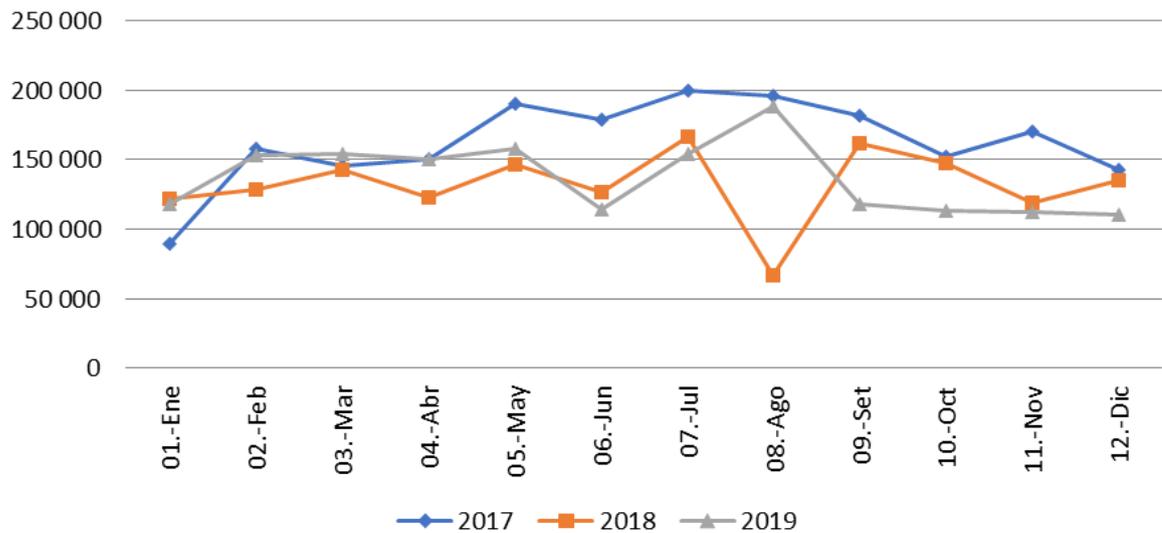


Figura 13. Comportamiento de la Demanda 2017-2019

#### D. CLASIFICACIÓN DE LOS PRODUCTOS POR FAMILIAS:

Para fines didácticos y un mejor análisis, primero se clasificará los productos por familias. A éstos los llamaremos Familia 1 y Familia 2, cada una de ellas son producidas en la fábrica de la organización o son importadas.

Como se visualiza en la Tabla 9, para la Familia 1, existe una gran dominancia de demanda de productos Importados frente a lo nacional en los tres años con una diferencia que va desde los 42.2 a 55.0 puntos porcentuales.

Mientras que para la Familia 2 ocurre exactamente lo contrario, la demanda de productos Familia 2 nacional está sobre el 93%, mientras que productos Familia 2 importados es menor al 7% cada año.

**Tabla 9. Participación de la Demanda Según Familia y Procedencia (uni)**

Familia	2017	2018	2019	Total general
Familia 1	50.9%	44.0%	50.8%	48.8%
Importado	77.5%	71.1%	76.9%	75.5%
Nacional	22.5%	28.9%	23.1%	24.5%
Familia 2	49.1%	56.0%	49.2%	51.2%
Importado	4.1%	4.4%	6.8%	5.0%
Nacional	95.9%	95.6%	93.2%	95.0%
Total general	100%	100%	100%	100%

Conocer la participación de demanda según familia y procedencia es de vital importancia para conocer sobre qué productos se debe enfocar el modelo que se propone en la presente tesis. Ver Figura 14.

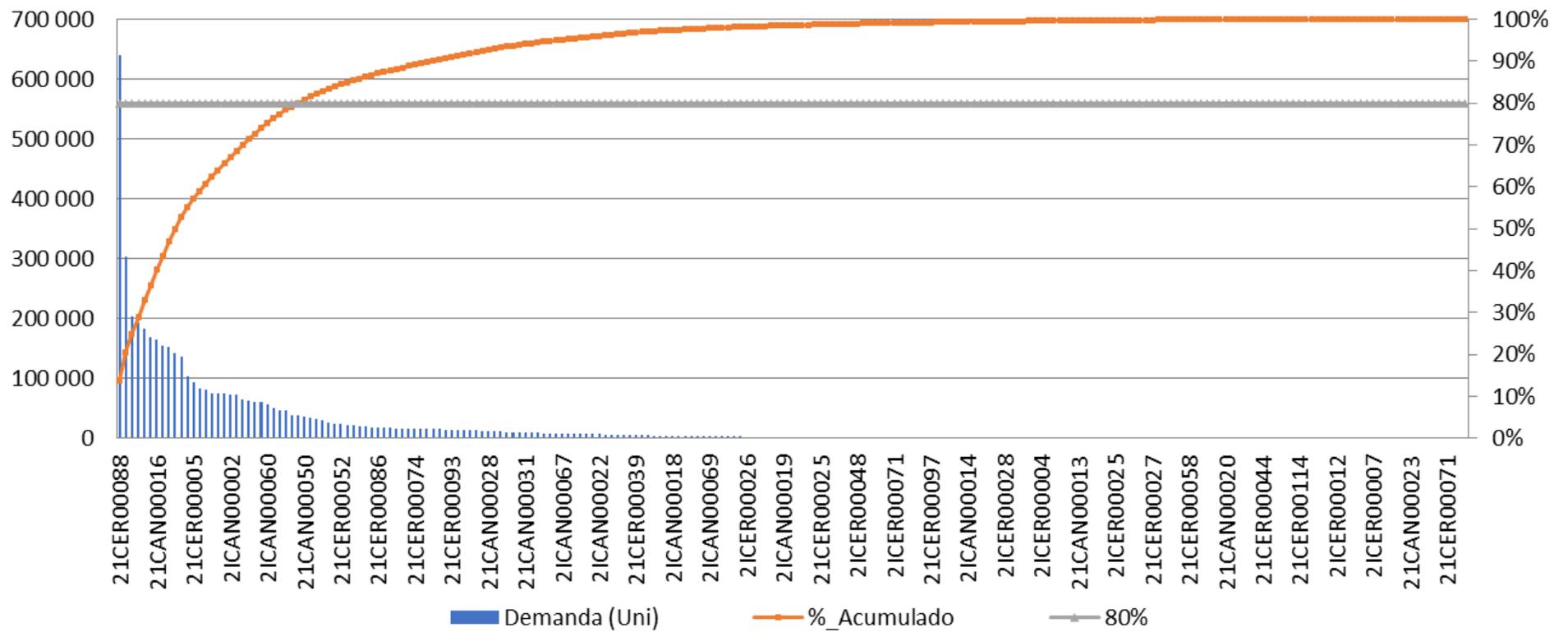


Figura 14. Pareto de Demanda 2017-2019 (uni)

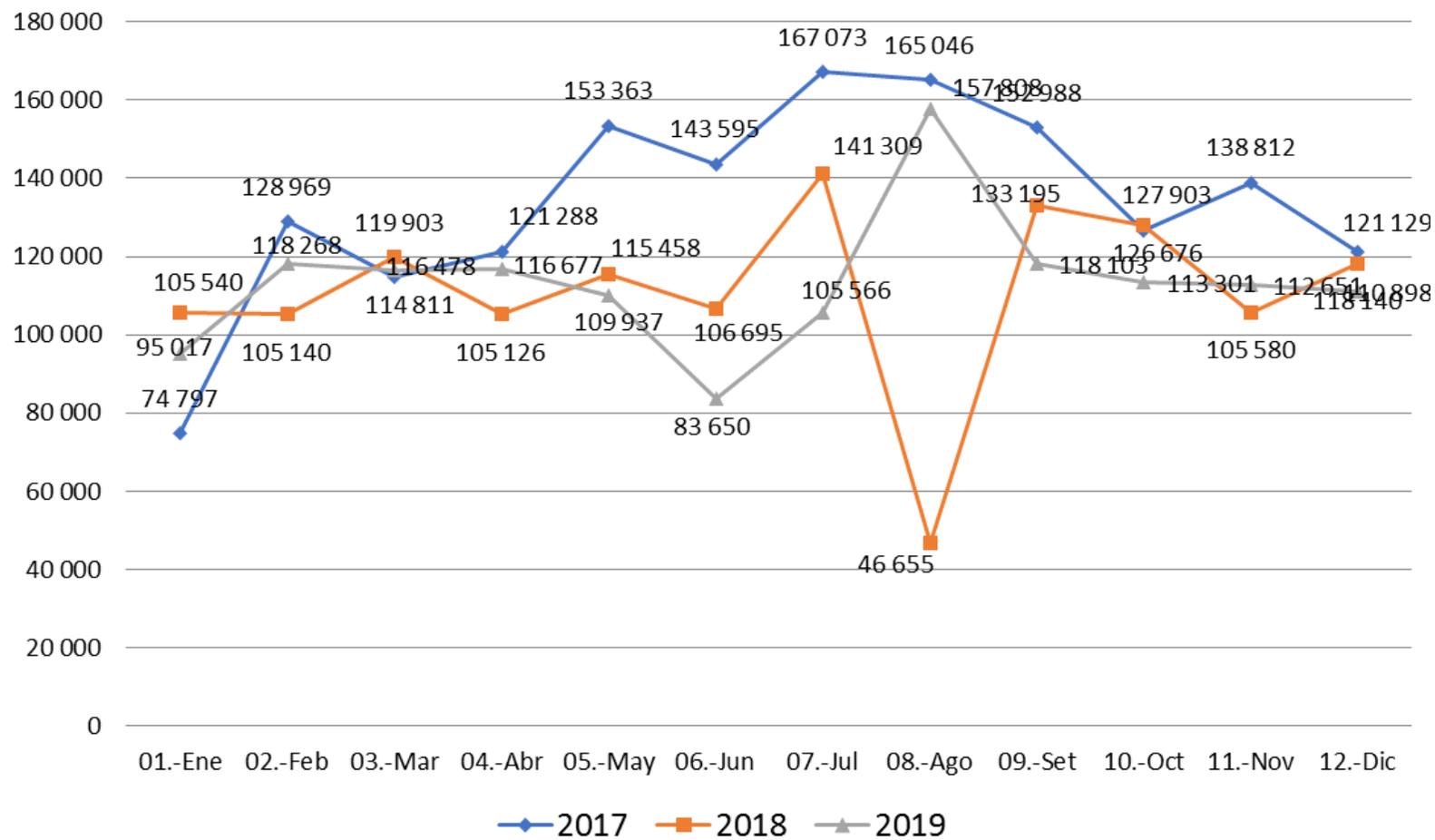
Luego se analiza el comportamiento de demanda solo de los productos que representan el 80%, en los mismos periodos en que se realizó los cuatro diagnósticos anteriores, para finalmente realizar el análisis de los objetivos específicos.

#### **5.1.1. Objetivo específico 1.**

Determinar la puesta de cantidades óptimas para el nivel de servicio en la empresa metalmecánica SAC.

Es necesario tomar como premisa que cada mes existe un número de productos terminados que fueron demandados y que sí se contaron con ellos en la empresa, pero no se concretó su despacho por diferentes motivos operativos tales como, errores en el picking al momento de armar las órdenes de despacho, no disponibilidad de unidades de transporte, error en codificación de productos, detección de productos terminados en mal estado no aptos para despacho, no disponibilidad de productos terminados aprobados por calidad. Asumiendo que no existieran estas causales, se determinó el nivel de servicio afectado por NO contar con las cantidades óptimas de producto terminado.

Es así que en la en la Tabla 10 se consolida esta información. Dónde se muestra que hubo demanda que no fue atendida por falta de stock afectándose el nivel de servicio. Por lo tanto, se cumple con el objetivo: Determinar la puesta de cantidades óptimas para el nivel de servicio en la empresa metalmecánica SAC.



**Figura 15. Comportamiento de la Demanda 2017-2019**

**Nota. De productos de Categoría A**

Tabla 10. Análisis de Puesta de Cantidades Óptimas para el Nivel de Servicio

	2017				2018				2019			
Mes	Demanda	Venta_Real	ProblemOperativ	Vent_Perdid	Demanda	Venta_Real	xProblemOperativ	Vent_Perdid	Demanda	Venta_Real	xProblemOperativ	Vent_Perdid
01.-Ene	74 797	67608	2103	93.0%	105 540	96259	2117	93.1%	95 017	87258	502	92.3%
02.-Feb	128 969	116750	1989	91.9%	105 140	94164	2270	91.5%	118 268	106651	1028	91.0%
03.-Mar	114 811	99257	4633	90.1%	119 903	106406	2186	90.4%	116 478	104999	787	90.8%
04.-Abr	121 288	107753	2151	90.4%	105 126	95783	1889	92.8%	116 677	105601	1491	91.7%
05.-May	153 363	136124	1527	89.7%	115 458	105850	1059	92.5%	109 937	99164	1636	91.6%
06.-Jun	143 595	127154	1177	89.3%	106 695	95916	724	90.5%	83 650	74721	1466	90.9%
07.-Jul	167 073	146913	2512	89.3%	141 309	126879	1070	90.5%	105 566	96579	2350	93.6%
08.-Ago	165 046	150595	2773	92.8%	46 655	41877	382	90.5%	157 808	151843.43	377	96.5%
09.-Set	152 988	134440	3635	90.0%	133 195	119017	611	89.8%	118 103	106789.62	1917	91.9%
10.-Oct	126 676	111504	4116	91.0%	127 903	115905	1609	91.8%	113 301	105536.76	1674	94.5%
11.-Nov	138 812	123927	896	89.9%	105 580	95702	1144	91.6%	112 651	105133.78	1344	94.5%
12.-Dic	121 129	110808	1433	92.6%	118 140	109879	1080	93.9%	110 898	104501.62	2009	96.0%
<b>Demanda</b>	<b>1 608 546</b>	<b>1432833</b>	<b>28945</b>	<b>90.7%</b>	<b>1 330 643</b>	<b>1203637</b>	<b>16141</b>	<b>91.6%</b>	<b>1 358 353</b>	<b>1248778.2</b>	<b>16581</b>	<b>93.1%</b>

### **5.1.2. Objetivo específico 2.**

Determinar la puesta de cantidades óptimas para la cobertura en la empresa metalmecánica SAC.

De la Tabla 11 se interpreta:

- Los productos resaltados de color naranja son productos importados con coberturas menores a una semana, y tomando en cuenta que existe un lead time de cuatro meses, por todo el proceso logístico de importación inherente, estamos frente a un quiebre de stock por falta de disponibilidad de productos terminados en el almacén.
- Los productos resaltados de amarillo también son productos importados y gozan de una cobertura dentro del lead time necesario.
- Los productos que tienen como prefijo “21” en su nomenclatura, son productos nacionales. Los productos 21CAN00049, 21CAN00050, 21CER00005 son productos nacionales que han tenido despachos durante casi todas las semanas del año, sin embargo sus cantidades despachadas por semana son mucho menores que la cantidad despachada del producto estrella tienen coberturas mayores al producto estrella.

Por lo tanto, se cumple con el objetivo: Determinar la puesta de cantidades óptimas para la cobertura en la empresa metalmecánica SAC.

