



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E  
INDUSTRIAL**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE  
AUTOMATIZACIÓN**

**Tema:**

---

**MEJORA EN LA PLANEACIÓN DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA  
D'CHRISTIAN MARYURI UTILIZANDO UN PLAN DE REQUERIMIENTO  
DE MATERIALES.**

---

Trabajo de Titulación Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial en Procesos de Automatización.

**ÁREA:** Industrial y manufactura.

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:** Diseño, materiales y producción

**AUTOR:** Alexis Xavier López Rivas

**TUTOR:** Ing. Israel Ernesto Naranjo Chiriboga, Mg.

Ambato – Ecuador

marzo - 2022

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En calidad de tutor del Trabajo de Titulación con el tema: MEJORA EN LA PLANEACIÓN DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA D'CHRISTIAN MARYURI UTILIZANDO UN PLAN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES, desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación por el señor Alexis Xavier López Rivas, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización., de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que el estudiante ha sido tutorado durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 15 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y el numeral 7.4 del respectivo instructivo.

Ambato, marzo 2022.

-----  
Ing. Israel Ernesto Naranjo Chiriboga, Mg

TUTOR

## AUTORÍA

El presente Proyecto de Investigación titulado: MEJORA EN LA PLANEACIÓN DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA D'CHRISTIAN MARYURI UTILIZANDO UN PLAN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES, es absolutamente original, auténtico y personal. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, marzo 2022.



López Rivas Alexis Xavier

C.I. 1804907663

AUTOR

## **APROBACIÓN TRIBUNAL DE GRADO**

En calidad de par calificador del Informe Final del Trabajo de Titulación presentado por el señor Alexis Xavier López Rivas, estudiante de la Carrera de ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado MEJORA EN LA PLANEACIÓN DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA D'CHRISTIAN MARYURI UTILIZANDO UN PLAN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES, nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 17 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y al numeral 7.6 del respectivo instructivo. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con la señora Presidenta del Tribunal.

Ambato, marzo 2022.

-----  
Ing. Pilar Urrutia, Mg.

PRESIDENTA DEL TRIBUNAL

-----  
Ing. Franklin Tigre, Mg.  
PROFESOR CALIFICADOR

-----  
Ing. José Gavidia, Mg.  
PROFESOR CALIFICADOR

## DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Trabajo de Titulación como un documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos de mi Trabajo de Titulación en favor de la Universidad Técnica de Ambato, con fines de difusión pública. Además, autorizo su reproducción total o parcial dentro de las regulaciones de la institución.

Ambato, marzo 2022.



López Rivas Alexis Xavier

C.I. 1804907663

AUTOR

## DEDICATORIA

*En primer lugar, dedico a Dios este inmenso logro, quien fue el que me brindó la sabiduría e iluminó mi mente para no decaer y llegar a este punto muy importante en mi preparación académica como en mi vida personal.*

*A mis padres, Luis y Sonia que, con su ejemplo, amor y apoyo incondicional, siempre serán mis pilares fundamentales, mis guías para convertirme en un hombre exitoso, lleno de valores morales y que aporte positivamente a la sociedad, de esta manera quiero retribuirles todo lo que han hecho por mí, dándoles esa satisfacción de verme como un profesional y un hombre ejemplar.*

*A mis hermanos Paúl y Ariel, quienes han sido parte fundamental de mi vida, mi motivación e impulso a salir adelante, que me han animado a nunca darme por vencido y que han sabido estar para mí en cada uno de los momentos más difíciles de mi preparación académica y de mi vida personal, los amo con todo mi corazón.*

*Alexis Xavier López Rivas*

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a Dios por brindarme salud y vida para llegar a esta etapa tan importante en mi formación como profesional y ser humano, por todas y cada una de las bendiciones que derramado sobre mí y mi familia.*

*Agradezco infinitamente a mis padres y hermanos por ser ese soporte y apoyo incondicional que me ha sostenido en cada uno de los resbalones que he vivido en el transcurso de mi carrera, gracias por sus consejos y enseñanzas que me permitirán llegar muy lejos y ser ese orgullo que tanto anhelan para mí.*

*Gracias a la Universidad Técnica de Ambato y a la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, por abrirme sus puertas y permitirme formar como profesional en cada una de sus instalaciones.*

*Dios les pague a todos y cada uno de los docentes que me impartieron sus conocimientos, consejos y enseñanzas para poder formarme como ingeniero industrial en procesos de automatización.*

*Un Dios le pague especial a mi tutor, el Ing. Israel Naranjo por los conocimientos brindados en el transcurso de mi preparación académica a lo largo de mi carrera y por ser ese apoyo y guía fundamental en la elaboración de este proyecto de titulación.*

***Alexis Xavier López Rivas***

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>APROBACIÓN DEL TUTOR</b> .....	ii
<b>AUTORÍA</b> .....	iii
<b>APROBACIÓN TRIBUNAL DE GRADO</b> .....	iv
<b>DERECHOS DE AUTOR</b> .....	v
<b>DEDICATORIA</b> .....	vi
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	vii
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO</b> .....	viii
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	xii
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	xiv
<b>RESUMEN EJECUTIVO</b> .....	xvi
<b>ABSTRACT</b> .....	xvii
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	xviii
<b>CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO</b> .....	1
1.1    Tema de investigación.....	1
1.2    Antecedentes investigativos.....	1
1.2.1    Contextualización del problema.....	3
1.2.2    Fundamentación teórica.....	6
Estudio de tiempos.....	6
Aplicación de los suplementos y cálculo del tiempo estándar.....	6
Capacidad de producción.....	7
Planeación agregada de producción.....	7
Elementos de la planeación agregada.....	7
Estrategias de la planeación agregada.....	8
Programa maestro de producción.....	9
Objetivos del plan maestro de producción.....	10

Planificación de requerimientos de materiales (MRP) .....	10
Objetivos del MRP.....	11
Factores relacionados al proceso del MRP .....	11
Requerimientos básicos del MRP .....	12
Ventajas y desventajas del MRP.....	13
Enfoques del sistema MRP .....	13
1.3 Objetivos .....	14
Objetivo general.....	14
Objetivos específicos .....	14
<b>CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA.....</b>	<b>15</b>
2.1 Materiales .....	15
2.2 Métodos .....	17
2.2.1 Modalidad de investigación .....	17
Investigación de campo .....	17
Investigación documental – bibliográfica.....	18
2.2.2 Población y muestra .....	18
2.2.3 Recolección de Información .....	19
2.2.4 Procesamiento y Análisis de Datos .....	19
<b>CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>20</b>
3.1 Análisis y discusión de Resultados .....	20
Empresa D´Christian Maryuri .....	20
Breve Reseña Histórica.....	20
Productos .....	21
Estructura Organizacional.....	23
Misión .....	24
Visión.....	24

Análisis de la Situación Actual de la Empresa .....	24
Entrevista dirigida al personal encargado del departamento de producción .....	25
Mapa de Procesos .....	27
Descripción de Actividades de la empresa D´Christian Maryuri .....	29
Producto .....	29
Actividades para la confección de ropa interior .....	29
Diagramas de proceso .....	36
Diagrama de ensamble de confección de docena de artículo PT00425.00.....	36
Diagrama Causa – Efecto .....	37
Layout de la empresa D´Christian Maryuri .....	39
Clasificación ABC del inventario .....	40
Diagrama de operaciones de los procesos actuales de la empresa .....	42
Estudio de Tiempos .....	45
Pronóstico de ventas .....	50
Planeación agregada .....	58
Programa maestro de producción MPS .....	68
Lista estructurada de materiales BOM.....	75
Costo de fabricación de una docena de artículos zona A .....	76
Lista de materiales .....	77
Plan de requerimiento de materiales MRP .....	81
Costo del MRP actual .....	85
Plan de requerimiento de mariales MRP propuesto.....	86
Lista estructurada de materiales BOM propuesto.....	86
Costo del MRP propuesto .....	89
Comparación de costos entre el MRP actual y propuesto .....	90
<b>CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>91</b>

4.1	Conclusiones .....	91
4.2	Recomendaciones .....	93
<b>C. MATERIALES DE REFERENCIA .....</b>		<b>94</b>
<b>Referencias Bibliográficas .....</b>		<b>94</b>
<b>Anexos .....</b>		<b>97</b>
<b>Anexo 1.</b> Socialización de la propuesta de mejora al propietario de la empresa y al encargado de bodega de Insumos.....		<b>97</b>
<b>Anexo 2.</b> Formato de la entrevista .....		<b>98</b>
<b>Anexo 3.</b> Formato para costos de fabricación de docena de artículos .....		<b>101</b>
<b>Anexo 4.</b> Costos de fabricación por docena de artículos tipo A.....		<b>101</b>
<b>Anexo 5.</b> Cálculo del Tiempo estándar.....		<b>108</b>
<b>Anexo 6.</b> Número recomendado de ciclos de observación según la general Electric[11]. .....		<b>115</b>
<b>Anexo 7.</b> Tabla de suplementos u holguras constantes y variables de Niebel aplicados en el estudio de tiempos [11]. .....		<b>116</b>
<b>Anexo 8.</b> Formato para elaboración de orden trabajo.....		<b>117</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Población y muestra .....	18
Tabla 2. Listado de artículos ofertados en D'Christian Maryuri .....	22
Tabla 3. Clasificación de inventario ABC por categorías.....	41
Tabla 4. Clasificación inventario ABC por artículos .....	43
Tabla 5. Cursograma analítico docena artículo PT00425.00 .....	44
Tabla 6. Actividades de confección cronometradas artículo PT00425.00.....	45
Tabla 7. Tiempo normal artículo PT00425.00.....	47
Tabla 8. Cálculo de suplementos y tiempo estándar artículo PT00425.00 .....	47
Tabla 9. Tiempo estándar artículos zona A.....	48
Tabla 10 Capacidad de producción diaria artículos zona A.....	49
Tabla 11. Histórico de ventas años 2019 y 2020 .....	51
Tabla 12. Gráficas de dispersión y suavización de artículos tipo A con Minitab.....	54
Tabla 13. Pronósticos para enero – junio del 2021 .....	58
Tabla 14. Datos planeación agregada.....	60
Tabla 15. Promedio de ventas de pronósticos .....	60
Tabla 16. Trabajadores requeridos para demanda de los 15 artículos .....	61
Tabla 17. Plan agregado 1 - Nivelar capacidad mediante inventarios .....	63
Tabla 18. Tiempo total y trabajadores requeridos para cubrir demanda pronosticada .	64
Tabla 19. Plan agregado 2 - Coincidir con la demanda .....	65
Tabla 20. Plan agregado 3 - Subcontratación.....	66
Tabla 21. Porcentaje de ventas de los 15 artículos.....	68
Tabla 22. Producción para capacidad constante por artículos. ....	69
Tabla 23. Plan maestro de producción lote por lote artículos 1 al 4 .....	70
Tabla 24. Plan maestro de producción lote por lote artículos 5 al 8 .....	71
Tabla 25. Plan maestro de producción lote por lote artículos 9 al 12 .....	72

Tabla 26. Plan maestro de producción lote por lote artículos 13 al 15 .....	73
Tabla 27. Costo del MPS lote por lote .....	74
Tabla 28. Lista de materiales BOM .....	75
Tabla 29. Costo de fabricación de docena artículo PT00425.00 .....	76
Tabla 30. Costos de fabricación de una docena de 15 artículos tipo A .....	76
Tabla 31. MPS lote por lote seleccionado para MRP .....	82
Tabla 32. Plan de requerimiento de materiales, material A al G .....	83
Tabla 33. Plan de requerimiento de materiales, material D al M.....	84
Tabla 34. Costo MRP actual .....	85
Tabla 35. Lista de materiales BOM propuesto.....	86
Tabla 36. Plan de requerimiento de materiales propuesto, material A al G.....	87
Tabla 37. Plan de requerimiento de materiales propuesto, material D al M.....	88
Tabla 38. Costo MRP propuesto .....	89

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Imagen satelital ubicación empresa D´Christian Maryuri .....	20
Figura 2. Logotipo empresa D´Christian Maryuri .....	21
Figura 3. Estructura organizacional empresa D´Christian Maryuri .....	23
Figura 4. Mapa de procesos de la empresa D´Christian Maryuri .....	28
Figura 5. Tendido de la tela .....	29
Figura 6. Trazado del molde .....	30
Figura 7. Corte de la tela .....	30
Figura 8. Fundillado de la tela .....	31
Figura 9. Igualado de la tela .....	31
Figura 10. Costura de sesgo y elástico .....	32
Figura 11. Ensamblado de la prenda .....	32
Figura 12. Atacado de la prenda .....	33
Figura 13. Pulido y terminado de la prenda .....	33
Figura 14. Colocación de plastiflecha y etiqueta de cartón.....	34
Figura 15. Empacado y enfundado .....	34
Figura 16. Almacenamiento de producto terminado.....	35
Figura 17. Diagrama Causa – Efecto .....	37
Figura 18. Diagrama de ensamble artículo PT00425.00.....	38
Figura 19. Layout de la empresa D´Christian Maryuri .....	39
Figura 20. Comportamiento del histórico de ventas .....	52
Figura 21. Árbol del Artículo PT00425.00 .....	77
Figura 22. Árbol del Artículo PT00405.00 .....	77
Figura 23. Árbol del Artículo PT00455.00 .....	78
Figura 24. Árbol del Artículo PT00442.00 .....	78
Figura 25. Árbol del Artículo PT00455.02 .....	78