**Tabla 11. Análisis de Puesta de Cantidades Óptimas para la Cobertura**

SAP	N°Semanas Despachad	Consumo (Semana)	Stock_Apt-s	Cobertura (Semanal)
21CER00088	35	5700	20883	3.66
21CAN00024	34	1408	23495	16.69
21CAN00006	34	1322	700	0.53
21CER00017	35	1168	4847	4.15
21CER00050	35	1103	4026	3.65
21CAN00001	34	1059	899	0.85
21CAN00016	34	972	2928	3.01
21CER00095	35	831	2279	2.74
21CAN00003	35	796	12345	15.51
21CER00096	35	791	5974	7.55
21CAN00019	34	755	4669	6.18
21CAN00007	34	703	1247	1.77
21CAN00008	35	600	354	0.59
21CAN00027	34	522	7397	14.17
21CAN00022	34	454	1320	2.91
21CAN00020	34	413	294	0.71
21CER00049	35	410	2647	6.46
21CAN00009	34	368	5347	14.53
21CAN00025	34	366	7248	19.80
21CAN00010	34	348	260	0.75
21CAN00002	34	338	5	0.01
21CAN00033	35	299	3650	12.21
21CAN00049	35	250	2196	8.78
21CAN00050	35	245	1070	4.37
21CER00005	34	106	496	4.68
21CER00003	29	96	828	8.63
21CAN00062	1	23	0	0.00

### 5.1.3. Objetivo específico 3.

Determinar el tiempo de puesto óptimo para el nivel de servicio en la empresa metalmecánica SAC.

Este objetivo se mide con el cumplimiento del programa de producción del mes de agosto. Ver Tabla 12. El programa de producción contiene las cantidades que el área de producción tiene que entregar diariamente al área de almacén de productos terminados.

Para cumplir con el objetivo específico 3, se agrupado las entregas de producción por semanas y a la vez se ha estimado la demanda del mes de setiembre con el fin de calcular el stock al final de cada semana y la cobertura que quedaría cubierta con los productos abastecidos por producción descontando los despachos a realizar cada semana.

- El cumplimiento del programa de producción hará que el stock de productos terminados se renueve semanalmente, y con ello se actualice su cobertura. Como se sabe, la cobertura es el número de semanas para las que cubre el stock existente según la demanda promedio de cada producto terminado.
- Conocer la demanda promedio permite anticipar en tiempos oportunos el stock suficiente a fin de cumplir dicha demanda. El cumplimiento de la demanda se refleja en el nivel de servicio y los tiempos de puesta está reflejado por el cumplimiento del programa de producción.

Por lo tanto, se cumple con el objetivo: Determinar el tiempo de puesto óptimo para el nivel de servicio en la empresa metalmecánica SAC.

**Tabla 12. Programa de Producción Agosto 2019**

<b>Familia 1</b>																														
<b>días de programación</b>																														
<b>MODELO</b>	1-ago	2-ago	3-ago	4-ago	5-ago	6-ago	7-ago	8-ago	9-ago	10-ago	11-ago	12-ago	13-ago	14-ago	15-ago	16-ago	17-ago	18-ago	19-ago	20-ago	21-ago	22-ago	23-ago	24-ago	25-ago	26-ago	27-ago			
21CAN00016			300	300	300	300	300	300	300	300	300	300																3 000		
21CAN00019													300	300	300	300	300	300	300	300	100								2 500	
21CAN00022																					200	300	300	300					1 350	
21CAN00025																										50	250		300	
21CAN00028																											50	150	200	
21CAN00031																												150	150	
	0	0	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	7 500	
	0	0	300	600	900	1 200	1 500	1 800	2 100	2 400	2 700	3 000	3 300	3 600	3 900	4 200	4 500	4 800	5 100	5 400	5 700	6 000	6 300	6 600	6 900	7 200	7 500			
<b>Familia 2</b>																														
<b>días de programación</b>																														
<b>MODELO</b>	1-ago	2-ago	3-ago	4-ago	5-ago	6-ago	7-ago	8-ago	9-ago	10-ago	11-ago	12-ago	13-ago	14-ago	15-ago	16-ago	17-ago	18-ago	19-ago	20-ago	21-ago	22-ago	23-ago	24-ago	25-ago	26-ago	27-ago	<b>TOTAL</b>		
21CER00004			500																										500	
21CER00005			900	900																									1 800	
21CER00001				500	300																								800	
21CER00003					1 100	700																							1 800	
21CER00086						150																							150	
21CER00087						60																							60	
21CER00097						20																							20	
21CER00095						470	1 400	1 400	1 400	530																			5 200	
21CER00076										520																			520	
21CER00092										70																			70	
21CER00093										200																			200	
21CER00094										80	320																		400	
21CER00074											300																		300	
21CER00098											300																		300	
21CER00096											480	770																	1 250	
21CER00049												630	370																1 000	
21CER00050													1 030	1 400	370														2 800	
21CER00017															1 030	870													1 900	
21CER00018																400													400	
21CER00088																130	1 400	1 400	1 400	1 400	1 400	1 400	1 400	1 400	1 400	1 400	1 400	1 370	15 500	
21CER00063																													20	20
21CER00084																													10	10
	0	0	1 400	1 400	1 400	1 400	1 400	1 400	1 400	1 400	1 400	1 400	1 400	1 400	1 400	1 400	1 400	1 400	1 400	1 400	1 400	1 400	1 400	1 400	1 400	1 400	1 400	1 400	35 000	
	0	0	1 400	2 800	4 200	5 600	7 000	8 400	9 800	11 200	12 600	14 000	15 400	16 800	18 200	19 600	21 000	22 400	23 800	25 200	26 600	28 000	29 400	30 800	32 200	33 600	35 000			

#### **5.1.4. Objetivo específico 4.**

Determinar el tiempo de puesta óptimo para la cobertura en la empresa metalmecánica SAC.

De la Tabla 13 se interpreta:

- Que el stock semana a semana disminuye, este stock se divide entre el consumo promedio semanal para estimar para cuántas semanas se tiene cubierto la demanda (lo que se llama cobertura semanal). En otras palabras la cobertura es útil para estimar por cuántas semanas se puede tener la tranquilidad de no inyectar más stock sin caer en quiebres de inventario. Entonces si almacén de productos terminados recibe mercadería este stock definitivamente aumentará y con ello la cobertura también.
- ¿Qué pasaría si para el producto 21CER00088 no se recibiera mercadería en la semana 3? – La cobertura disminuiría de la semana 2 a la 3 de 1.65 a 0.65 semanas. ¿Qué pasaría si se recibe la mercadería planificada? – La cobertura también disminuye debido a que la cantidad planificada es menor al consumo promedio semanal. ¿Qué pasaría si las 2930 unidades en vez de recibirla en la semana 3 se recibe en la semana 4? – la cobertura de la semana 3 disminuiría a 0.65 semanas y la cobertura de la semana 4 hay 2 posibilidades: si la cantidad a recibir se acumula con lo planificado a recibir en la semana 4, la cobertura aumenta; mientras si solo se recibe las 2930 la cobertura disminuiría.

- Siguiendo la misma lógica de análisis para todos los demás productos, se deduce que la cobertura disminuye semana a semana y aumenta si se recepciona mercadería por una cantidad mayor al promedio de unidades despachadas por semana.

Por lo tanto se cumple con el objetivo: Determinar el tiempo de puesta óptimo para la cobertura en la empresa metalmecánica SAC.

**Tabla 13. Análisis de Tiempo de Puesta Óptimo para el Nivel de Servicio**

AL 31/08/2019					Estatus semanal de Productos Terminados - Set 2019															Demand. Set
SAP	N°Sem Desp	Consumo (Semana)	Stock_ 31/08	Cobertura (Semanal)	Semana1			Semana2			Semana3			Semana4			Semana5			
					Entrega Producc-APT	Stock	Cobert (Sem)	Entrega Producc-APT	Stock	Cobert (Sem)										
21CER00088	35	5700	20883	3.66	0	15 147	2.64	0	9 447	1.65	2 930	6 677	1.16	8 400	9 377	1.63	4 170	7 847	1.37	28682
21CER00017	35	1168	4847	4.15	0	3 679	3.11	0	2 511	2.12	1 900	3 243	2.74	0	2 075	1.76	0	907	0.77	5910
21CER00050	35	1103	4026	3.65	0	2 923	2.84	0	1 820	1.77	2 800	3 517	3.42	0	2 414	2.34	0	1 311	1.27	5147
21CER00095	35	831	2279	2.74	470	1 918	2.08	4 730	5 817	6.31	0	4 986	5.41	0	4 155	4.50	0	3 324	3.60	4612
21CAN00019	34	755	4669	6.18	0	3 914	5.11	0	3 159	4.12	1 800	4 204	5.49	700	4 149	5.41	0	3 394	4.43	3831
21CAN00022	34	454	1320	2.91	0	866	1.94	0	412	0.92	0	-42	-0.09	1 100	604	1.35	250	400	0.90	2233
21CER00049	35	410	2647	6.46	0	2 237	5.40	630	2 457	5.93	370	2 417	5.83	0	2 007	4.84	0	1 597	3.85	2072
21CAN00049	35	250	2196	8.78	0	1 946	7.72	0	1 696	6.73	0	1 446	5.74	0	1 196	4.74	0	946	3.75	1261
21CAN00050	35	245	1070	4.37	0	825	3.45	0	580	2.43	0	335	1.40	0	90	0.38	0	-155	-0.65	1194
21CER00005	34	106	496	4.68	1 800	2 190	19.72	0	2 084	18.77	0	1 978	17.81	0	1 872	16.86	0	1 766	15.90	555
21CER00003	29	96	828	8.63	1 800	2 532	32.42	0	2 436	31.19	0	2 340	29.96	0	2 244	28.73	0	2 148	27.50	391

## 5.2. Contrastación de hipótesis

Para desarrollar las contrastaciones de hipótesis entre el diagnóstico real y la propuesta de mejora primero se aplicó la técnica de métodos de pronósticos de demanda, para luego encontrar el óptimo y sobre ello contrastar las hipótesis.

En los Anexo 2, Anexo 3 y Anexo 4 se presentan los cálculos realizados para obtener cada pronóstico de los métodos series de tiempo: Estacional multiplicativo, promedio móvil, suavización exponencial. En la Tabla 14 se muestra el consolidado de todos los métodos de pronósticos de demanda mencionados y en la Tabla 15 sus medidas de exactitud de pronóstico.

Análisis:

De la Tabla 15 se interpreta:

- De Suma Acumulativa de Errores de Pronóstico (CFE): El método Estacional Multiplicativo genera mayor suma acumulativa de error de pronóstico, en otras palabras es la que hubiese generado mayor quiebre de stock que los demás métodos. El quiebre hubiese sido de 120 344 unidades. Mientras que los métodos de suavización exponencial hubieran generado sobre stocks entre 277 983 y 389 144 unidades. El método Promedio Móvil con un  $n=3$  hubiese generado un quiebre de 34 514 unidades y con  $n=6$  un quiebre de 57 054 unidades.
- De Desviación Absoluta Media (MAD): El método con mejor indicador es el Promedio Móvil con  $n=6$  con 10 868 unidades.

**Tabla 14. Consolidado de Pronósticos de Demanda 2019**

Mes	Demanda Real			Demanda Pronosticada 2019						
	2017	2018	2019	Estacional Multiplicativo	Promedio Movil (n=3)	Promedio Movil (n=6)	Suaviz Expon $\alpha=0.1$	Suaviz Expon $\alpha=0.2$	Suaviz Expon $\alpha=0.3$	Suaviz Expon $\alpha=0.4$
01.-Ene	74 797	105 540	95 017	77 880			71 723	68 648	65 574	62 500
02.-Feb	128 969	105 140	118 268	98 541			131 352	133 735	136 118	138 501
03.-Mar	114 811	119 903	116 478	99 960			114 302	113 793	113 284	112 775
04.-Abr	121 288	105 126	116 677	95 578	110 194		122 904	124 520	126 136	127 752
05.-May	153 363	115 458	109 937	112 728	110 056		157 154	160 944	164 735	168 525
06.-Jun	143 595	106 695	83 650	104 892	113 495		147 285	150 975	154 665	158 355
07.-Jul	167 073	141 309	105 566	130 029	109 093	109 644	169 650	172 226	174 803	177 379
08.-Ago	165 046	46 655	157 808	85 217	121 154	115 605	176 885	188 724	200 563	212 402
09.-Set	152 988	133 195	118 103	120 835	98 220	105 858	154 967	156 947	158 926	160 905
10.-Oct	126 676	127 903	113 301	108 247	107 053	108 073	126 553	126 430	126 308	126 185
11.-Nov	138 812	105 580	112 651	102 533	102 584	111 869	142 135	145 458	148 781	152 105
12.-Dic	121 129	118 140	110 898	101 571	122 226	110 223	121 427	121 726	122 025	122 324
<b>Demanda</b>	<b>1 608 546</b>	<b>1 330 643</b>	<b>1 358 353</b>	<b>1 238 009</b>	<b>994 076</b>	<b>661 271</b>	<b>1 636 336</b>	<b>1 664 127</b>	<b>1 691 917</b>	<b>1 719 707</b>

**Tabla 15. Consolidado de Medidas de Exactitud de Pronósticos de Demanda 2019**

Medidas	Estacional Multiplicativo	Promedio Movil		Suavización Exponencial				
		n=3	n=6	$\alpha=0.1$	$\alpha=0.2$	$\alpha=0.3$	$\alpha=0.4$	$\alpha=0.5$
CFE	120 344	34 514	57 054	-277 983	-305 773	-333 564	-361 354	-389 144
MAD ( $\sum  Et $ )/12	18 567	13 795	10 868	27 410	30 324	33 237	36 150	39 063
$\sum Et^2$ /12	662 518 362	328 084 728	329 338 136	1 168 470 657	1 367 655 742	1 601 483 002	1 869 952 437	2 173 064 046
$\sum  Et  /Dt * 100$ /12	15.7%	12.2%	7.8%	26.1%	28.6%	31.0%	33.5%	36.0%

- De Error Cuadrático Medio (MSE): El método con mejor indicador es el Promedio Móvil con n=3 con 328 084 728 unidades.
- De Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE): El método con mejor indicador es el Promedio Móvil con n=6 con 7.8%.

Entonces se elige usar el método Suavización exponencial  $\alpha = 1$  para el primer trimestre y para los siguientes nueve meses el método Promedio Móvil para n=3, obteniendo la demanda pronosticada indicada en la Tabla 16 (Tercera columna). En la Tabla 16 también se ha calculado el inventario con el que se contaría y los quiebres de stock que se tendría si se aplicara los métodos de pronósticos mencionados.

**Tabla 16. Resultado de la Puesta de Cantidades Óptimas para el Nivel de Servicio**

Mes	Demanda Real	Demanda Pronosticada (Cantidad Puesta en Almacén)	Disponibilidad de Inventario	Inventario Final	Quiebres de Inventario	Nivel de Servicio	
						Real 2019	Pronosticado 2019
Ene	95 017	71 723	71 723	0	-23 295	91.8%	75%
Feb	118 268	131 352	131 352	13 084	0	90.2%	100%
Mar	116 478	114 302	127 386	10 908	0	90.1%	100%
Abr	116 677	110 194	121 102	4 425	0	90.5%	100%
May	109 937	110 056	114 481	4 544	0	90.2%	100%
Jun	83 650	113 495	118 040	34 390	0	89.3%	100%
Jul	105 566	109 093	143 483	37 917	0	91.5%	100%
Ago	157 808	121 154	159 071	1 263	0	96.2%	100%
Sep	118 103	98 220	99 483	0	-18 620	90.4%	84%
Oct	113 301	107 053	107 053	0	-6 248	93.1%	94%
Nov	112 651	102 584	102 584	0	-10 067	93.3%	91%
Dic	110 898	122 226	122 226	11 328	0	94.2%	100%
				117 858	-58 229	91.8%	95.4%

### 5.2.1. Contrastación de hipótesis específica 1.

La puesta de cantidades es óptima para el nivel de servicio de la empresa metalmecánica SAC.