Figura 26. Árbol del Artículo PT00425.01 .....	78
Figura 27. Árbol del Artículo PT00430.00 .....	79
Figura 28. Árbol del Artículo PT00411.00 .....	79
Figura 29. Árbol del Artículo PT00275.00 .....	79
Figura 30. Árbol del Artículo PT00270.00 .....	79
Figura 31. Árbol del Artículo PT00212.00 .....	80
Figura 32. Árbol del Artículo PT00428.00 .....	80
Figura 33. Árbol del Artículo PT00230.00 .....	80
Figura 34. Árbol del Artículo PT00295.00 .....	80
Figura 35. Árbol del Artículo PT00490.00 .....	81

## RESUMEN EJECUTIVO

En el presente trabajo de investigación se detalla el desarrollo de un plan de requerimiento de materiales para una mediana empresa del sector textil, la misma que se dedica a la confección de ropa interior para damas, caballeros, niños y niñas, ubicada en la parroquia Santa Rosa, de la provincia de Tungurahua. Se aplican diversas técnicas de ingeniería industrial enfocadas al campo de la planeación de la producción, como: estudio de tiempos, cálculo de pronósticos con factor de tendencia, cálculo de la capacidad de producción, análisis y cálculo de costos de producción, planeación agregada, un plan maestro de producción. Dentro de un lista estructurada de materiales intervienen costos por adquisición y abastecimiento de material, costos por pedido y tiempos de entrega, información de gran importancia para el desarrollo de un MRP, mismo que se ha llevado a cabo en tres niveles, 1) determinación de un plan agregado de producción a través del análisis de tres modelos tradicionales correspondientes a nivelar capacidad con inventarios, coincidir con la demanda y subcontratación, siendo este último el más apto para la empresa en función de su actividad económica, capacidad interna, mano de obra disponible y cantidad de pedidos por parte del cliente con un costo de \$128.980,20, 2) un plan maestro de producción, en el que se determinan el tamaño de lote a producir por semanas en un periodo de 3 meses y cuya factibilidad se la determina por el cálculo de requerimiento de capacidad y 3) un listado de los requerimientos brutos de materiales para cubrir la demanda mensual, teniendo como resultado un sistema de pedidos cuyas liberaciones constan de cantidad y fecha exactas.

La aplicación de este sistema MRP permite una mayor coordinación y control en el manejo y abastecimiento de la materia prima e insumos para la confección de los artículos, optimiza recursos materiales y económicos generándose con el modelo propuesto una mejora del 11% correspondiente a un ahorro económico de \$ 102.124,18 en relación con los costos de producción.

**PALABRAS CLAVE:** Estudio de tiempos, pronósticos, planeación agregada de producción, programa maestro de producción.

## **ABSTRACT**

This research work details the development of a material requirement plan for a medium-sized company in the textile sector, which is dedicated to the manufacture of underwear for men, women, boys and girls, located in the Santa Rosa parish, from the province of Tungurahua. Various industrial engineering techniques focused on the field of production planning are applied, such as: time study, calculation of forecasts with trend factor, calculation of production capacity, analysis and calculation of production costs, aggregate planning, a production master plan. Within a structured list of materials, costs for acquisition and supply of material, costs per order and delivery times are involved, information of great importance for the development of an MRP, which has been carried out at three levels, 1) determination of an aggregate production plan through the analysis of three traditional models corresponding to leveling capacity with inventories, matching demand and subcontracting, the latter being the most suitable for the company based on its economic activity, internal capacity, available labor and number of orders by the customer with a cost of \$128,980.20, 2) a master production plan, in which the batch size to be produced per week in a period of 3 months is determined and whose feasibility is determined by the capacity requirement calculation and 3) a list of the gross material requirements to cover the monthly demand, resulting in a p issued whose releases consist of exact amount and date.

The application of this MRP system allows greater coordination and control in the management and supply of raw material and supplies for the manufacture of articles, optimizes material and economic resources, generating with the proposed model an improvement of 11% corresponding to economic savings. of \$102,124.18 in relation to production costs.

**KEYWORDS:** Time study, forecasting, aggregate production planning, master production schedule, bill of materials (BOM).

## INTRODUCCIÓN

Varias empresas a nivel mundial, han optado tomar la decisión de trabajar con nuevos métodos o técnicas de solución relacionadas a la planeación de producción, las cuales permiten dar una alternativa de solución para mejorar cada uno de los procesos y con esto aumentar cada vez más la productividad, esto a través de la reducción o minimización de cada uno de los costos de producción [1]. Es así como los sistemas MRP están muy generalizados en la actualidad, la mayoría de las empresas basan su organización en esta metodología, debido a las múltiples ventajas que estos ofrecen; es una técnica a un problema clásico de producción: controlar y coordinar los materiales para que estén disponibles cuando se precisa y sin necesidad de tener un inventario excesivo [2]. Las empresas ecuatorianas no son muy indiferentes a estas técnicas, pues desde un pequeño taller industrial, necesita métodos adecuados para optimizar la producción y mejorar su productividad, ya que en un mercado tan competitivo como éste, se tiene que renovar constantemente la oferta de productos y su respectiva forma de hacerlo [1].

La aplicación de un plan de requerimiento de materiales permite en su mayoría un control eficaz de las entradas y salidas de materia prima e insumos, como paso previo a la planificación de la producción, derivado de este surgen costos de pedido y abastecimiento de material, costos de fabricación y costos de mantener inventario, mismos que son necesarios en la determinación del horizonte de planeación. Mediante esta información se procede al desarrollo de una planeación agregada como estrategia para determinar el menor costo en relación a la mano de obra, recursos, materia prima e insumos para cubrir la demanda y un plan maestro de producción que permite determinar el tamaño de lote a producir en un determinado tiempo.

El presente proyecto de investigación basa su estudio en el proceso de confección de ropa interior para damas, caballeros, niños y niñas, conocer los productos que generan mayor demanda en base a la producción total, para así desarrollar un sistema MRP que permita a la empresa determinar la cantidad y el tiempo de abastecimiento de materiales con mayor exactitud, de igual manera corresponde a una herramienta útil que ayudará a cumplir con el programa de producción a través de la optimización de recursos.

## **CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO**

### **1.1 Tema de investigación.**

“MEJORA EN LA PLANEACIÓN DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA D’ CHRISTIAN MARYURI UTILIZANDO UN PLAN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES”.

### **1.2 Antecedentes investigativos**

Con el propósito de orientar el desarrollo de la presente investigación, se procedió a realizar una búsqueda bibliográfica en libros, artículos académicos y proyectos de titulación relacionados con la aplicación de un plan de requerimiento de materiales en la planeación de la producción, algunos de estos fueron tomados precisamente del repositorio de la Facultad en Sistemas, Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato, para lo cual se realiza un análisis de las conclusiones obtenidas en cada uno de estos proyectos de grado:

Plan de requerimiento de materiales para el control de uso de inventario en la producción de buses en la empresa Carrocerías Jácome, corresponde a un proyecto de titulación de la Universidad Técnica de Ambato del año 2015 cuya autoría es de Alex Daniel Pazmiño Vargas, en el cual concluye que: “ El programa maestro de producción facilitó el control y el manejo de la cantidad de pedidos para fabricarlos dentro del horizonte de planeación, permitiendo generar y proporcionar información correcta y oportuna al consumidor final para la entrega del producto, en base a este plan maestro de producción y a la planeación agregada desarrollada se redujo el tiempo de fabricación del mini bus urbano de 17 a 16 semanas, ahorrando de esta forma \$61.19 en recursos. Por esto, con un óptimo desarrollo del plan de requerimiento de materiales se logró proporcionar un control y coordinación de la cantidad de maquinaria y de recursos humanos para cumplir con el pronóstico de ventas” [3].

Planeación de la producción en el área de serigrafía de la empresa de calzado stocalza corresponde a un proyecto de titulación de la Universidad Técnica de Ambato del año 2020 cuya autoría es de Nelly Estefanía Zamora Núñez, en el cual concluye que: “Al desarrollar el MRP en la fabricación de capelladas para calzado, se logró determinar

de manera precisa los costos de adquisición de materia prima y costos de mantener inventario para un periodo de 6 meses, permitiéndose de esta forma programar qué, cuándo y cuánto pedido se hará de semana a semana, a partir del cálculo del tiempo estándar y capacidad de producción. Además, se desarrolla una planeación agregada basado en el plan de fuerza de trabajo constante, tiempo extra, considerándose en un plan 33% más rentable que el analizado de fuerza variable, determinándose para este caso un costo aproximado de producción de \$72915,7” [4].

Modelo de programación lineal para un sistema de planeación de requerimientos de materiales (MRP) en la empresa de calzado de seguridad industrial Marcia, corresponde a un proyecto de titulación de la Universidad Técnica de Ambato del año 2017 cuya autoría es de César Tadeo Fierro Freire, en el cual concluye que: “Se procedió a desarrollar tres alternativas de planeación agregada correspondientes a estrategia de ajuste, estrategia de nivel y estrategia de mano de obra estable con horas de trabajo variable correspondiendo la última como mejor opción y más económico ya que en el medio social actual es mejor trabajar con empleos ya existentes en la empresa que contratar a trabajadores eventuales, de igual manera se aplica un MPS dirigido al cuello de botella para cubrir un déficit de producción de 100 pares de calzado/día, mismos que se cubrirán a través de horas suplementarias. Se procedió a desarrollar un MRP en Excel y otro en LINGO basados en una producción lineal, este sistema MRP demuestra cómo se evita almacenamientos y transportes innecesarios a través de recepciones programadas establecidas y generando un ahorro económico del 25%, es decir que al aplicar un MRP a un proceso manufacturero lineal, se evidencia que la mayoría de actividades añaden valor agregado al producto final ” [5].

Estudio para la estandarización de métodos de trabajo y tiempos de producción en la empresa de muebles modulares metálicos para oficinas “rueda cabrera cía. Ltda.”, de la ciudad de Quito, corresponde a un proyecto de titulación de la Universidad Tecnológica Equinoccial del año 2014 cuya autoría es de Daniel Alejandro Cabrera Rueda, en el cual concluye que: “Una vez que se aplicó la Ingeniería de Métodos, la empresa RUEDA CABRERA Cía. Ltda. cuenta con la información necesaria para realizar cambios de distribución de la planta y recorridos del producto en proceso, también para mejorar métodos de trabajo, disminuir tiempos de producción, disminuir

desperdicios de material, tomar decisiones de producción basados en Tiempos Estándar y costos de uno a otro producto y también crear un sistema justo de salarios e incentivos para trabajadores en todos los procesos productivos” [6].

“Plan de Requerimiento de Materiales en la empresa CASTRO MAQUINARIA”, corresponde a un proyecto de titulación de la Universidad Técnica de Ambato del año 2015 cuya autoría es de Víctor Alfonso Cruz Muisín, en el cual concluye que: “La empresa no cuenta con áreas de logística definidas correspondientes a aprovisionamiento, producción, transporte y distribución por lo que afecta directamente en el manejo y distribución de materiales, para lo cual se establece un árbol estructural de los productos para llegar a una eficiente planificación y programación de la producción, se determina al plan agregado de fuerza de trabajo constante, horas extras como mejor opción ya que las cantidades de producción son bajas pero con tiempos altos. De igual manera se propuso un gestor de inventarios que permitirá controlar de manera eficiente las entradas y salidas de material al igual que el stock en inventario para el desarrollo del MRP propuesto, mismo que evidenció una disminución en los niveles de inventario de insumos de 62%, esta propuesta de un manejo de MRP permite mejorar todo su proceso productivo, desde el ingreso de materias primas e insumos hasta obtener el producto terminado, permitiendo tener un mayor control y coordinación de los materiales, y solucionando los problemas de abastecimiento en la cantidad apropiada y al tiempo real en que se necesita.” [2].

Los artículos mencionados con anterioridad servirán de apoyo para el desarrollo de la presente investigación, ya que de estos se tomará en principal consideración los aspectos más relevantes que se ajusten con el tema en análisis.

### **1.2.1 Contextualización del problema**

Desde sus inicios el sector textil ha sido una de las actividades económicas de mayor impacto en el país constituyéndose en un importante imán del empleo y el microemprendimiento. Esta industria representa alrededor de 21% del empleo generado por toda la manufactura ecuatoriana convirtiéndose así en la quinta industria manufacturera del país, según Javier Díaz Crespo, presidente ejecutivo de la Asociación de Industrias Textiles del Ecuador [7].

Debido a ello ha surgido una gran cantidad de microemprendimientos o pequeñas empresas relacionadas a la confección. Las empresas de fabricación de hilados, tejidos y prendas de vestir han logrado asentarse a lo largo de todo el país, destacándose cinco provincias por su importancia en número de empresas, ventas y empleo: Pichincha, Guayas, Tungurahua, Azuay e Imbabura. A su vez, los cantones más importantes por la presencia de estas empresas son Quito, Guayaquil, Ambato, Cuenca y Antonio Ante, donde se localiza la ciudad de Atuntaqui, muy conocida por su industria textil, de ahí que el 99% de las empresas textiles del Ecuador se ubicaron en el estrato de la micro o pequeña empresa [7].

La industria textil a menudo enfrenta problemas como la competencia desleal, la falta de acuerdos internacionales que faciliten la exportación y las importaciones asiáticas de productos de bajo costo, pero al mismo tiempo enfrenta un problema de calidad y cantidad de productos y servicios, los cuales son el resultado de que el sector productivo nacional, no se ha tecnificado en relación a su maquinaria y equipo necesario para mejorar su productividad y competitividad, así como también el control de pedido de materia prima y sobre todo que facilite mantener un bajo nivel de producto en proceso, estas empresas buscan evitar el déficit de materiales requeridos por tal motivo se debe desarrollar un análisis de pronósticos de los elementos necesarios de acuerdo a la demanda de producción y así tener disponibles los recursos en el momento oportuno para su posterior fabricación [8].