En la Tabla 17 se muestra todos los niveles de servicio obtenidos en cada escenario de pronóstico aplicado para la demanda.

**Tabla 17. Análisis de la Puesta de Cantidades es Óptimo para el Nivel de Servicio**

Nivel de Servicio	Real	Pronosticado 2019						
Mes	2019	Estacional Multiplicativo	Promedio Movil (n=3)	Promedio Movil (n=6)	Suaviz Expon $\alpha=0.1$	Suaviz Expon $\alpha=0.2$	Suaviz Expon $\alpha=0.3$	Suaviz Expon $\alpha=0.4$
Ene	91.8%	82%			75%	72%	69%	66%
Feb	90.2%	83%			100%	100%	100%	100%
Mar	90.1%	86%			98%	98%	97%	97%
Abr	90.5%	82%	94%		100%	100%	100%	100%
May	90.2%	100%	100%		100%	100%	100%	100%
Jun	89.3%	100%	100%		100%	100%	100%	100%
Jul	91.5%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Ago	96.2%	54%	77%	73%	100%	100%	100%	100%
Sep	90.4%	100%	83%	90%	100%	100%	100%	100%
Oct	93.1%	96%	94%	95%	100%	100%	100%	100%
Nov	93.3%	91%	91%	99%	100%	100%	100%	100%
Dic	94.2%	92%	100%	99%	100%	100%	100%	100%
Total	91.8%	88.8%	93.3%	92.8%	97.8%	97.5%	97.2%	96.9%

Ahora, para conocer los escenarios de niveles de inventario obtenidos después de despachar las cantidades demandadas según cada pronóstico, se muestra en la Tabla 18.

De la Tabla 17 (segunda columna) se observa que en el 2019 se obtuvo un nivel de servicio de 91.8% como consecuencia de las cantidades existentes en almacén durante todo aquel año y de la Tabla 18 (segunda columna) un quiebre de 109 575 unidades, mientras que de la Tabla 16, si se hubiera aplicado la propuesta de la presente tesis, el nivel de servicio obtenido fueses de 95.4% con un quiebre de stock de 58 229 unidades para el mismo año 2019.

Entonces se comprueba que la puesta de cantidades no es óptima para el nivel de servicio de la empresa metalmecánica SAC y aplicar la propuesta de la presente tesis traerá los resultados deseados para el 2020.

**Tabla 18. Niveles de Inventario para cada Pronóstico de Demanda**

Estatus Inventario	Real 2019	Nivel de Inventario Pronosticado 2019													
		Estacional Multiplicativo		Promedio Movil (n=3)		Promedio Movil (n=6)		Suaviz Expon $\alpha=0.1$		Suaviz Expon $\alpha=0.2$		Suaviz Expon $\alpha=0.3$		Suaviz Expon $\alpha=0.4$	
		Mensual	Acumul	Mensual	Acumul	Mensual	Acumul	Mensual	Acumul	Mensual	Acumul	Mensual	Acumul	Mensual	Acumul
Mes															
Ene	-7 759	-17 137	-17 137					-23 295	-23 295	-26 369	-26 369	-29 443	-29 443	-32 518	-32 518
Feb	-11 617	-19 728	-36 865					13 084	-10 211	15 467	-10 902	17 850	-11 594	20 232	-12 285
Mar	-11 479	-16 519	-53 384					-2 176	-12 387	-2 685	-13 588	-3 194	-14 788	-3 704	-15 989
Abr	-11 076	-21 099	-74 483	-6 483	-6 483			6 227	-6 160	7 843	-5 745	9 459	-5 329	11 075	-4 914
May	-10 773	2 791	-71 692	119	-6 363			47 217	41 057	51 007	45 263	54 798	49 469	58 589	53 675
Jun	-8 929	21 242	-50 450	29 845	23 482			63 635	104 691	67 325	112 587	71 014	120 483	74 704	128 379
Jul	-8 987	24 464	-25 986	3 527	27 009	4 078	4 078	64 084	168 775	66 660	179 248	69 237	189 720	71 813	200 193
Ago	-5 964	-72 591	-98 577	-36 654	-9 644	-42 203	-38 125	19 077	187 852	30 916	210 164	42 755	232 476	54 594	254 787
Sep	-11 313	2 732	-95 846	-19 883	-29 527	-12 245	-50 370	36 865	224 717	38 844	249 008	40 823	273 299	42 803	297 590
Oct	-7 764	-5 054	-100 899	-6 248	-35 775	-5 228	-55 598	13 252	237 969	13 129	262 137	13 007	286 306	12 884	310 474
Nov	-7 517	-10 118	-111 017	-10 067	-45 842	-782	-56 379	29 484	267 453	32 807	294 945	36 131	322 436	39 454	349 928
Dic	-6 396	-9 327	-120 344	11 328	-34 514	-675	-57 054	10 530	277 983	10 829	305 773	11 127	333 564	11 426	361 354
	-109 575														

### **5.2.2. Contrastación de hipótesis específica 2.**

La puesta de cantidades es óptima para la cobertura de la empresa metalmecánica SAC.

Para contrastar esta hipótesis, es necesario desagregar las cantidades pronosticadas con el mejor método en cantidades pronosticadas para cada sku. Anteriormente ya se mostró el diagnóstico general de Empresa SAC, de donde se extrajo los porcentajes de participación por familia y procedencia. Estos porcentajes, junto con las demandas pronosticadas y los consumos reales de cada sku, siguieron un procedimiento de cálculo para obtener la precisión de la puesta de cantidades óptima y evaluar su cobertura. Ver Anexo 9.

El resultado del proceso de cálculo mencionado en el párrafo anterior, se muestra en la penúltima columna de la Tabla 19. Las coberturas reales de los productos que representan el 80% de la demanda, al corte de 31/08/2019 (primera columna de amarillo) presenta desbalances y ello como consecuencia de las cantidades existentes en el almacén. Mientras que la cobertura pronosticada se muestra más equilibrada para cubrir un mes completo si es que se aplicara los métodos de pronóstico propuestos en el apartado anterior.

Entonces se comprueba que la puesta de cantidades no es óptima para la cobertura de la empresa metalmecánica SAC y aplicar la propuesta de la presente tesis traerá los resultados deseados para el 2020.

**Tabla 19. Estatus de Puesta de Cantidades para la Cobertura**

SAP	N°Semanas Despachad	Consumo (Semana)	Stock_Apt-s	Cobertura Real (Semanal)	Stock Pronosticado (mes)	Cobertura Pronosticada (Semanal)
21CER00088	35	5700	20883	3.66	27 046	4.74
21CAN00024	34	1408	23495	16.69	6 512	4.63
21CAN00006	34	1322	700	0.53	6 115	4.63
21CER00017	35	1168	4847	4.15	5 542	4.74
21CER00050	35	1103	4026	3.65	5 234	4.74
21CAN00001	34	1059	899	0.85	4 898	4.63
21CAN00016	34	972	2928	3.01	4 078	4.20
21CER00095	35	831	2279	2.74	3 943	4.74
21CAN00003	35	796	12345	15.51	3 682	4.63
21CER00096	35	791	5974	7.55	3 753	4.74
21CAN00019	34	755	4669	6.18	3 167	4.20
21CAN00007	34	703	1247	1.77	3 252	4.63
21CAN00008	35	600	354	0.59	2 775	4.63
21CAN00027	34	522	7397	14.17	2 414	4.63
21CAN00022	34	454	1320	2.91	1 905	4.20
21CAN00020	34	413	294	0.71	1 910	4.63
21CER00049	35	410	2647	6.46	1 945	4.74
21CAN00009	34	368	5347	14.53	1 702	4.63
21CAN00025	34	366	7248	19.80	1 693	4.63
21CAN00010	34	348	260	0.75	1 610	4.63
21CAN00002	34	338	5	0.01	1 563	4.63
21CAN00033	35	299	3650	12.21	1 383	4.63
21CAN00049	35	250	2196	8.78	1 049	4.20
21CAN00050	35	245	1070	4.37	1 028	4.20
21CER00005	34	106	496	4.68	503	4.74
21CER00003	29	96	828	8.63	456	4.74
21CAN00062	1	23	0	0.00	92	4.00

### 5.2.3. Contrastación de hipótesis específica 3.

El tiempo de puesta es óptimo para el nivel de servicio de la empresa metalmecánica SAC,

De la contrastación de hipótesis específica 1 se comprobó que la puesta de cantidades no es óptima para el nivel de servicio y del análisis del objetivo específico 3, se indicó: El cumplimiento de la demanda se refleja en el nivel de servicio y los tiempos de puesta está reflejado por el cumplimiento del programa de producción. Entonces, se concluye que el programa de

producción es un factor bastante importante para la comprobación de la hipótesis específica 3. Es así que se toma como información input al cálculo del Anexo 9 y el análisis de la Tabla 19 que conllevan al cálculo de las cantidades mensuales con las que se debe contar.

En la Tabla 16 se muestra el nivel de servicio real alcanzado en el 2019, 91.8% debido a que los tiempos de entrega del programa de producción no están acordes a los tiempos en que se demandan los productos. Mientras que si se hubiera aplicado la Propuesta de Plan Agregado (

Tabla 20) se hubiera obtenido un nivel de servicio de 95.4%.

Entonces el tiempo de puesta no es óptimo para el nivel de servicio en la empresa metalmecánica SAC.

#### **5.2.4. Contrastación de hipótesis específica 4.**

El tiempo de puesta es óptimo para la cobertura de la empresa metalmecánica SAC.

La cobertura real al 31/08/2019 es la mostrada en la Tabla 19 (Primera columna de amarillo) fue consecuencia de los abastecimientos a almacén de productos terminados fuera de tiempo, mientras que si se hubiera aplicado la Propuesta de Plan Agregado 2019 de la

Tabla 20 (que fue elaborado en función al mejor método de pronóstico de demanda) se asegura una cobertura para cuatro semanas como mínimo y un máximo de cinco semanas, es decir se cubriría un mes completo de demanda.

Entonces, se comprueba que el tiempo de puesta no es óptimo para la cobertura.

**Tabla 20. Propuesta de Plan Agregado 2019**

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
<b>Demanda Pronost 2019</b>	71 723	131 352	114 302	110 194	110 056	113 495	109 093	121 154	98 220	107 053	102 584	122 226
21CER00088	17214	23982	24608	24873	24883	24655	24958	24291	26417	25135	25645	24251
21CER00050	3331	4641	4762	4813	4815	4771	4830	4700	5112	4864	4962	4693
21CER00017	3527	4914	5043	5097	5099	5052	5114	4977	5413	5150	5255	4969
21CAN00001	3433	4406	4496	4534	4536	4503	4546	4450	4756	4572	4645	4445
21CAN00024	4564	5858	5978	6028	6030	5987	6045	5917	6323	6078	6176	5909
21CAN00016	3661	3936	3961	3972	3973	3963	3976	3949	4035	3983	4004	3947
21CAN00006	4285	5500	5613	5660	5662	5621	5675	5556	5937	5707	5799	5548
21CAN00003	2580	3312	3379	3408	3409	3384	3417	3345	3575	3436	3491	3341
21CER00095	2510	3496	3588	3626	3628	3594	3639	3541	3851	3664	3739	3536
21CAN00019	2844	3057	3077	3085	3086	3079	3088	3067	3134	3094	3110	3066
21CER00096	2389	3328	3415	3452	3453	3421	3463	3371	3666	3488	3559	3365
21CER00005	320	446	458	463	463	458	464	452	491	467	477	451
21CAN00007	2279	2925	2985	3010	3011	2989	3018	2954	3157	3035	3084	2950
21CER00049	1238	1725	1770	1789	1790	1773	1795	1747	1900	1808	1845	1744
21CAN00022	1710	1838	1850	1855	1856	1851	1857	1844	1885	1860	1870	1844
21CAN00002	1096	1406	1435	1447	1448	1437	1451	1420	1518	1459	1483	1419
21CAN00008	1945	2496	2547	2569	2570	2551	2576	2521	2695	2590	2632	2518
21CAN00027	1692	2172	2216	2235	2236	2219	2241	2194	2344	2253	2290	2191
21CAN00010	1128	1448	1477	1490	1490	1480	1494	1462	1563	1502	1526	1461
21CER00003	290	404	414	419	419	415	420	409	445	423	432	408
21CAN00062	75	96	98	98	99	98	99	97	103	99	101	97
21CAN00025	1186	1523	1554	1567	1568	1556	1571	1538	1644	1580	1605	1536
21CAN00049	942	1012	1019	1022	1022	1019	1023	1016	1038	1024	1030	1015
21CAN00020	1339	1718	1753	1768	1769	1756	1773	1736	1855	1783	1812	1733
21CER00021	878	6530	3829	3130	3106	3694	2937	4943	766	2571	1717	5113
21CAN00061	878	6530	3829	3130	3106	3694	2937	4943	766	2571	1717	5113
21CER00019	878	6530	3829	3130	3106	3694	2937	4943	766	2571	1717	5113
21CAN00060	878	6530	3829	3130	3106	3694	2937	4943	766	2571	1717	5113
21CAN00033	878	6530	3829	3130	3106	3694	2937	4943	766	2571	1717	5113
21CAN00009	878	6530	3829	3130	3106	3694	2937	4943	766	2571	1717	5113
21CAN00050	878	6530	3829	3130	3106	3694	2937	4943	766	2571	1717	5113

## **PROPUESTA DE MODELO DE PLANIFICACIÓN DE ABASTECIMIENTO DE PRODUCTOS TERMINADOS**

Para proponer un modelo de planificación de abastecimiento de productos terminados se debe recordar el objetivo estratégico de Empresa SAC: Proporcionar una alta disponibilidad de productos para el hogar de calidad razonable a bajos precios para clientes mayoristas y cadenas de retail. Es decir, el nivel de stock con el que se debe contar en el almacén de productos terminados debe asegurar tal disponibilidad necesitada y por otro lado se debe tener en cuenta el desarrollo del análisis de los problemas, objetivos e hipótesis, generales y específicos planteados. De lo mencionado está comprobado que si se hubiera aplicado el modelo de planificación de abastecimiento al almacén de productos terminados en la empresa metalmecánica SAC en el 2019, los resultados hubieran sido mucho más favorables.

En la Tabla 21 se consolida los resultados obtenidos y analizados a lo largo de la presente tesis y se observa que si para el 2019 se hubiera aplicado el modelo de planificación de abastecimiento propuesto:

- Los ingresos por ventas hubieran sido S/. 933 667 más de lo que se percibió en su situación real. Es decir 2.27% más de lo real percibido.
- Las unidades de producto terminado almacenado hubieran sido 21 822 unidades menos. Lo que implica un menor costo por activos para la

organización. Es decir un ahorro del 15.62% en activos por productos terminados.

- El nivel de servicio hubiera sido mejor en 3.6 puntos porcentuales. Lo que implica reducir o eliminar la fuga de flujo de caja por pago de penalidades por incumplimiento de despacho al cliente y a su vez fidelización de este.

**Tabla 21. Situación Real vs Aplicado Modelo de Planificación 2019**

	DEMANDA (Uni)	INGRESO POR VENTAS (S/.)		INVENTARIO FINAL (Uni)		NIVEL DE SERVICIO (%)	
	Real	Real	Con modelo	Real	Con Modelo	Real	Con Modelo
Ene	95 017	S/. 2 813 086	S/. 2 263 244	12 574	0	91.8%	75.5%
Feb	118 268	S/. 3 470 468	S/. 4 038 648	8 570	13 084	90.2%	100.0%
Mar	116 478	S/. 3 307 370	S/. 3 598 540	13 578	10 908	90.1%	100.0%
Abr	116 677	S/. 3 321 583	S/. 3 452 178	9 854	4 425	90.5%	100.0%
May	109 937	S/. 3 420 212	S/. 3 479 343	25 789	4 544	90.2%	100.0%
Jun	83 650	S/. 2 433 312	S/. 3 590 874	20 879	34 390	89.3%	100.0%
Jul	105 566	S/. 3 180 619	S/. 3 450 939	15 872	37 917	91.5%	100.0%
Ago	157 808	S/. 4 955 867	S/. 3 779 855	7 524	1 263	96.2%	100.0%
Sep	118 103	S/. 3 589 521	S/. 3 334 562	9 678	0	90.4%	84.2%
Oct	113 301	S/. 3 545 920	S/. 3 569 383	2 879	0	93.1%	94.5%
Nov	112 651	S/. 3 526 147	S/. 3 449 544	3 687	0	93.3%	91.1%
Dic	110 898	S/. 3 502 920	S/. 3 993 583	8 796	11 328	94.2%	100.0%
	1 358 353	S/. 41 067 025	S/. 42 000 692	139 680	117 858	91.8%	95.4%

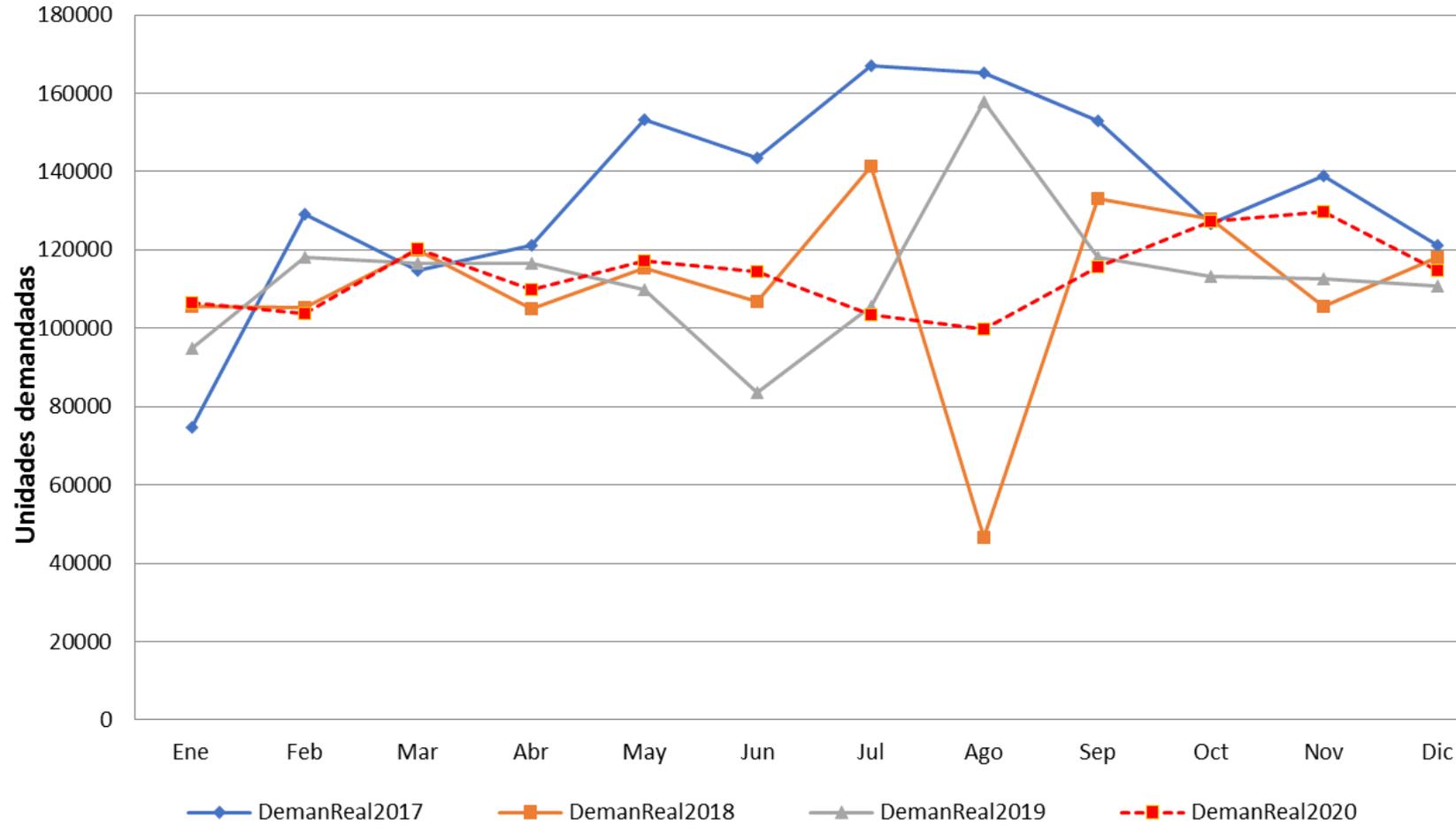
De lo dicho, se propone aplicar el modelo de planificación de abastecimiento al almacén de productos terminados de la empresa metalmecánica SAC para el año 2020. Se sigue los siguientes pasos para conocer la proyección de la demanda, de los ingresos por ventas, los inventarios y el nivel de servicio mensual.

**a) Aplicar el mejor método de pronóstico 2020**

Después de la presentación de resultados y comprobación de hipótesis del Capítulo V, se propone aplicar el método de pronóstico de Suavización Exponencial  $\alpha=0.1$  para los 3 primeros meses y para los nueve restantes, aplicar Promedio Móvil  $n=3$ . Los resultados se muestran en la Figura 16 y Tabla 22.

**Tabla 22. Comportamiento de demanda 2017-2020**

Mes	Demanda Real			Pronóstico
	2017	2018	2019	2020
Ene	74 797	105 540	95 017	106 593
Feb	128 969	105 140	118 268	103 828
Mar	114 811	119 903	116 478	120 245
Abr	121 288	105 126	116 677	109 921
May	153 363	115 458	109 937	117 141
Jun	143 595	106 695	83 650	114 364
Jul	167 073	141 309	105 566	103 421
Ago	165 046	46 655	157 808	99 718
Sep	152 988	133 195	118 103	115 675
Oct	126 676	127 903	113 301	127 159
Nov	138 812	105 580	112 651	129 737
Dic	121 129	118 140	110 898	114 685
<b>Demanda</b>	<b>1 608 546</b>	<b>1 330 643</b>	<b>1 358 353</b>	<b>1 362 486</b>



**Figura 16. Comportamiento de Demanda 2017-2020**

## b) Proponer plan agregado de productos terminados

Las cantidades pronosticadas se distribuyen de forma proporcional al porcentaje de participación en la demanda, así como el porcentaje de participación según lo despachado mensualmente. Este pronóstico ya está validado que cubre la demanda mensual, el nivel de servicio, así como el nivel óptimo de inventario. Los resultados se muestran en Tabla 23 y Figura 17.

**Tabla 23. Plan Agregado Propuesto 2020**

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
<b>Demanda Pronosticada</b>	106 533	103 828	120 245	109 921	117 141	114 364	103 421	99 718	115 675	127 159	129 737	114 685
21CER00088	25 178	25 482	24 326	24 893	24 462	24 605	25 533	26 108	24 534	24 092	24 022	24 587
21CER00050	4 872	4 931	4 707	4 817	4 734	4 761	4 941	5 052	4 748	4 662	4 648	4 758
21CER00017	5 159	5 221	4 985	5 101	5 013	5 042	5 232	5 350	5 027	4 937	4 922	5 038
21CAN00001	4 578	4 622	4 455	4 537	4 475	4 496	4 629	4 712	4 485	4 422	4 412	4 493
21CAN00024	6 087	6 145	5 924	6 032	5 950	5 977	6 154	6 265	5 964	5 879	5 866	5 974
21CAN00016	3 985	3 997	3 950	3 973	3 956	3 961	3 999	4 022	3 958	3 940	3 938	3 961
21CAN00006	5 715	5 769	5 562	5 664	5 586	5 612	5 779	5 882	5 599	5 520	5 507	5 609
21CAN00003	3 441	3 474	3 349	3 410	3 364	3 379	3 479	3 542	3 371	3 324	3 316	3 377
21CER00095	3 671	3 715	3 547	3 629	3 566	3 587	3 722	3 806	3 577	3 512	3 502	3 585
21CAN00019	3 095	3 105	3 068	3 086	3 072	3 077	3 106	3 124	3 075	3 061	3 059	3 076
21CER00096	3 494	3 536	3 376	3 455	3 395	3 414	3 543	3 623	3 405	3 343	3 334	3 412
21CER00005	468	474	452	463	455	458	475	486	456	448	447	457
21CAN00007	3 039	3 068	2 958	3 012	2 971	2 984	3 073	3 128	2 978	2 935	2 929	2 983
21CER00049	1 811	1 833	1 750	1 791	1 760	1 770	1 837	1 878	1 765	1 733	1 728	1 769
21CAN00022	1 861	1 867	1 845	1 856	1 848	1 850	1 868	1 879	1 849	1 841	1 839	1 850
21CAN00002	1 461	1 475	1 422	1 448	1 428	1 435	1 477	1 504	1 432	1 411	1 408	1 434
21CAN00008	2 594	2 618	2 524	2 571	2 535	2 547	2 623	2 670	2 541	2 505	2 500	2 546
21CAN00027	2 257	2 278	2 196	2 236	2 206	2 216	2 282	2 322	2 211	2 180	2 175	2 215
21CAN00010	1 504	1 519	1 464	1 491	1 471	1 477	1 521	1 548	1 474	1 453	1 450	1 476
21CER00003	424	429	410	419	412	414	430	440	413	406	405	414
21CAN00062	99	100	97	99	97	98	101	102	97	96	96	98
21CAN00025	1 582	1 597	1 540	1 568	1 547	1 554	1 600	1 628	1 550	1 528	1 525	1 553
21CAN00049	1 025	1 028	1 016	1 022	1 017	1 019	1 029	1 035	1 018	1 013	1 013	1 019
21CAN00020	1 785	1 802	1 738	1 769	1 745	1 753	1 805	1 838	1 749	1 724	1 721	1 752
21CER00021	2 487	1 963	4 798	3 083	4 297	3 840	1 883	1 111	4 057	5 885	6 283	3 893
21CAN00061	2 487	1 963	4 798	3 083	4 297	3 840	1 883	1 111	4 057	5 885	6 283	3 893
21CER00019	2 487	1 963	4 798	3 083	4 297	3 840	1 883	1 111	4 057	5 885	6 283	3 893
21CAN00060	2 487	1 963	4 798	3 083	4 297	3 840	1 883	1 111	4 057	5 885	6 283	3 893
21CAN00033	2 487	1 963	4 798	3 083	4 297	3 840	1 883	1 111	4 057	5 885	6 283	3 893
21CAN00009	2 487	1 963	4 798	3 083	4 297	3 840	1 883	1 111	4 057	5 885	6 283	3 893
21CAN00050	2 487	1 963	4 798	3 083	4 297	3 840	1 883	1 111	4 057	5 885	6 283	3 893

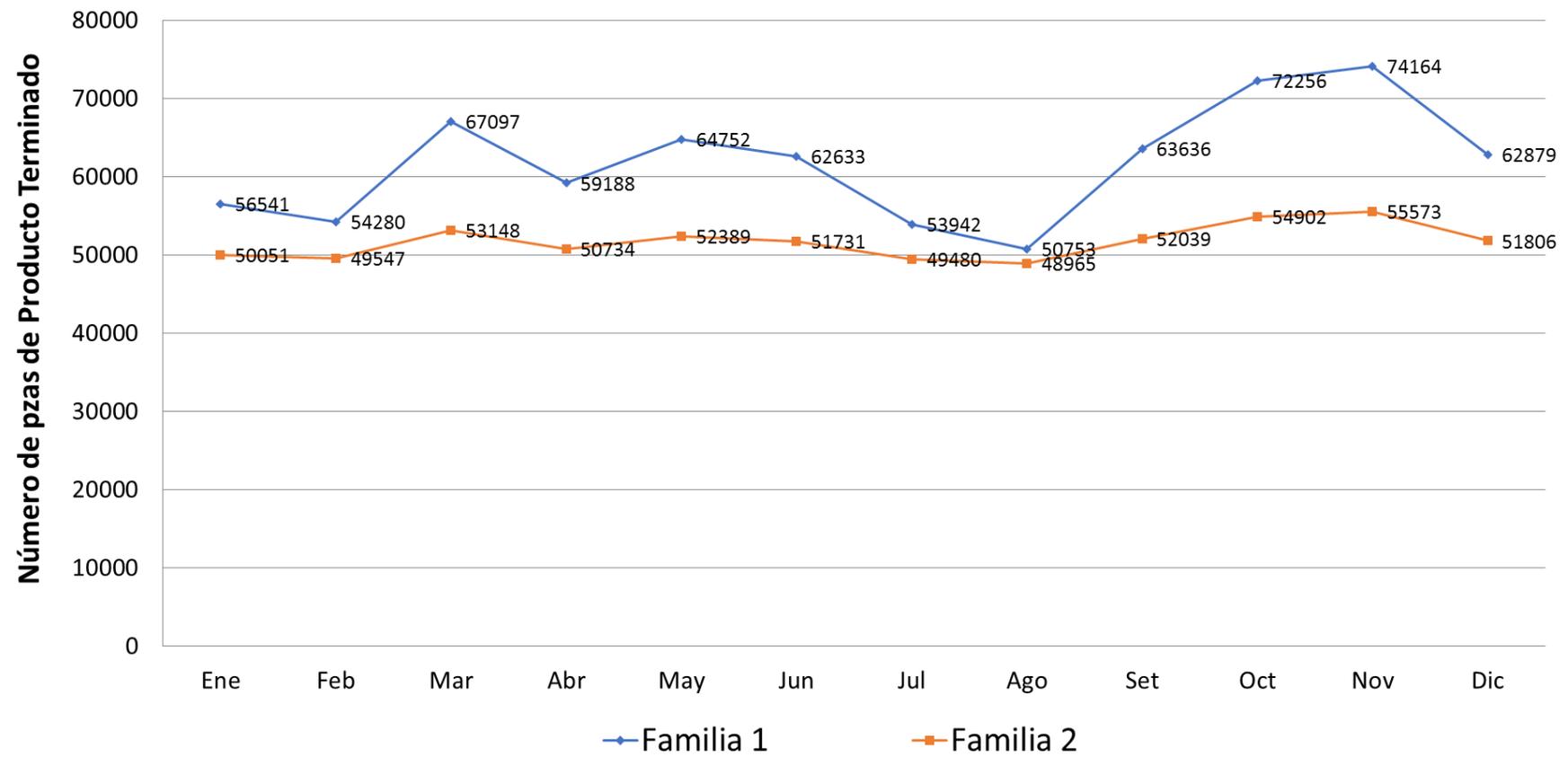


Figura 17. Plan Agregado Propuesto 2020 por Familia

**c) Proponer la mejor estrategia de producción (nivelación, persecución o mixta).**

Según Render & Heizer (2014) para encontrar la mejor estrategia de producción se debe analizar los siguientes factores:

- Usar los inventarios para estabilizar las fluctuaciones de demanda.
- Regular la fuerza de trabajo según las fluctuaciones de demanda.
- Subcontratar algunas operaciones y/o procesos a fin de mantener la fuerza de trabajo.
- Usar estrategias de marketing a fin de regular las fluctuaciones de demanda. (p.523)

Tomando en cuenta los factores mencionados, existen ocho alternativas de planeación agregada. Ver Anexo 10. Es posible hacer cualquier combinación entre las ocho alternativas para elegir la mejor alineada tanto al objetivo estratégico de Empresa SAC como a todo lo planteado en la matriz de consistencia (Tabla 5). Esas combinaciones se resumen en dos tipos de estrategia: Persecución y Nivelación. La diferencia entre ellas es que, la primera busca niveles de producción acorde a la demanda, es decir el nivel de producción varía si la demanda varía. Mientras que la estrategia de nivelación los niveles de producción son constantes de un periodo a otro. Se debe recordar cada objetivo específico planteado para elegir la mejor estrategia. Es así que se elige la estrategia de persecución.