La industria textil del Ecuador aún opera de forma tradicional o, dicho de otra manera, funciona verticalmente, puesto que la cadena de producción empieza en la hilatura, continúa por la tejeduría y los acabados, y termina en la confección. Según Javier Díaz “En base de la información de la Superintendencia de Compañías, podemos concluir que en la rama textil existen unas 170 empresas formales y unas 500 en la confección. Pero si sumamos a los informales, puede haber más de 4.000 empresas dedicadas a la rama del textil y la confección, principalmente de esta última” [8].

En Tungurahua y según el análisis sectorial realizado por Dirección de Inteligencia Comercial e Inversiones, la provincia cuenta con más 397 talleres de textiles y tejidos autóctonos, representando el 5.15% de la producción nacional localizados principalmente en Ambato, Mocha, Pelileo, Píllaro, de los cuales muchos de ellos han

incurrido al cierre de sus actividades, disminución de personal y producción, debido también a factores como el contrabando, el precio de la materia prima y la situación económica del país [3] [9].

D'Christian Maryuri, es una empresa ubicada en la provincia de Tungurahua, en la parroquia de Santa Rosa, cantón Ambato, misma que se dedica a la fabricación y comercialización de ropa interior para hombre, mujer, niños y niñas, esta empresa ha surgido poco a poco hasta convertirse hoy en día en una de las fábricas más importantes de este sector, pues está comprometida a cumplir con los requerimientos legales vigentes, asegurando el bienestar de los trabajadores para satisfacer los requerimientos de los clientes e impulsando el mejoramiento continuo en cada proceso. Esta empresa ha logrado generar empleo directo alrededor de unas 70 personas, y una de las problemáticas localizadas en la entidad radica en el inadecuado control del inventario tanto de materiales como de productos, mismo que incurre en el desarrollo económico de la empresa debido a la realización de inversiones innecesarias o compra de materia prima e insumos en exceso.

La empresa inició en el año 2006 con la implementación de una estructura organizacional, misma que fue establecida en función de las políticas gerenciales, delimitando las diversas áreas de producción, pero con procesos y procedimientos establecidos con poco control y baja profundidad de estudio, por mencionar desde el pedido de materiales hasta la ejecución de instrucciones en el proceso de fabricación por parte de los operarios. Razón por la cual se ha visto necesario iniciar con estudios que permitan estandarizar sus procesos de producción.

En la actualidad la empresa viene atravesando un problema representado por un escaso control en la determinación de la cantidad necesaria de materiales destinados a ser utilizados en la confección de la ropa interior, debido a ello se genera una gran cantidad de desperdicio de material en el proceso de producción, desperdicios que incurren en gastos para la entidad, de igual forma este problema influye en la estimación de los costos de adquisición de materia prima e insumos, relacionarlos con el precio de venta y generar ganancia que represente la actividad de la empresa.

### **1.2.2 Fundamentación teórica**

La investigación se llevará a cabo tomando en cuenta todos y cada uno de los aspectos que aporten con información para la realización de esta.

#### **Estudio de tiempos**

El estudio de tiempos es el complemento necesario del estudio de métodos y movimientos. Consiste en determinar el tiempo que requiere un operario normal, calificado y entrenado, con herramientas apropiadas, trabajando a marcha normal y bajo condiciones ambientales normales, para desarrollar un trabajo o tarea. Comprende tres fases:

- Diseño de operación nueva o perfeccionada.
- Instalación, ajuste, aprendizaje y verificación.
- Estudio de tiempos estándar o representativo [10].

#### **Aplicación de los suplementos y cálculo del tiempo estándar**

El propósito fundamental de todas las holguras es agregar tiempo suficiente al tiempo normal de producción para que el trabajador promedio cumpla con el estándar cuando tiene un desempeño estándar. Existen dos maneras de aplicar las holguras. La más común es agregar un porcentaje al tiempo normal, de modo que la holgura se base sólo en un porcentaje del tiempo productivo.

También es costumbre expresar la holgura como un multiplicador, para que el tiempo normal (TN) se pueda ajustar fácilmente al tiempo estándar (TE):

$$TE = TN + TN \times \text{holgura} = TN \times (1 + \text{holgura}) \quad (1)$$

Donde:

TE = tiempo estándar

TN = tiempo normal [11].

## **Capacidad de producción**

Hace referencia a una capacidad máxima de artículos producidos en cualidad normales de funcionamiento de la empresa, determinados por la ecuación siguiente:

$$Cp = \frac{1}{Ts} \quad (2)$$

## **Planeación agregada de producción**

La planeación agregada (también llamada programación agregada) busca determinar los volúmenes y tiempos oportunos de producción para un futuro intermedio, a menudo con una anticipación de 3 a 18 meses. Los administradores de operaciones buscan determinar la mejor forma de satisfacer la demanda pronosticada ajustando los índices de producción, los niveles de mano de obra, los niveles de inventario, el trabajo en tiempo extra, las tasas de subcontratación y otras variables controlables [3].

En general, el objetivo de la planeación agregada es minimizar los costos para el periodo de planeación. Sin embargo, existen otros aspectos estratégicos más importantes que el costo bajo. Estas estrategias son suavizar los cambios en los niveles de empleo, reducir los niveles de inventarios o satisfacer un nivel de servicio alto [3].

En el caso de los fabricantes, el programa agregado asocia las metas estratégicas de la empresa con los planes de producción, pero en las organizaciones de servicio el programa agregado relaciona las metas estratégicas con los programas de la fuerza de trabajo [3].

## **Elementos de la planeación agregada**

La planeación agregada requiere de cuatro elementos:

- Una unidad general lógica para medir las ventas y la producción.
- Un pronóstico de demanda para planear un periodo intermedio razonable, en estos términos agregados.
- Un método para determinar los costos.
- Un método que combine los pronósticos y los costos con la finalidad de tomar

las decisiones de programación para el horizonte de planeación [12].

### **Estrategias de la planeación agregada**

Al preparar un plan agregado, el administrador de operaciones debe responder varias preguntas:

- 1) ¿Deben usarse los inventarios para absorber los cambios que registre la demanda dentro del periodo planeado?
- 2) ¿Debe hacerse una adaptación a los cambios variando el tamaño de la fuerza de trabajo?
- 3) ¿Deben emplearse trabajadores de tiempo parcial, o el tiempo extra y los tiempos de inactividad deben absorber las fluctuaciones?
- 4) ¿Debe usarse la subcontratación para atender las fluctuantes órdenes a fin de mantener una fuerza de trabajo estable?
- 5) ¿Deben cambiarse los precios u otros factores para influir en la demanda?

Todas éstas son estrategias de planeación legítimas. Implican el manejo de inventarios, tasas de producción, niveles de mano de obra, capacidad de las instalaciones, y otras variables controlables [13].