Se debe mencionar que ante el uso de esta estrategia se tiene que desplegar estrategias en el uso de la fuerza de trabajo, tales como otorgar vacaciones en los periodos de baja demanda. Tema que no compete al análisis de esta tesis.

**d) Beneficio económico financiero de la propuesta de la presente investigación.**

En la Tabla 24 se muestra los datos necesarios para conocer cuánto le costaría a Empresa SAC implementar el modelo de planificación de abastecimiento a su almacén de productos terminados.

El beneficio económico financiero se midió en función al número de nichos o pallets que dejaría de estar por sobre stock en el almacén de productos terminados.

**Tabla 24. Información general para cálculos de impacto económico-financiero**

<b>Características:</b>		
Capacidad Almacén	236 226 580 407	Unidades Unidades/pallet (promedio) pallets (promedio)
Jornada	8	Lunes a viernes, 7am a 5pm horas/día
Rotación	8	horas/pallet
Disponibilidad	407 12 219 146 623	pallets/día pallet/mes pallet/año máximo
Ocupación	100% 146 623	de capacidad instalada pallets/año efectivo
Costo Almac. promedio	38	soles/pallet
Costo MD y CIF	17%	sobre venta (promedio)

De la Tabla 25, por tratarse de un proyecto que no amerita la inversión de algún tipo de activo fijo, solo basta con centrarse en la inversión por capacitación del personal del área de Planificación de la Demanda y del personal del área de Planeamiento y Control de la Producción, sumado a los gastos administrativos que genera. Empresa SAC cuenta con el ERP de SAP Business One, activo intangible del que se extrajo toda la información, la misma que es suficiente para todo el análisis realizado. No se plantea inversión de ningún otro activo, la propuesta es sobre lo ya existente, por lo que los costos relevantes para este proyecto es la capacitación de las personas de las áreas mencionadas.

De la Tabla 26, los siguientes conceptos se asumieron valores fijos: Razón de deuda, 65%; Tasa de Impuesto a la Renta, 30%; Costo de Capital, 30%. El Costo de Capital Promedio Ponderado (CCPP) está compuesto por pasivo y patrimonio, sus pesos ponderados resultaron en 39.39% y 60.61% respectivamente. De lo explicado de la Tabla 25, la inversión asciende a S/ 18 000 (capacitación del personal de las áreas mencionadas en el párrafo anterior), por lo que el valor del pasivo y el patrimonio es de S/. 7 091 y S/. 10 909 respectivamente.

Por otro lado, el costo del pasivo, se calculó como el costo de la deuda que se asumió (16%) por el porcentaje que a la organización le queda antes del impuesto a la renta ( $100\% - 30\% = 70\%$ ). El costo del patrimonio es igual al costo de capital asumido, 30%. Entonces el Costo de Capital Promedio Ponderado ó WACC es la suma producto del costo con el peso del pasivo y patrimonio, 23%.

**Tabla 25. Estructura del Presupuesto**

Inversiones	Cantidad	Costo Unitario	Subtotal
<b>Activos tangibles</b>			
La propuesta No plantea inversión en Activos	0	0	0
<b>Total Activos tangibles</b>			<b>0</b>
<b>Activos intangibles</b>			
Capacitación a personal del área de Planificación de la Demanda			9 000
Capacitación a personal de PCP			9 000
<b>Total Activos intangibles</b>			<b>18 000</b>
<b>Capital de trabajo (asumido: 12 meses de Costos y Gastos)</b>			
Ahorro mensual esperado		461 863	
Costo de ventas variable (17%, MP+GIF)	0	0	0
Costo de ventas fijo (MOD)	0	0	0
Gastos administrativos	0	1 000	0
Gastos de venta	0	0	0
<b>Total Capital de trabajo</b>			<b>0</b>

Depreciación	Tasa	Monto	Total
Maquinarias y equipos	10%	0	0
Intangibles	10%	18 000	1 800
<b>Total Depreciación</b>			<b>1 800</b>

Nota: para simplificar se asume que todos los activos son administrativos (depreciación forma parte del gasto administrativo)

Personal	Cantidad	Básico mensual	CTS (8.33%)	EsSalud (9.00%)	Total Mensua	Total Anual
No se contratará personal nuevo (Administrativos)	0	0	0	0	0	0
No se contratará personal nuevo (Producción MOD)	0	0	0	0	0	0
No se contratará personal nuevo (Ventas)	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>						<b>0</b>

Costos y Gastos	Mensual	Anual
Costo MOD		0
<b>Gastos administrativos</b>		
Personal administrativo		0
Materiales e insumos de oficina	1 200	14 400
<b>Total Gastos administrativos</b>		<b>14400</b>
<b>Gastos de venta</b>		<b>0</b>

**Tabla 26. Estructura del Capital**

Inversión	Monto
Tangible (Activos fijos)	0
Intangible (Gasto preoperativo)	18 000
Capital de trabajo	0
<b>Total Inversión</b>	<b>18000</b>

Razón de deuda **0.65** = Pasivo / Patrimonio

**Costo de Capital Promedio Ponderado (CCPP)**

Fuente de Financiamiento	Peso	Monto	Costo	
Pasivo (Deuda)	39.39%	7 091	11.20%	= Kd
Patrimonio (Capital)	60.61%	10 909	30.00%	= Kc
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>18000</b>	<b>23%</b>	= WACC

Tasa de Impuesto a la Renta 30.00%  
 Costo de deuda (Kd) 16.00%  
 Costo de capital (Kc) 30.00%

El WACC es un indicador que se usa en tres enfoques y se interpreta:

- Como activo de la compañía: Empresa SAC deberá descontar 23% del flujo de caja esperado para invertir en la presente propuesta.
- Como pasivo: No aplica ya que este enfoque es usado para atraer capital.
- Como inversores: Empresa SAC espera un retorno del 23% al invertir el monto necesitado para implementar un modelo de planificación de abastecimiento a un almacén de productos terminados.

En la Tabla 27 se muestra los valores de cinco categorías de conceptos necesarios para el análisis de los estados financieros para el 2020.

En la Figura 18 se muestra de forma gráfica tres Estados Financieros: Estado de Resultados, Estado de Flujo de Efectivo y Estado de Situación Financiera, se puede revisar el detalle de cada uno de ellos en los Anexo 12, Anexo 13, Anexo 14 respectivamente.

De la Figura 18 se observa un decrecimiento de la Utilidad Neta percibida a lo largo del 2020, ello debido a la tasa anual de crecimiento de ahorro. Para la simulación de la propuesta, se asumió un -4.96% debido a la contracción del mercado metalmecánico así como al alza de precios de las materias primas en los sectores primarios de extracción.

**Tabla 27. Datos para el Análisis de Estados Financieros**

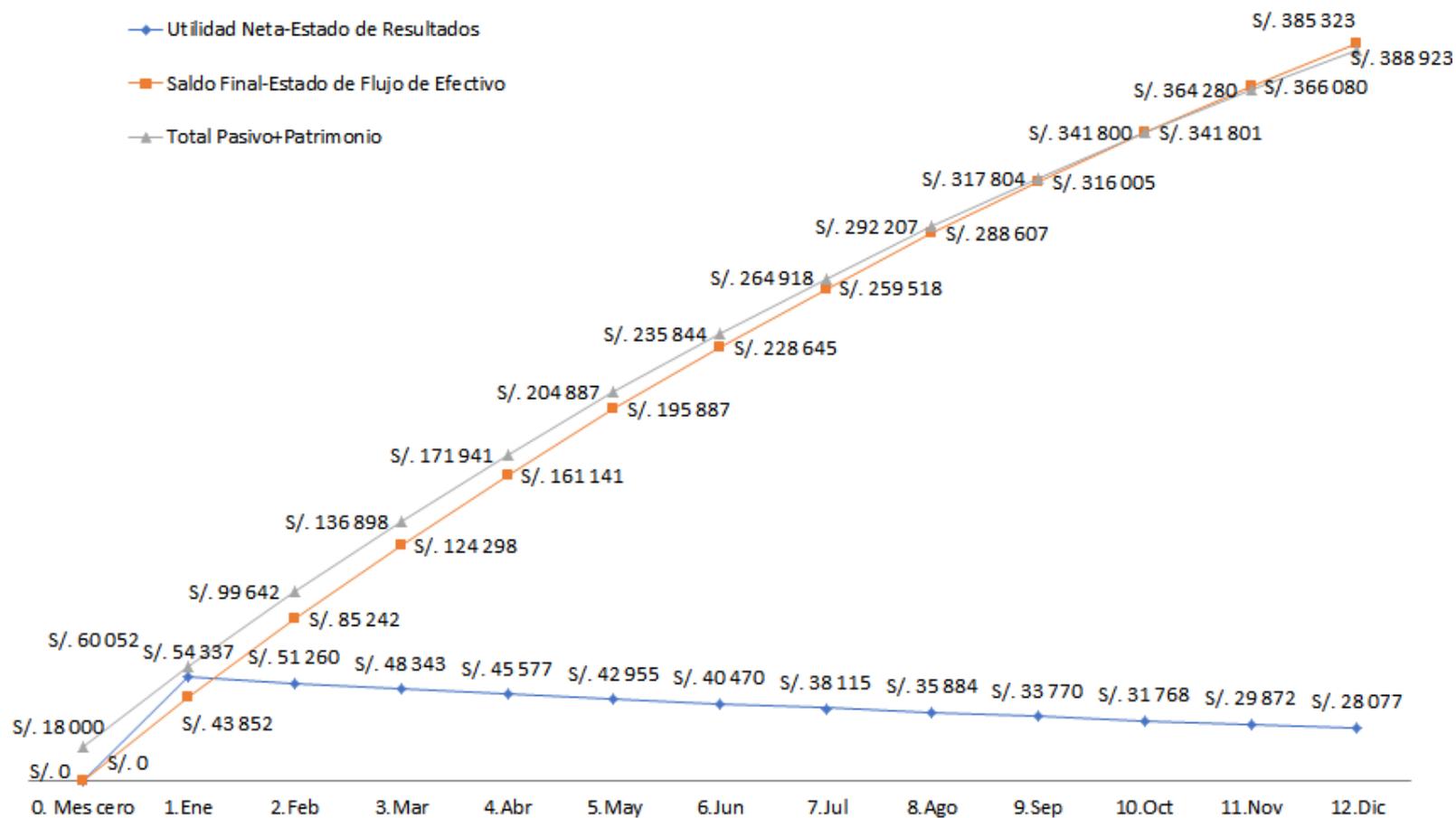
<b>Variables</b>	
<b>Variables Generales</b>	
Tasa de Participación de trabajadores	10%
Tasa de Impuestos	30%
<b>Variables de Ventas</b>	
Ocupación esperada (pallets/año)	2 440
Costo promedio (soles/pallet)	37.80
Tasa anual de crecimiento de ahorro	-4.96%
<b>Variables de Costos y Gastos</b>	
Tasa de Costos de ventas (% de Ventas)	17.00%
Costo de ventas Fijo (MOD)	0
Gastos administrativos	14 400
Gastos de ventas	0
Tasa de depreciación	10%
Depreciación	1 800
<b>Variables de Inversión</b>	
Inversión en Capital de trabajo (AC)	0
Inversión en Activo fijo (ANC)	0
Inversión en Gastos preoperativos	18 000
Incremento de Capital de Trabajo (%)	3.00%
Política de dividendos (% de Utilidad Neta)	20%
<b>Variables de Financiamiento</b>	
Costo de Capital Promedio Ponderado (WACC)	22.59%
Razón de deuda	0.65
Costo de deuda (Kd)	16.00%
Pasivo (Deuda)	7 091
Patrimonio (Capital)	10 909
Plazo financiamiento (años), amortización constante	5

No obstante, el Estado de Flujo de Caja de Efectivo es ascendente con variaciones mensuales positivas que van desde 94.4% en el mes de febrero, en marzo 45.8%, abril 29.6%, mayo 21.6%, junio 16.7%, julio 13.5%, agosto 11.2%, setiembre 9.5%, octubre 8.2%, noviembre 7.1% y diciembre 6.2% con

respecto a sus meses anteriores, llegando a un acumulado a diciembre del 2020 con S/. 388 923. Tener en cuenta que el saldo final es acumulativo.

En cuanto al Estado de Situación Financiera (Pasivo + Patrimonio), su comportamiento también es ascendente y similar al Flujo de Caja de Efectivo. A diciembre del 2020 llegaría con una acumulado de S/ 385 323.

Para completar el análisis del impacto económico financiero, en el Anexo 15 se muestra el Flujo de Caja Libre, el cuál evidencia que el Valor Actual Neto (VAN) de la propuesta de la presente tesis es de S/. 484 230.40 y el Tasa Interna de Retorno (TIR) 355.43%. Estos valores son bastante interesantes y atractivos para que Empresa SAC tome y use el modelo de planificación de abastecimiento a un almacén de productos terminados propuesto.



**Figura 18. Consolidado de Estados Financieros 2020 con Propuesta**

## CONCLUSIONES

- a. Del estudio realizado se concluye que el modelo de planificación de abastecimiento que se propone para el 2019 es óptimo para empresa metalmecánica SAC. Esto se demuestra comparando las cuatro sub variables planteadas en la Tabla 5 optimizadas con el modelo propuesto frente a las mismas variables obtenidas en el mismo año.
- b. Se determinó que, con el uso de la presente propuesta, Empresa SAC en el 2019 hubiese aumentado su nivel de servicio en 3.6%, con respecto a lo real percibido, que implica:
  - 2.27% más de ingresos por ventas de lo percibido en aquel año.
  - Mayor rotación de activos en 15.62%
  - Ahorro en el flujo de caja de S/. 29 417.54 por pago de penalidades.
- c. Se determinó que en el 2019, la puesta de cantidades óptimas para el nivel de servicio es la resultante de aplicar el presente modelo, usando la combinación de métodos mencionados en la conclusión d). Sus valores se encuentran en la tercera columna de la Tabla 16 y se demostró que esta puesta de cantidades mejora de 91.8% a 95.4% en el nivel de servicio.
- d. Se determinó que en el 2019 se presentó muchos desbalances en la cobertura, con valores desde 0 semanas hasta 19.8 semanas, como consecuencia de la puesta de cantidades no óptima. Mientras que si se hubiera usado el modelo propuesto, las coberturas hubieran estado equilibradas en un rango de 4.00 a 4.74 semanas.

- e. Se determinó que el programa de producción del 2019 fue deficiente ya que los productos terminados llegaban al almacén en tiempos inoportunos (días/semanas antes o días/semanas después de lo necesitado), teniendo como resultado un nivel de servicio de 91.8%. Si se hubiera usado la propuesta de Plan Agregado del modelo propuesto el nivel de servicio hubiera sido de 95.4%.
- f. Se determinó que el programa de producción del 2019 fue deficiente ya que los productos terminados llegaban al almacén en tiempos inoportunos (días/semanas antes o días/semanas después de lo necesitado). Mientras que si se hubiera aplicado el modelo propuesto el tiempo de puesta hubiera sido óptimo. Los resultados de cobertura para cada escenario son los mismos que los mencionados en la conclusión e.
- g. La presente propuesta solo requiere inversión en capacitación del personal de las áreas de Planificación de la Demanda y Planeamiento y Control de la Producción sumado a gastos administrativos que la capacitación pueda demandar.
- h. De lo analizado en cuanto al beneficio económico financiero de la presente propuesta para el 2020, se tiene una proyección del Valor Actual Neto (VAN) de S/. 484 230.40 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 355.43%. Valores que hacen atractiva tomar e implementar esta propuesta en metalmecánica SAC.
- i. El modelo de planificación de abastecimiento propuesto está conformado por la combinación de métodos de pronóstico: suavización exponencial  $\alpha =$

1 para el primer trimestre y para los siguientes nueve meses el método Promedio Móvil para  $n=3$ .

## RECOMENDACIONES

- a. Aplicar el modelo cuantitativo planteado en la presente tesis: Modelo de planificación de abastecimiento de productos terminados para una empresa metalmecánica.
- b. Buscar métodos de obtención de información del canal tradicional, a fin de pronosticar la demanda y con ello desplegar todos los niveles de planificación tratados.
- c. Mejorar los vínculos comerciales con el canal moderno, proponer e intercambiar planes de venta transversales que permita anticiparse a mega proyectos como aperturas de nuevas tiendas a nivel nacional, obteniendo así dos beneficios importantes: Fidelizar a los clientes del canal moderno y hacer planificación anticipada en todos los estratos de las áreas funcionales a largo plazo.
- d. Integrar todas las áreas funcionales bajo el objetivo estratégico de la organización antes de aplicar el modelo mencionado.
- e. Conocer la interrelación entre todas las áreas funcionales de Empresa SAC a fin de permitir implementar y sostener mejores estrategias de planeamiento integrado que aseguren el éxito económico financiero.
- f. Es necesario definir un porcentaje de nivel de servicio para cada producto, ya que todos tienen comportamientos de demanda diferentes. Éste, debe ser tomado con mucho cuidado ya que muchas veces se ve influenciado por acciones del área comercial/marketing: Precio regular, descuentos, Display/Flayers, etc.

- g. La reducción de la incertidumbre en cada etapa de la planificación integrada (incertidumbre en la demanda, incertidumbre en los tiempos de espera del abastecimiento, incertidumbre en los procesos productivos, incertidumbre en las entregas o despachos) puede ayudar a reducir drásticamente el stock de seguridad sin perjudicar la disponibilidad del producto.

## ANEXOS

### Anexo 1. Niveles Demanda, Ventas y Nivel de Servicio Enero-Agosto 2018

Mes	Demanda	Ventas	Ventas Perdidas	Nivel Servicio
Ene	S/. 4 246 328	S/. 3 856 043	S/. 390 285	90.8%
Feb	S/. 4 624 140	S/. 4 167 197	S/. 456 943	90.1%
Mar	S/. 5 215 636	S/. 4 657 837	S/. 557 799	89.3%
Abr	S/. 4 441 623	S/. 4 067 522	S/. 374 101	91.6%
May	S/. 5 139 515	S/. 4 741 865	S/. 397 650	92.3%
Jun	S/. 4 695 382	S/. 4 232 726	S/. 462 656	90.1%
Jul	S/. 6 348 134	S/. 5 747 673	S/. 600 461	90.5%
Ago	S/. 2 292 324	S/. 2 069 189	S/. 223 136	90.3%
<b>Total general</b>	<b>S/. 37 003 081</b>	<b>S/. 33 540 052</b>	<b>S/. 3 463 029</b>	<b>90.6%</b>

### Anexo 2. Cálculo para Pronóstico Estacional Multiplicativo

Mes	Demanda Real			Demanda	Demanda Promedio	Índice 2017	Índice 2018	Índice 2019	Índice estacional Promedio
	2017	2018	2019						
01.-Ene	74 797	105 540	95 017	275355	134 046	0.56	110 887	0.95	0.75
02.-Feb	128 969	105 140	118 268	352378		0.96		0.95	0.96
03.-Mar	114 811	119 903	116 478	351193		0.86		1.08	0.97
04.-Abr	121 288	105 126	116 677	343091		0.90		0.95	0.93
05.-May	153 363	115 458	109 937	378758		1.14		1.04	1.09
06.-Jun	143 595	106 695	83 650	333940		1.07		0.96	1.02
07.-Jul	167 073	141 309	105 566	413948		1.25		1.27	1.26
08.-Ago	165 046	46 655	157 808	369508		1.23		0.42	0.83
09.-Set	152 988	133 195	118 103	404286		1.14		1.20	1.17
10.-Oct	126 676	127 903	113 301	367879		0.95		1.15	1.05
11.-Nov	138 812	105 580	112 651	357043		1.04		0.95	0.99
12.-Dic	121 129	118 140	110 898	350166		0.90		1.07	0.98
<b>Demanda</b>	<b>1 608 546</b>	<b>1 330 643</b>	<b>1 358 353</b>	<b>1769722</b>				<b>1 238 009</b>	
<b>Demanda Promedio</b>	<b>134 046</b>	<b>110 887</b>	<b>113 196</b>	<b>358129</b>				<b>-92 634</b>	
<b>Variación Promedio Demanda</b>									

Demanda estimada 2019	1 238 009
Demanda promedio mensual estimada 2019	103 167

Mes	Demanda Pronosticada 2019
01.-Ene	77 880
02.-Feb	98 541
03.-Mar	99 960
04.-Abr	95 578
05.-May	112 728
06.-Jun	104 892
07.-Jul	130 029
08.-Ago	85 217
09.-Set	120 835
10.-Oct	108 247
11.-Nov	102 533
12.-Dic	101 571
<b>Demanda</b>	<b>1 238 009</b>

### Anexo 3. Cálculo para Pronóstico Promedio Móvil

Mes	Demanda Real			Demanda
	2017	2018	2019	
01.-Ene	74 797	105 540	95 017	275355
02.-Feb	128 969	105 140	118 268	352378
03.-Mar	114 811	119 903	116 478	351193
04.-Abr	121 288	105 126	116 677	343091
05.-May	153 363	115 458	109 937	378758
06.-Jun	143 595	106 695	83 650	333940
07.-Jul	167 073	141 309	105 566	413948
08.-Ago	165 046	46 655	157 808	369508
09.-Set	152 988	133 195	118 103	404286
10.-Oct	126 676	127 903	113 301	367879
11.-Nov	138 812	105 580	112 651	357043
12.-Dic	121 129	118 140	110 898	350166
<b>Demanda</b>	<b>1 608 546</b>	<b>1 330 643</b>	<b>1 358 353</b>	<b>1769722</b>

Mes	2018	Pronóstico 2019	
		n=3	n=6
01.-Ene	105 540		
02.-Feb	105 140		
03.-Mar	119 903		
04.-Abr	105 126	110 194	
05.-May	115 458	110 056	
06.-Jun	106 695	113 495	
07.-Jul	141 309	109 093	109 644
08.-Ago	46 655	121 154	115 605
09.-Set	133 195	98 220	105 858
10.-Oct	127 903	107 053	108 073
11.-Nov	105 580	102 584	111 869
12.-Dic	118 140	122 226	110 223

**Anexo 4. Cálculo para Pronóstico Suavización Exponencial**

		Pronóstico 2019				
		ALFA ( $\alpha$ )				
Mes	2018	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
01.-Ene	105 540	71 723	68 648	65 574	62 500	59 425
02.-Feb	105 140	131 352	133 735	136 118	138 501	140 884
03.-Mar	119 903	114 302	113 793	113 284	112 775	112 266
04.-Abr	105 126	122 904	124 520	126 136	127 752	129 369
05.-May	115 458	157 154	160 944	164 735	168 525	172 316
06.-Jun	106 695	147 285	150 975	154 665	158 355	162 045
07.-Jul	141 309	169 650	172 226	174 803	177 379	179 956
08.-Ago	46 655	176 885	188 724	200 563	212 402	224 241
09.-Set	133 195	154 967	156 947	158 926	160 905	162 885
10.-Oct	127 903	126 553	126 430	126 308	126 185	126 062
11.-Nov	105 580	142 135	145 458	148 781	152 105	155 428
12.-Dic	118 140	121 427	121 726	122 025	122 324	122 623

**Anexo 5. Indicador CFE de Métodos de Pronósticos de Series de Tiempo**

Suma Aumulativa de Errores de Pronóstico (CFE)	Estacional Multiplicativo	Promedio Movil		Suavización Exponencial				
		n=3	n=6	$\alpha=0.1$	$\alpha=0.2$	$\alpha=0.3$	$\alpha=0.4$	$\alpha=0.5$
CFE (Ene)	17 137			23 295	26 369	29 443	32 518	35 592
CFE (Feb)	19 728			-13 084	-15 467	-17 850	-20 232	-22 615
CFE (Mar)	16 519			2 176	2 685	3 194	3 704	4 213
CFE (Abr)	21 099	6 483		-6 227	-7 843	-9 459	-11 075	-12 692
CFE (May)	-2 791	-119		-47 217	-51 007	-54 798	-58 589	-62 379
CFE (Jun)	-21 242	-29 845		-63 635	-67 325	-71 014	-74 704	-78 394
CFE (Jul)	-24 464	-3 527	-4 078	-64 084	-66 660	-69 237	-71 813	-74 390
CFE (Ago)	72 591	36 654	42 203	-19 077	-30 916	-42 755	-54 594	-66 434
CFE (Set)	-14 045	8 570	932	-48 178	-50 157	-52 136	-54 116	-56 095
CFE (Oct)	-3 072	-1 878	-2 898	-21 378	-21 255	-21 133	-21 010	-20 887
CFE (Nov)	725	674	-8 611	-38 877	-42 200	-45 524	-48 847	-52 170
CFE (Dic)	574	-20 081	-8 078	-19 283	-19 582	-19 880	-20 179	-20 478
Total	82 759	-3 071	19 469	-315 568	-343 358	-371 149	-398 939	-426 729

**Anexo 6. Indicador MAD de Métodos de Pronósticos de Series de Tiempo**

Desviación Media Absoluta (MAD)	Estacional Multiplicativo	Promedio Movil		Suavización Exponencial				
		n=3	n=6	$\alpha=0.1$	$\alpha=0.2$	$\alpha=0.3$	$\alpha=0.4$	$\alpha=0.5$
$\sum  Et $ (Ene)	17 137			23 295	26 369	29 443	32 518	35 592
$\sum  Et $ (Feb)	19 728			13 084	15 467	17 850	20 232	22 615
$\sum  Et $ (Mar)	16 519			2 176	2 685	3 194	3 704	4 213
$\sum  Et $ (Abr)	21 099	6 483		6 227	7 843	9 459	11 075	12 692
$\sum  Et $ (May)	2 791	119		47 217	51 007	54 798	58 589	62 379
$\sum  Et $ (Jun)	21 242	29 845		63 635	67 325	71 014	74 704	78 394
$\sum  Et $ (Jul)	24 464	3 527	4 078	64 084	66 660	69 237	71 813	74 390
$\sum  Et $ (Ago)	72 591	36 654	42 203	19 077	30 916	42 755	54 594	66 434
$\sum  Et $ (Set)	14 045	8 570	932	48 178	50 157	52 136	54 116	56 095
$\sum  Et $ (Oct)	3 072	1 878	2 898	21 378	21 255	21 133	21 010	20 887
$\sum  Et $ (Nov)	725	674	8 611	38 877	42 200	45 524	48 847	52 170
$\sum  Et $ (Dic)	574	20 081	8 078	19 283	19 582	19 880	20 179	20 478
MAD ( $\sum  Et $ )/12	17 832	11 981	11 133	30 542	33 456	36 369	39 282	42 195

**Anexo 7. Indicador MSE de Métodos de Pronósticos de Series de Tiempo**

Error cuadrático medio (MSE)	Estacional Multiplicativo	Promedio Movil		Suavización Exponencial				
		n=3	n=6	$\alpha=0.1$	$\alpha=0.2$	$\alpha=0.3$	$\alpha=0.4$	$\alpha=0.5$
$\sum Et^2$ (Ene)	293 687 056			542 642 605	695 325 268	866 910 948	1 057 399 643	1 266 791 354
$\sum Et^2$ (Feb)	389 180 648			171 184 239	239 216 489	318 605 025	409 349 848	511 450 957
$\sum Et^2$ (Mar)	272 868 040			4 735 941	7 211 118	10 204 722	13 716 755	17 747 216
$\sum Et^2$ (Abr)	445 168 381	42 024 021		38 773 574	61 512 790	89 475 992	122 663 178	161 074 350
$\sum Et^2$ (May)	7 787 445	14 264		2 229 430 168	2 601 755 467	3 002 817 516	3 432 616 316	3 891 151 867
$\sum Et^2$ (Jun)	451 227 073	890 740 619		4 049 360 039	4 532 593 040	5 043 057 549	5 580 753 565	6 145 681 089
$\sum Et^2$ (Jul)	598 467 888	12 441 481	16 630 005	4 106 766 003	4 443 621 914	4 793 753 944	5 157 162 093	5 533 846 361
$\sum Et^2$ (Ago)	5 269 466 097	1 343 502 496	1 781 058 926	363 935 579	955 811 773	1 828 017 018	2 980 551 314	4 413 414 661
$\sum Et^2$ (Set)	197 259 316	73 445 589	868 836	2 321 092 233	2 515 725 362	2 718 193 685	2 928 497 201	3 146 635 911
$\sum Et^2$ (Oct)	9 437 918	3 527 108	8 398 989	457 024 330	451 792 954	446 591 692	441 420 544	436 279 509
$\sum Et^2$ (Nov)	525 495	453 780	74 153 563	1 511 436 791	1 780 872 007	2 072 394 244	2 386 003 503	2 721 699 783
$\sum Et^2$ (Dic)	329 292	403 261 203	65 257 007	371 825 202	383 439 785	395 232 990	407 204 817	419 355 265
$\sum Et^2 / 12$	661 283 721	307 712 284	324 394 554	1 347 350 559	1 555 739 831	1 798 771 277	2 076 444 898	2 388 760 694