- 1. Estrategia de ajuste:** con esta estrategia se busca igualar el índice de producción con el índice de pedidos contratando y despidiendo empleados conforme varíe del índice de pedidos. El éxito de esta estrategia depende de tener un grupo de candidatos a los que se les pueda capacitar con rapidez y de donde tomar empleados cuando el volumen de pedidos aumente. Como es obvio, existen algunos impactos emocionales. Cuando la acumulación de pedidos es baja, es probable que los empleados quieran reducir el ritmo de trabajo por el temor a ser despedidos tan pronto como se cubran los pedidos existentes.
- 2. Fuerza de trabajo estable, horas de trabajo variables:** esta estrategia permite variar la producción ajustando el número de horas trabajadas por medio de horarios de trabajo flexibles u horas extra. Al variar el número de horas, es posible igualar las cantidades de la producción con los pedidos. Esta estrategia

ofrece continuidad a la fuerza de trabajo y evita muchos de los costos emocionales y tangibles de la contratación y los despidos relacionados con la estrategia de ajuste.

- 3. Estrategia de nivel:** su lógica es mantener una fuerza de trabajo estable con un índice de producción constante. La escasez y el superávit se absorben mediante la fluctuación de los niveles de inventario, los pedidos acumulados y las ventas perdidas. Los empleados se benefician con un horario de trabajo estable a expensas de niveles de servicio a clientes potencialmente más bajos y un aumento en el costo del inventario [14].

### **Programa maestro de producción**

El MPS es un plan de producción futura de los artículos finales durante un horizonte de planeación a corto plazo que, por lo general, abarca de unas cuantas semanas hasta varios meses, y es un insumo importante del proceso MRP [15].

Consiste en las cantidades y fechas en que deben estar disponibles los inventarios de la distribución de la empresa. Al plan maestro de producción solo le conciernen los productos y componentes sujetos a demanda externa a la unidad productiva. Estos son los llamados productos finales que se entregan a los clientes, entendiendo este último concepto en un sentido amplio [15].

En este caso el programa maestro de producción se modifica según estas limitantes y el programa MPR vuelve a ejecutarse. Para asegurarse de tener un buen programa maestro, el programador debe:

- Incluir todas las demandas de ventas del producto, resurtido de almacén, refacciones y necesidades entre plantas.
- Nunca perder de vista el plan conjunto.
- Comprometerse con los pedidos prometidos al cliente.
- Ser visible en todos los niveles de la administración.
- Equilibrar objetivamente los conflictos de manufactura, marketing e ingeniería.
- Identificar y comunicar todos los problemas [15].

La gestión del plan maestro implica tres tipos de actividades: la introducción de nuevas necesidades de producción, la actualización de necesidades previas – cambios en la fecha de entrega, cantidad pedida, o cambiar el estado de un pedido, y vigilar y analizar el cumplimiento de los objetivos del proceso [16].

### **Objetivos del plan maestro de producción**

La capacidad de producción a corto plazo está limitada por el plan de capacidad agregado. El programa maestro de producción toma esta capacidad de producción a corto plazo, determinada por el plan agregado y la asigna a pedidos de productos finales. Los objetivos del programa maestro de la producción son dos:

1. Programar productos finales para que se terminen con rapidez y cuando se hayan comprometido ante los clientes.
2. Evitar sobrecargas o subcargas de las instalaciones de producción, de manera que la capacidad de producción se utilice con eficiencia y resulte bajo el costo de producción [13].

### **Planificación de requerimientos de materiales (MRP)**

El sistema MRP integra el número de artículos a fabricar con un correcto almacenamiento de inventario para materia prima, productos en proceso y productos terminados. Es el sistema de planificación de materiales y gestión de stocks que responde a las preguntas de qué orden fabricar, cuánto fabricar y cuándo realizarla. El MRP traduce el plan maestro de producción en órdenes de fabricación de los productos que son parte del proceso productivo. A partir de ello es posible calcular los requerimientos de capacidad. En el sistema MRP no es necesario prever la demanda porque ella es calculada a partir del PMP, donde se indica la cantidad del producto final. Con ello se conocen las fases que requiere cada producto y cuáles son sus componentes, es decir la lista de materiales [17].

Desde otro punto de vista, es un sistema de planificación de componentes de fabricación que, mediante un conjunto de procedimientos lógicamente relacionados, traduce un programa maestro de producción en necesidades reales de componentes, con fechas y cantidades.

El concepto detrás del MRP es su gran aportación: Separar la demanda dependiente de la independiente, es decir, planear la producción que genere la información necesaria para la compra correcta de materiales o para la fabricación [18].

De las aplicaciones realizadas con éxito se deducen las siguientes ventajas:

- Disminución de stock.
- Mejora del nivel de servicio al cliente.
- Mejor planificación productiva.
- Menores costos.
- Mayor coordinación en la programación de producción e inventarios.
- Guía y ayuda en la planificación de la capacidad de los distintos recursos.

### **Objetivos del MRP**

Un sistema MRP debe cumplir estos tres objetivos:

- Asegurar que los materiales estén disponibles para la producción y los productos estén disponibles para su entrega a los clientes.
- Tratar de mantener los niveles de stocks de material y de producto terminado lo antes posible.
- Planificar actividades de fabricación, órdenes de entrega y compras.

El objetivo final de cualquier empresa es entregar su producto a sus clientes en el plazo de tiempo más corto posible. Para conseguirlo, es necesario algún tipo de planificación y MRP optimiza este objetivo [19].

### **Factores relacionados al proceso del MRP**

Los dos factores que se involucran en el desarrollo del MRP son el dimensionamiento del lote y el stock de seguridad que se presentan a continuación:

- **Dimensionamiento de lote:** Lote económico de pedido (EOQ), pedido lote a lote, periodo constante.
- **Utilización de stocks de seguridad:** Factor importante cuya finalidad de evitar paralizar el proceso productivo (Machuca ,1995).

**Entradas del MRP:** El programa maestro de producción (PMP), lista de Materiales y gestión de inventarios.

**Salidas del MRP:** El plan de materiales que contiene pedidos planificados de todos los ítems que lo conforman y los informes de acción, informe de material en exceso, informe de análisis de proveedor (comportamiento del proveedor), mensajes individuales excepcionales (cuando el sistema presente algún error) [17].

### **Requerimientos básicos del MRP**

**Programa maestro de producción (Master production schedule MPS):** Según Gloria Miño (2015), es el documento que refleja para cada artículo final, las unidades comprometidas, así como los períodos de tiempo para los cuales han de tenerse terminados. Usualmente los períodos se corresponden con los períodos calendarios (mes, semana días) con un horizonte temporal que debe ser lo suficientemente amplio como para que abarque al menos todos los pasos de fabricación o la duración del ciclo tecnológico [18].

**Lista de materiales (Bill of materials (BOM):** Es necesario conocer para cada artículo su estructura de fabricación, en donde quedan reflejados los diferentes elementos que lo componen, así como el número necesario de cada uno de esos elementos para fabricar una unidad de este artículo, obtenida de los documentos del diseño del producto, del análisis del flujo de trabajo y de otra documentación estándar de manufactura y de ingeniería, la que debe ser continuamente actualizada para que refleje la estructura del producto, sus normas e índices de consumo, los cuales deben de corresponderse con los datos presentes en las fichas de costo [18].