**Anexo 8. Indicador MAPE de Métodos de Pronóstico de Series de Tiempo**

Error porcentual absoluto medio (MAPE)	Estacional Multiplicativo	Promedio Movil		Suavización Exponencial				
		n=3	n=6	$\alpha=0.1$	$\alpha=0.2$	$\alpha=0.3$	$\alpha=0.4$	$\alpha=0.5$
$\sum  Et  / Dt * 100$ (Ene)	18.0%			24.5%	27.8%	31.0%	34.2%	37.5%
$\sum  Et  / Dt * 100$ (Feb)	16.7%			11.1%	13.1%	15.1%	17.1%	19.1%
$\sum  Et  / Dt * 100$ (Mar)	14.2%			1.9%	2.3%	2.7%	3.2%	3.6%
$\sum  Et  / Dt * 100$ (Abr)	18.1%	5.6%		5.3%	6.7%	8.1%	9.5%	10.9%
$\sum  Et  / Dt * 100$ (May)	2.5%	0.1%		42.9%	46.4%	49.8%	53.3%	56.7%
$\sum  Et  / Dt * 100$ (Jun)	25.4%	35.7%		76.1%	80.5%	84.9%	89.3%	93.7%
$\sum  Et  / Dt * 100$ (Jul)	23.2%	3.3%	3.9%	60.7%	63.1%	65.6%	68.0%	70.5%
$\sum  Et  / Dt * 100$ (Ago)	46.0%	23.2%	26.7%	12.1%	19.6%	27.1%	34.6%	42.1%
$\sum  Et  / Dt * 100$ (Set)	13.2%	8.0%	0.9%	45.1%	47.0%	48.8%	50.7%	52.5%
$\sum  Et  / Dt * 100$ (Oct)	2.9%	1.8%	2.8%	20.3%	20.2%	20.1%	20.0%	19.9%
$\sum  Et  / Dt * 100$ (Nov)	0.7%	0.7%	8.3%	37.7%	40.9%	44.1%	47.3%	50.5%
$\sum  Et  / Dt * 100$ (Dic)	0.6%	19.7%	7.9%	18.9%	19.2%	19.5%	19.8%	20.0%
$\sum  Et  / Dt * 100 / 12$	15.1%	10.9%	8.4%	29.7%	32.2%	34.7%	37.2%	39.8%

**Anexo 9. Cálculo para Pronosticar la Demanda de Productos Categoría A**

			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Familia	Procedencia	2019												
Familia 1	Importado	39.0%	-4065	19212	12557	10953	10899	12242	10523	15231	6278	9727	7982	15650
Familia 1	Nacional	11.8%	-1224	5784	3780	3298	3281	3685	3168	4585	1890	2928	2403	4711
Familia 2	Importado	3.3%	-346	1637	1070	933	929	1043	897	1298	535	829	680	1333
Familia 2	Nacional	45.9%	-4778	22583	14760	12875	12811	14389	12369	17903	7380	11433	9383	18395

Familia <input type="checkbox"/>	PROCEDENCIA	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
<input checked="" type="checkbox"/> Familia 1	Importado	-194.3%	41.1%	62.9%	72.1%	72.5%	64.5%	75.1%	51.9%	125.8%	81.2%	98.9%	50.5%
<input type="checkbox"/> Familia 1	Nacional	-198.6%	42.0%	64.3%	73.7%	74.1%	66.0%	76.7%	53.0%	128.6%	83.0%	101.2%	51.6%
<input checked="" type="checkbox"/> Familia 2	Nacional	-213.6%	45.2%	69.1%	79.3%	79.7%	70.9%	82.5%	57.0%	138.3%	89.3%	108.8%	55.5%

Paso 1: Tomando los despachos del 2019, se calculó las unidades promedio mensuales despachadas de cada producto de la categoría A (Según Pareto). Con esto solo se aproxima a la demanda estimada de cada sku.

Paso 2: Sumar todas las cantidades resultantes del paso anterior para conocer el estimado de unidades de producto terminado a despachar mensualmente. Luego restarlo a la demanda estimada que resultó de elegir el mejor pronóstico, suavización exponencial  $\alpha = 1$  para el primer trimestre y para los siguientes nueve meses el método promedio móvil para  $n=3$ . Este resultado se debe añadir al resultado del paso 1. Hasta este paso solo se conoce el total de productos terminados que se debe tener mensualmente.

Paso 3: Recordar que los pronósticos se realizaron de forma mensual, dónde incluyen todos los skus de la categoría A, pero no se conoce con precisión los pronósticos por cada sku. Para resolver esta incógnita, como ya se conoce la participación de la demanda de cada sku según su familia y procedencia, estos porcentajes se multiplican con las unidades faltantes para completar la demanda del mes a nivel agregado.

Paso 4: Luego dividir el consumo de cada familia y procedencia con las unidades que falta para completar el pronóstico de demanda.

Paso 5: El porcentaje que resultó del paso anterior se multiplica con el consumo mensual de cada sku.

Con este resultado se obtiene la puesta de cantidades óptimas para la cobertura.

**Anexo 10. Alternativas de la Planeación Agregada: Ventajas y Desventajas**

ALTERNATIVA	VENTAJAS	DESVENTAJAS	COMENTARIOS
Cambiar los niveles de inventario	Los cambios en los recursos humanos son graduales o nulos; no hay cambios abruptos en la producción.	Los costos de mantener el inventario se puede incrementar. Los faltantes pueden ocasionar pérdidas de ventas.	Se aplica principalmente a operaciones de producción, no a las de servicios.
Variar el tamaño de la fuerza de trabajo mediante contrataciones o despidos	Evita los costos de otras alternativas.	Los costos por contrataciones, despidos y capacitación pueden ser significativos.	Se usa donde el tamaño de la fuerza de trabajo es grande.
Variar las tasas de producción mediante tiempo extra o de ocio	Se ajusta a fluctuaciones estacionales sin generar costos de contratación y capacitación.	Primas de tiempo extra; trabajadores cansados; quizá no se satisfaga la demanda.	Permite flexibilidad dentro del plan agregado.
Subcontratar	Permite que la producción de la empresa sea flexible y suavizada.	Pérdida del control de calidad; utilidades reducidas; pérdida de negocios futuros.	Se aplica principalmente en entornos de producción.
Usar trabajadores de tiempo parcial	Es menos costoso y más flexible que usar trabajadores de tiempo completo	Altos costos por rotación y capacitación; se afecta la calidad; la programación es difícil.	Es bueno en el caso de trabajos no calificados, en áreas con gran fuerza de trabajo temporal.
Influir en la demanda	Intenta usar el exceso de capacidad. Los descuentos atraen a clientes nuevos.	Demanda incierta. Es difícil ajustar exactamente la oferta a la demanda.	Crear ideas de marketing. Algunos negocios usan la sobreventa.
Órdenes pendientes durante periodos de demanda alta	Puede evitar el tiempo extra. Mantiene una capacidad constante.	Los clientes deben estar dispuestos a esperar, pero hay pérdida de confianza.	Muchas compañías aceptan órdenes pendientes.
Mezclar los productos y servicios con estacionalidad opuesta.	Utiliza los recursos por completo; permite mantener una fuerza de trabajo estable.	Se pueden requerir habilidades o equipo que estén fuera del área de experiencia de la empresa.	Es arriesgado encontrar productos o servicios con patrones de demanda opuestos.

**Fuente:** (Render & Heizer, Planeación Agregada y PVOyO, 2014)

**Anexo 11. Estimado de Valorizado por Quiebres de Stock**

	01.-Ene	09.-Set	10.-Oct	11.-Nov	12.-Dic	
<b>Demanda Pronosticada</b>	71 723	98 220	107 053	102 584	122 226	
21CER00088	S/. -263 819	S/. -105 967	S/. -145 656	S/. -97 704	S/. -148 916	
21CER00050	S/. -20 045	S/. -1 466	S/. -8 479	S/. -607	S/. -9 505	
21CER00017	S/. -48 940	S/. -24 556	S/. -33 121	S/. -22 714	S/. -33 780	
21CAN00001	S/. -8 033	S/. -5 236	S/. -6 535	S/. -4 495	S/. -6 290	
21CAN00024	S/. -48 006	S/. -11 988	S/. -15 227	S/. -10 183	S/. -14 647	
21CAN00016	S/. -19 486	S/. -20 246	S/. -19 686	S/. -16 672	S/. -16 875	
21CAN00006	S/. -5 610	S/. -15 554	S/. -18 697	S/. -13 649	S/. -18 018	
21CAN00003	S/. -4 290	S/. -3 513	S/. -4 034	S/. -3 160	S/. -3 894	
21CER00095	S/. -159 056	S/. -34 561	S/. -39 883	S/. -32 744	S/. -39 790	
21CAN00019	S/. -3 648	S/. -24 411	S/. -23 799	S/. -20 826	S/. -20 968	
21CER00096	S/. -25 033	S/. -10 349	S/. -16 732	S/. -9 253	S/. -17 431	
21CER00005	S/. -12 447	S/. -1 854	S/. -2 302	S/. -1 738	S/. -2 322	
21CAN00007	S/. 8 901	S/. -3 480	S/. -5 224	S/. -2 626	S/. -4 999	
21CER00049	S/. -8 288	S/. -7 564	S/. -10 247	S/. -6 991	S/. -10 457	
21CAN00022	S/. 16 392	S/. -16 273	S/. -15 832	S/. -13 507	S/. -13 655	
21CAN00002	S/. -2 868	S/. -2 200	S/. -2 333	S/. -2 058	S/. -2 259	
21CAN00008	S/. 3 636	S/. -7 021	S/. -8 448	S/. -6 157	S/. -8 141	
21CAN00027	S/. -6 868	S/. -3 901	S/. -5 163	S/. -3 228	S/. -4 959	
21CAN00010	S/. -2 462	S/. -868	S/. -980	S/. -788	S/. -947	
21CER00003	S/. -17 398	S/. 2 032	S/. 1 446	S/. 2 029	S/. 1 304	
21CAN00062	S/. 0	S/. 2 956	S/. -7 838	S/. -52 454	S/. -66 772	
21CAN00025	S/. -7 493	S/. -1 686	S/. -2 437	S/. -1 310	S/. -2 335	
21CAN00049	S/. -5 293	S/. -6 455	S/. -6 291	S/. -5 480	S/. -5 522	
21CAN00020	S/. -1 396	S/. -1 773	S/. -2 326	S/. -1 475	S/. -2 235	
21CER00021	S/. 0					
21CAN00061	S/. 0					
21CER00019	S/. 0					
21CAN00060	S/. 0					
21CAN00033	S/. 3 986	S/. -10 615	S/. 12 596	S/. 2 119	S/. 45 428	
21CAN00009	S/. -6 271	S/. -21 510	S/. 22 533	S/. 2 686	S/. 84 841	
21CAN00050	S/. -2 544	S/. -15 027	S/. 48 993	S/. 19 738	S/. 139 449	
<b>Valorizado x Quiebres Stock</b>	<b>S/. -650 363</b>	<b>S/. -358 073</b>	<b>S/. -401 272</b>	<b>S/. -329 822</b>	<b>S/. -454 716</b>	<b>S/. -2 194 246</b>

**Anexo 12. Estado de Resultados 2020 con la Propuesta**

<b>Estado de Resultados</b>	<b>Mes Cero</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>
Ahorro		92 219	87 642	83 292	79 158	75 229	71 496	67 947	64 575	61 369	58 324	55 429	52 678
Costo de ventas		15 677	14 899	14 160	13 457	12 789	12 154	11 551	10 978	10 433	9 915	9 423	8 955
<b>Ahorro Bruto</b>		<b>107 897</b>	<b>102 541</b>	<b>97 452</b>	<b>92 615</b>	<b>88 018</b>	<b>83 650</b>	<b>79 498</b>	<b>75 552</b>	<b>71 802</b>	<b>68 239</b>	<b>64 852</b>	<b>61 633</b>
Gastos administrativos		-14 400	-14 400	-14 400	-14 400	-14 400	-14 400	-14 400	-14 400	-14 400	-14 400	-14 400	-14 400
Gastos de ventas		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Depreciación		-1 800	-1 800	-1 800	-1 800	-1 800	-1 800	-1 800	-1 800	-1 800	-1 800	-1 800	-1 800
<b>Ahorro Operativo</b>		<b>91 697</b>	<b>86 341</b>	<b>81 252</b>	<b>76 415</b>	<b>71 818</b>	<b>67 450</b>	<b>63 298</b>	<b>59 352</b>	<b>55 602</b>	<b>52 038</b>	<b>48 652</b>	<b>45 433</b>
Gastos financieros		-1 135	-908	-681	-454	-227	0	227	454	681	908	1 135	1 361
<b>Utilidad antes de Impuestos</b>		<b>90 562</b>	<b>85 434</b>	<b>80 571</b>	<b>75 961</b>	<b>71 591</b>	<b>67 450</b>	<b>63 525</b>	<b>59 806</b>	<b>56 283</b>	<b>52 946</b>	<b>49 786</b>	<b>46 794</b>
Participación de trabajadores		-9 056	-8 543	-8 057	-7 596	-7 159	-6 745	-6 352	-5 981	-5 628	-5 295	-4 979	-4 679
Impuesto a la renta		-27 169	-25 630	-24 171	-22 788	-21 477	-20 235	-19 057	-17 942	-16 885	-15 884	-14 936	-14 038
<b>Utilidad Neta</b>		<b>54 337</b>	<b>51 260</b>	<b>48 343</b>	<b>45 577</b>	<b>42 955</b>	<b>40 470</b>	<b>38 115</b>	<b>35 884</b>	<b>33 770</b>	<b>31 768</b>	<b>29 872</b>	<b>28 077</b>
Dividendos		-10 867	-10 252	-9 669	-9 115	-8 591	-8 094	-7 623	-7 177	-6 754	-6 354	-5 974	-5 615
Utilidades retenidas		43 470	41 008	38 674	36 461	34 364	32 376	30 492	28 707	27 016	25 414	23 897	22 461

**Anexo 13. Estado de Flujo de Efectivo 2020 con la Propuesta**

<b>Estado de Flujo de Efectivo</b>	<b>Mes Cero</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>
<b>Entradas</b>													
Ingresos por ventas		92 219	87 642	83 292	79 158	75 229	71 496	67 947	64 575	61 369	58 324	55 429	52 678
Aporte de accionistas (caj)	10 909												
Aporte de acreedores (de)	7 091												
<b>Total Entradas</b>	<b>18 000</b>	<b>92 219</b>	<b>87 642</b>	<b>83 292</b>	<b>79 158</b>	<b>75 229</b>	<b>71 496</b>	<b>67 947</b>	<b>64 575</b>	<b>61 369</b>	<b>58 324</b>	<b>55 429</b>	<b>52 678</b>
<b>Salidas</b>													
Pago de compras		-15 677	-14 899	-14 160	-13 457	-12 789	-12 154	-11 551	-10 978	-10 433	-9 915	-9 423	-8 955
Gastos administrativos		14 400	14 400	14 400	14 400	14 400	14 400	14 400	14 400	14 400	14 400	14 400	14 400
Gastos de ventas		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gastos financieros		1 135	908	681	454	227	0	-227	-454	-681	-908	-1 135	-1 361
Participación de trabajadores		9 056	8 543	8 057	7 596	7 159	6 745	6 352	5 981	5 628	5 295	4 979	4 679
Impuesto a la renta		27 169	25 630	24 171	22 788	21 477	20 235	19 057	17 942	16 885	15 884	14 936	14 038
Gastos preoperativos	18 000												
<i>Inversiones de capital</i>	0												
Amortización de deuda		1 418	1 418	1 418	1 418	1 418	1 418	1 418	1 418	1 418	1 418	1 418	1 418
Dividendos		10 867	10 252	9 669	9 115	8 591	8 094	7 623	7 177	6 754	6 354	5 974	5 615
<b>Total Salidas</b>	<b>18 000</b>	<b>48 368</b>	<b>46 252</b>	<b>44 236</b>	<b>42 315</b>	<b>40 484</b>	<b>38 738</b>	<b>37 073</b>	<b>35 486</b>	<b>33 972</b>	<b>32 528</b>	<b>31 150</b>	<b>29 835</b>
<b>Entradas - Salidas</b>	<b>0</b>	<b>43 852</b>	<b>41 390</b>	<b>39 056</b>	<b>36 843</b>	<b>34 746</b>	<b>32 758</b>	<b>30 874</b>	<b>29 089</b>	<b>27 398</b>	<b>25 796</b>	<b>24 279</b>	<b>22 843</b>
Saldo inicial	0	0	43 852	85 242	124 298	161 141	195 887	228 645	259 518	288 607	316 005	341 801	366 080
<b>Saldo final</b>	<b>0</b>	<b>43 852</b>	<b>85 242</b>	<b>124 298</b>	<b>161 141</b>	<b>195 887</b>	<b>228 645</b>	<b>259 518</b>	<b>288 607</b>	<b>316 005</b>	<b>341 801</b>	<b>366 080</b>	<b>388 923</b>

**Anexo 14. Estado de Situación Financiera 2020 con la Propuesta**

<b>Estado de Situación Financiera</b>	<b>Mes Cero</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>
<b>Activos</b>													
Caja y bancos	0	43 852	85 242	124 298	161 141	195 887	228 645	259 518	288 607	316 005	341 801	366 080	388 923
Activos tangibles e intangil	18 000	16 200	14 400	12 600	10 800	9 000	7 200	5 400	3 600	1 800	0	-1 800	-3 600
<b>Total Activos</b>	<b>18 000</b>	<b>60 052</b>	<b>99 642</b>	<b>136 898</b>	<b>171 941</b>	<b>204 887</b>	<b>235 844</b>	<b>264 918</b>	<b>292 207</b>	<b>317 804</b>	<b>341 800</b>	<b>364 280</b>	<b>385 323</b>
<b>Pasivos</b>													
Deuda CP y LP	7 091	5 673	4 255	2 836	1 418	0	-1 418	-2 836	-4 255	-5 673	-7 091	-8 509	-9 927
<b>Total Pasivos</b>	<b>7 091</b>	<b>5 673</b>	<b>4 255</b>	<b>2 836</b>	<b>1 418</b>	<b>0</b>	<b>-1 418</b>	<b>-2 836</b>	<b>-4 255</b>	<b>-5 673</b>	<b>-7 091</b>	<b>-8 509</b>	<b>-9 927</b>
<b>Patrimonio</b>													
Capital social	10 909	10 909	10 909	10 909	10 909	10 909	10 909	10 909	10 909	10 909	10 909	10 909	10 909
Utilidades retenidas	0	43 470	84 478	123 152	159 614	193 978	226 353	256 845	285 552	312 568	337 982	361 880	384 341
<b>Total Patrimonio</b>	<b>10 909</b>	<b>54 379</b>	<b>95 387</b>	<b>134 061</b>	<b>170 523</b>	<b>204 887</b>	<b>237 263</b>	<b>267 754</b>	<b>296 461</b>	<b>323 477</b>	<b>348 891</b>	<b>372 789</b>	<b>395 250</b>
<b>Total Pasivos + Patrimoni</b>	<b>18 000</b>	<b>60 052</b>	<b>99 642</b>	<b>136 898</b>	<b>171 941</b>	<b>204 887</b>	<b>235 844</b>	<b>264 918</b>	<b>292 207</b>	<b>317 804</b>	<b>341 800</b>	<b>364 280</b>	<b>385 323</b>

**Anexo 15. Flujo de Caja Libre 2020 con la Propuesta**

<b>Flujo de Caja Libre</b>	<b>Mes Cero</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>
Ahorro		92 219	87 642	83 292	79 158	75 229	71 496	67 947	64 575	61 369	58 324	55 429	52 678
Costo de Ventas		15 677	14 899	14 160	13 457	12 789	12 154	11 551	10 978	10 433	9 915	9 423	8 955
<b>Utilidad Bruta</b>		<b>107 897</b>	<b>102 541</b>	<b>97 452</b>	<b>92 615</b>	<b>88 018</b>	<b>83 650</b>	<b>79 498</b>	<b>75 552</b>	<b>71 802</b>	<b>68 239</b>	<b>64 852</b>	<b>61 633</b>
Gastos administrativos		-14 400	-14 400	-14 400	-14 400	-14 400	-14 400	-14 400	-14 400	-14 400	-14 400	-14 400	-14 400
Gastos de ventas		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>EBITDA</b>		<b>93 497</b>	<b>88 141</b>	<b>83 052</b>	<b>78 215</b>	<b>73 618</b>	<b>69 250</b>	<b>65 098</b>	<b>61 152</b>	<b>57 402</b>	<b>53 839</b>	<b>50 452</b>	<b>47 233</b>
Depreciación		-1 800	-1 800	-1 800	-1 800	-1 800	-1 800	-1 800	-1 800	-1 800	-1 800	-1 800	-1 800
<b>EBIT</b>		<b>91 697</b>	<b>86 341</b>	<b>81 252</b>	<b>76 415</b>	<b>71 818</b>	<b>67 450</b>	<b>63 298</b>	<b>59 352</b>	<b>55 602</b>	<b>52 038</b>	<b>48 652</b>	<b>45 433</b>
Impuesto a la renta		-27 169	-25 630	-24 171	-22 788	-21 477	-20 235	-19 057	-17 942	-16 885	-15 884	-14 936	-14 038
Depreciación		1 800	1 800	1 800	1 800	1 800	1 800	1 800	1 800	1 800	1 800	1 800	1 800
Necesidades de fondos operativos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>NOPAT</b>		<b>0</b>	<b>64 528</b>	<b>60 711</b>	<b>57 081</b>	<b>53 627</b>	<b>47 215</b>	<b>44 240</b>	<b>41 410</b>	<b>38 717</b>	<b>36 155</b>	<b>33 716</b>	<b>31 395</b>
Inversiones de capital		-18 000											
Recuperación Capital de Trabajo						0	0	0	0	0	0	0	0
Perpetuidad						222 807	208 971	195 807	183 281	171 362	160 019	149 225	138 951
<b>Flujo de Caja Libre</b>	<b>-18 000</b>	<b>64 528</b>	<b>60 711</b>	<b>57 081</b>	<b>53 627</b>	<b>273 148</b>	<b>256 186</b>	<b>240 047</b>	<b>224 691</b>	<b>210 079</b>	<b>196 174</b>	<b>182 941</b>	<b>170 346</b>

<b>Valor Actual Neto (VAN)</b>	<b>S/ 484 203.40</b>
<b>Tasa Interna de Retorno (TIR)</b>	<b>355.43%</b>

## BIBLIOGRAFÍA

- Gerencie.com*. (23 de Febrero de 2019). Recuperado de Rotación de inventarios.  
<https://www.gerencie.com/rotacion-de-inventarios.html>
- Google Imágenes*. (30 de Setiembre de 2019). Recuperado de Mate Móvil.  
<https://matemovil.com/distribucion-normal-ejercicios-resueltos/>
- Álvarez, C. E. (2013). Tipos de investigación. En Méndez, *Diseño y desarrollo del proceso de investigación con énfasis en ciencias empresariales* (pág. 63). México: Limusa.
- Aparicio, M., Arrunategui, W., Anaya, J., Salazar, D., & Sucno, C. Propuesta de Implementación de la metodología S&OP en la cadane de suministro de Corporación Aceros Arequipa S.A. (*Tesis de Maestría*). Universidad ESAN, Lima.
- ATOX. (Setiembre de 2012-2019). *Sistemas de almacenaje*. Recuperado de  
<http://www.atoxgrupo.com/website/noticias/clasificacion-inventarios-abc>
- Azim, M. &. *Inventory Reduction by Applying Inventory Management Tools of a Selected Tannery Factory*. Shah Jalal University of Science and Technology, Sylhet-3114, Bangladesh.
- Chapman. (2006). Principios básicos de pronóstico. En S. N. Chapman, *Planificación y control de la Producción* (pág. 23). México D.F.: Prentice Hall (C53657).
- Chapman. (2006). Principios básicos de pronóstico. En S. N. Chapman, *Planificación y Control de la Producción* (págs. 17-43). México D.F.: Prentice Hall (C53657).
- Chase. (2014). Demanda independiente y dependiente. En J. Chase, *Administración de operaciones Producción y Cadena de Suministros* (pág. 561). México: Interamericana Editores.
- Cortes, M. (02 de Agosto de 2016). *SlideShare*. Recuperado de Distribución de probabilidad hipergeométrica. <https://www.slideshare.net/MarcoCortes/distribucion-de-probabilidad-hipergeomtrica>
- GEO Tutoriales. (21 de Enero de 2015). *Clasificación de los costos de inventario*. Recuperado de Blog de Gestión e Investigación de Operaciones con tutoriales y ejercicios resueltos. <https://www.gestiondeoperaciones.net/inventarios/clasificacion-de-los-costos-de-inventario/>
- Hernandez, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación. En H. S. Roberto, *Metodología de la investigación* (pág. 221). México D.F., Punta Santa, México: MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Inbestme. (08 de enero de 2018). *inbestme.com*. Recuperado de Desviación estándar, volatilidad, riesgo, movimientos esperados e inesperados. <https://www.inbestme.com/blog/desviacion-estandar-volatilidad-riesgo-movimientos-esperados-e-inesperados/>

- Lind-Marchal-Mason. (2004). ¿Qué es la Estadística? En M. M. Lind, *Estadística para Administración y Economía 11<sup>o</sup>. ed.*, (pág. 3). México: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de cv.
- Lind-Marchal-Mason. (2004). Descripción de los datos. Medidas de tendencia central. En M. M. Lind, *Estadística para Administración y Economía* (pág. 64). México: Alfa Omega.
- Lind-Marchal-Mason. (2004). Distribución de probabilidad de Poisson. En M. M. Lind, *Estadística par Administración y Economía* (pág. 214). México: Alfaomega.
- Lind-Marchal-Mason. (2004). Distribuciones de probabilidad discreta. En M. M. Lind, *Estadística para Administración y Economía* (pág. 192). México: Alfaomega.
- Lind-Marchal-Mason. (2004). Distribuciones de probabilidad discreta. En M. M. Lind, *Estadística para Administración y Economía 11<sup>o</sup> Edición* (pág. 201). México: Alfaomega.
- Lind-Marchal-Mason. (2004). Dsitribución de probabilidad hipergeométrica. En M. M. Lind, *Estadística para administración y Economía* (pág. 211). México: Alfaomega.
- LOKAD, Q. S. (Enero de 2012). *Calcular existencias de seguridad con pronósticos de ventas*. Recuperado de Visión Base de Conocimientos. <https://www.lokad.com/es/calcular-existencias-de-seguridad-con-pronostico-de-ventas>
- Lokad, Q. S. (Setiembre de 2019). Recuperado de <https://www.lokad.com/es/calcular-existencias-de-seguridad-con-pronostico-de-ventas>
- Márquez, F. (5 de Diciembre de 2016). *Distribución de Poisson, Explicación, casos de uso y ejercicios resueltos*. Recuperado de [fisicaymates](https://fisicaymates.com/distribucion-de-poisson/). <https://fisicaymates.com/distribucion-de-poisson/>
- Martin, M. E. (20 de Octubre de 2017). Planificación de la cadena de suministros: desde el S&OP hasta el IBP. *conexionesan*, Recuperado de <https://www.esan.edu.pe/conexion/actualidad/2017/10/20/la-planificacion-de-la-cadena-de-suministros/>.
- Marvin, B., & Lieven, D. (1 de Abril de 1999). *Management Science*. Recuperado de *Inform's PubsOnLine*. <https://pubsonline.informs.org/doi/abs/10.1287/mnsc.45.4.466>
- Matemovil. (24 de Junio de 2019). *Distribución normal, ejercicios resueltos*. Recuperado de <https://matemovil.com/distribucion-normal-ejercicios-resueltos/> de Setiembre de 2019, de *Matemática Física y mucho más*.
- Pacheco, J. (20 de Abril de 2019). *WEB y Empresas*. Recuperado de ¿Qué es el Inventario de Seguridad y cómo se hace?. <https://www.webyempresas.com/que-es-el-inventario-de-seguridad-y-como-se-hace/#:~:text=La%20expresi%C3%B3n%20inventario%20de%20seguridad,aumento%20repentino%20en%20la%20demanda%2C>
- PEE Universidad ESAN. (Mayo de 2019). *Forecasting, Advanced Planning y Scheduling y Optimización de la Cadena de Abastecimiento*. Lima, Lima, Perú.

- Perea, C. Propuesta de mejoramiento en la planeación de la demanda en una empresa de alimentos. (*Proyecto de grado*). Universidad ICESI, Santiago de Cali.
- Prada, J. A. (2017). *Tesis: Análisis y propuesta de implementación de un sistema de planificación de producción y gestión de inventarios y almacenes aplicado a una empresa de fabricación de perfiles de plástico PVC*. Lima.
- Render, B., & Heizer, J. (2014). Administración de inventarios. En B. Render, & J. Heizer, *Principio de Administración de Operaciones (9° Edición)* (pág. 476). México: Pearson Educación de México, S.A.de C.V.
- Render, B., & Heizer, J. (2014). Administración de inventarios. En B. Render, & J. Heizer, *Principios de Administración de Operaciones (9° Edición)* (págs. 483-488). México: Pearson Educación de México, S.A.de C.V.
- Render, B., & Heizer, J. (2014). El proceso de planeación. En B. Render, & J. Heizer, *Principio de Administración de Operaciones (9° Edición)* (pág. 520). México: Pearson Educación de México, S.A.de C.V.
- Render, B., & Heizer, J. (2014). Planeación Agregada y PVOyO. En B. Render, & J. Heizer, *Principio de Administración de Operaciones (9° Edición)* (pág. 525). Ciudad de México: Pearson Educación de México, S.A.de C.V.
- Render, B., & Heizer, J. (2014). Planeación Agregada y PVyO. En B. Render, & J. Heizer, *Principio de Administración de Operaciones (9° Edición)* (pág. 523). Ciudad de México: Person Educación de México, SA. de C.V.
- Retail, A. d. (13 de Febrero de 2019). *Obsolescencia de inventarios: ¿cómo evitarla?* Recuperado de Newsletter. <http://analiticaderetail.com/obsolescencia-de-inventarios/>
- uv.es. (s.f.). Recuperado el 27 de Setiembre de 2019, de Distribución de Poisson - UV: <https://www.uv.es/ceaces/base/modelos%20de%20probabilidad/poisson.htm>
- Wikimedia, P. (31 de Marzo de 2020). *Wikipedia La enciclopedia libre*. Recuperado de Stock-keeping unit: Recuperado de [https://es.wikipedia.org/wiki/Stock-keeping\\_unit#:~:text=El%20n%C3%BAmero%2Fc%C3%B3digo%20de%20referencia,como%20para%20referencias%20otros%20tipos](https://es.wikipedia.org/wiki/Stock-keeping_unit#:~:text=El%20n%C3%BAmero%2Fc%C3%B3digo%20de%20referencia,como%20para%20referencias%20otros%20tipos)
- Wikipedia. (03 de Setiembre de 2019). *Wikipedia*. Recuperado de [https://es.wikipedia.org/wiki/Medidas\\_de\\_dispersi%C3%B3n](https://es.wikipedia.org/wiki/Medidas_de_dispersi%C3%B3n)