**Fichero de registro de inventarios (Stocks):** Si se dispone en almacén de unidades suficiente de alguno de los componentes necesarios, no tendría sentido volver a pedirlos o fabricarlos. Por ello es necesario conocer de cada componente y artículo su nivel actual de existencias en almacén, inventarios de producciones en proceso y terminada, así como los pedidos ya realizados pendientes de recibir, la política de pedido para cada uno (stock de seguridad, tipo de lote), y el lead time determinado [18].

## **Ventajas y desventajas del MRP**

Las ventajas del MRP son que permiten eliminar problemas como déficit de materiales, elevado inventario, baja calidad, mal servicio al cliente, baja productividad y mala gestión. Entre las ventajas que rescatan se tienen las siguientes:

- Integración de las diferentes áreas de la empresa para alcanzar un mismo objetivo.
- Impacto en la gestión de compra de materiales y eliminación de problemas por insuficiencia de material debido a que se conocen las necesidades y fechas con anticipación lo cual produce una reducción en costos de compra entre 5 y 11%.
- Reducción de costos de gestión de inventarios ya que se reducen los stocks de seguridad y aumenta la rotación de inventarios [17].

## **Enfoques del sistema MRP**

Dentro de los enfoques que tiene este sistema, están los siguientes:

- La base de la producción es la previsión de las ventas.
- El énfasis se encuentra en la planificación.
- Ofrece información sobre cada actividad y pieza de material dentro de la fábrica.
- Es totalmente dependiente de los datos, pudiendo cometer errores si estos no son correctos.
- Los trabajadores deben preocuparse de añadir códigos o etiquetas para que los datos lleguen correctamente.
- Los operarios ejecutan las ordenes de trabajo, de manera especializada [20].

### **1.3 Objetivos**

#### **Objetivo general**

Mejorar la planeación de producción de la empresa D'Christian Maryuri utilizando un Plan de Requerimiento de Materiales.

#### **Objetivos específicos**

- Realizar un diagnóstico de los métodos actuales para el manejo y abastecimiento de materiales.
- Desarrollar la planeación agregada de producción de los productos a mediano plazo.
- Elaborar el programa maestro de producción de los productos terminados con base en un pronóstico de ventas según datos históricos.
- Proponer una mejora en la planeación de la producción mediante la metodología MRP.

## **CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA**

### **2.1 Materiales**

Para la elaboración de la presente investigación fueron requeridos diferentes materiales los mismos que son proporcionados por la empresa D´Christian Maryuri, como también elaborados por el investigador, dichos materiales son herramientas que permitieron cumplir a cabalidad los objetivos planteados, enmarcados principalmente en la fabricación de ropa interior.

#### **a) Organigrama estructural**

El organigrama estructural de la empresa D´Christian Maryuri fue proporcionado por la organización propiamente dicha, su finalidad es dar a conocer como está estructurada la misma en relación con los diferentes departamentos de los que esta conformada, al igual que sus respectivas áreas de trabajo.

#### **b) Diagrama de flujo**

Proporcionado por el jefe del departamento de producción de la empresa, es una herramienta que permite conocer la línea de producción de la ropa interior desde el momento que se receipta la materia prima, su procesamiento, hasta el empaque del producto terminado para ser distribuido.

Para la presente investigación, el investigador tomará como referencia el proceso de producción del producto estrella, debido a ser el artículo de mayor demanda y a través del cual se generan mayores ingresos para la empresa.

#### **c) Historial de ventas**

Es el registro proporcionado por el departamento de contabilidad de la empresa, para la presente investigación se requirió del historial de ventas desde el año 2019 hasta la actual fecha, con el fin de realizar el análisis respectivo para un posterior pronóstico de ventas.

#### **d) Orden de producción**

Esta orden es remitida por el jefe del departamento de producción, cuyo propósito es dar a conocer el tipo de artículo a confeccionarse, la cantidad de este y el tiempo destinado para su entrega. Este documento es de gran importancia para la investigación ya que permitirá conocer el patrón de pedido de los materiales, la cantidad estimada a utilizarse para la confección de los artículos y relacionarlo con la cantidad de desperdicios que se generan.

#### **e) Guía de remisión**

Documento emitido por el departamento de compra en el que se detalla la selección de los proveedores para el pedido de la materia prima, el traslado de esta en relación con su punto de partida, punto de llegada y la cantidad de dicha materia prima.

#### **f) Planificación de producción**

La planificación de la producción será elaborada por el investigador con la finalidad de que se puedan fabricar los artículos pedidos a tiempo, utilizando la cantidad de materia prima e insumos adecuados, evitando retrasos y desperdicio de material.

#### **g) Entrevista**

Herramienta elaborada por el investigador para la recaudación de información de aspectos importantes de la empresa como el abastecimiento y manejo de materiales, ambiente laboral, contratación de personal, antecedentes funcionales, políticas internas, etc.

#### **h) Diagrama de ensamble**

El diagrama de ensamble también será elaborado por el investigador, en el que se permitirá dar a conocer el procedimiento y ejecución de todas aquellas actividades que incurren en la fabricación y confección de la ropa interior, detallando de igual

manera los insumos utilizados en cada operación y el tiempo de ejecución de cada una.

#### **i) Cursograma analítico**

El cursograma analítico será elaborado por el investigador para dar a conocer los diferentes procesos que conforman la elaboración de ropa interior en la empresa D'Christian Maryuri, de igual manera se detallan las operaciones y actividades que se llevan a cabo con su tiempo respectivo, para la determinación del tiempo estándar de fabricación de una unidad, así como también de la docena de un producto, pues la empresa enfoca sus ventas en docenas.

#### **j) Mapa de procesos**

Herramienta de gran importancia que también será elaborada por el investigador con la finalidad de comprender a profundidad el funcionamiento integral de la empresa D'Christian Maryuri con un enfoque más gráfico. Aquí se detallan los procesos de la empresa en relación a su importancia, gravedad y la relación que tienen entre cada uno de ellos.

## **2.2 Métodos**

### **2.2.1 Modalidad de investigación**

El presente proyecto conlleva una investigación de tipo aplicada debido a que se pretende desarrollar una mejora en los procesos de producción y en el desempeño de las actividades por parte de los colaboradores de la empresa "D'Christian Maryuri".

#### **Investigación de campo**

La investigación posee características de campo debido a que el estudio se lo va a realizar dentro del entorno físico de la empresa, específicamente en el departamento de producción, ya que se requerirá información proveniente del personal operativo y administrativo para el efectivo desarrollo de la investigación.

## **Investigación documental – bibliográfica**

También corresponde a una investigación bibliográfica documental ya que la presente se realizará con el apoyo de previas investigaciones desarrolladas en la empresa que brinden información vital de la misma y de igual manera se recaudará información de libros, revistas, artículos científicos, internet, entre otros. Dichas fuentes serán consideradas como viables siempre y cuando cuenten con fundamentación teórica validada y/o confiable y a su vez con criterios científicos de diversos autores que incursionaron en temas similares a la presente, derivado de lo expuesto se logrará un desarrollo sustentable a la presente investigación.

### **2.2.2 Población y muestra**

Para la presente investigación no se tomó en consideración a la población en general de la empresa D´Christian Maryuri, debido a que el proceso y los datos recopilados se obtuvieron del departamento de producción directamente y de los inventarios reducidos de materiales existente en la bodega de insumos. De igual manera se desarrolló una entrevista al personal encargado en bodega, para conocer el proceso actual del manejo y abastecimiento de materiales, pedidos a proveedores, tiempos de entrega, etc. D´Christian Maryuri cuenta con una población de 70 trabajadores sin variedad, pero para el presente estudio se tomará en cuenta al personal encargado del proceso de confección adjunto en la tabla 1.

Tabla 1. Población y muestra

<b>Población</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Administrativos	7	10 %
Ventas	16	23%
<b>Producción</b>	<b>35</b>	<b>50%</b>
Auxiliares	12	17%
<b>TOTAL</b>	<b>70</b>	<b>100%</b>

### **2.2.3 Recolección de Información**

Para el desarrollo de la presente investigación, se obtendrá información mediante la técnica de la observación y entrevista informal del área de producción de ropa interior de la empresa D´Christian Maryuri.

El levantamiento de la información se realizará de forma directa; el investigador entrará en contacto con los colaboradores del área en cuestión dando paso a la obtención de información invaluable como: el procedimiento de ejecución de cada actividad y tarea, los recursos que se requieren, los resultados que se esperan obtener, los problemas que allí se generan, entre otras.

### **2.2.4 Procesamiento y Análisis de Datos**

La información obtenida a partir de la investigación de campo es utilizada para realizar el análisis del actual manejo y abastecimiento de materiales de la empresa, de igual manera es utilizada para el desarrollo del estudio de tiempos de las actividades clave del proceso de confección del producto estrella con la finalidad de conocer el tiempo y la cantidad de material que se requiere para la confección de una docena de este artículo. Posteriormente con los datos obtenidos se procede a elaborar el cursograma analítico y diagrama de ensamble del producto estrella, a través del cual se tiene un diagnóstico y visión general de la situación actual de la empresa D´Christian Maryuri.

Es así que se puede llevar a cabo el desarrollo adecuado del MRP que permita mejorar la planeación de la producción de la empresa, así como su productividad, tomando en cuenta un análisis comparativo entre la situación actual con la propuesta de mejora.

## CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1 Análisis y discusión de Resultados

#### Empresa D´Christian Maryuri

##### Breve Reseña Histórica

D´Christian Maryuri, es una empresa ubicada en la provincia de Tungurahua, Cantón Ambato, parroquia de Santa Rosa, misma que se dedica a la fabricación y comercialización de ropa interior para hombre, mujer, niños y niñas, esta empresa ha surgido poco a poco hasta convertirse hoy en día en una de las fábricas más importantes de este sector y del país, pues su compromiso está dirigido a cumplir con los requerimientos legales vigentes que permitan asegurar el bienestar de los trabajadores para así satisfacer las necesidades de los clientes y de igual manera impulsar el mejoramiento continuo en cada proceso.

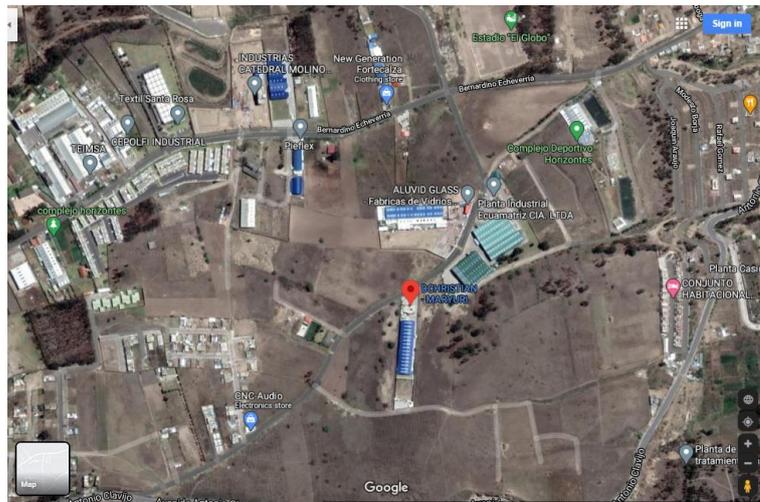


Figura 1. Imagen satelital ubicación empresa D´Christian Maryuri

D´CHRISTIAN MARYURI inició sus actividades en el año 2006, fundada y dirigida hasta la actualidad por el Sr. Mario Lara gerente propietario de esta. Fue creada con la necesidad de innovar la producción textilera en la línea de ropa interior para damas y niños en un principio, cuyas ventas en su mayor parte están dirigidas a estos productos, pero posteriormente debido a la gran calidad y diseño de sus artículos, en el año 2009 incorpora a su catálogo la línea de ropa interior para caballeros, de igual manera

estableció conjuntamente con su personal de diseño un logotipo que identifique tanto a la empresa como a sus productos, el mismo se representa en la figura siguiente:



Figura 2. Logotipo empresa D'Christian Maryuri

Su línea de producción es muy variada, contando con la confección de alrededor de 245 artículos, mismos que han sido introducidos al mercado gracias a la creatividad e innovación de sus diseñadores, pues la política de la empresa al mismo tiempo garantizará permanentemente la asignación de recursos humanos, financieros y tecnológicos necesarios para el cumplimiento de los requerimientos.

La empresa tiene establecida su actividad económica en el diseño y confección de ropa interior para damas, caballeros, niños y niñas, proceso que inicia desde la adquisición de materia prima e insumos provenientes de territorio nacional e internacional, su procesamiento y acabados finales hasta su empaque y distribución a nivel nacional, con una gran acogida por parte de los consumidores.

### **Productos**

D'Christian Maryuri ofrece a su clientela productos con una alta gama de calidad, misma que es verificada dentro de cada uno de los procesos que conlleva a la confección del artículo en sí, estas características de calidad son el atractivo que genera un gran impacto en el cliente para su consumo.

Para ello se detallan los productos de mayor consumo por parte de los clientes a lo largo del inicio de las actividades de la empresa.

Tabla 2. Listado de artículos ofertados en D'Christian Maryuri

Categoría	Descripción	Imagen
Calzón	Calzón mujer clásico llano	
Camiseta	Camiseta cuello V jaspado	
Bóxer	Bóxer microfibra perforado	
Tanga	Tanga mujer llana	
Cachetero	Cachetero elástico francés estampado frontal	
Panty	Panty elástico maryuri sesgo en pierna	
Chaquetilla	Chaquetilla elástica maryuri	

Categoría	Descripción	Imagen
PT00621.00	BVD jersey blanco H	

### Estructura Organizacional

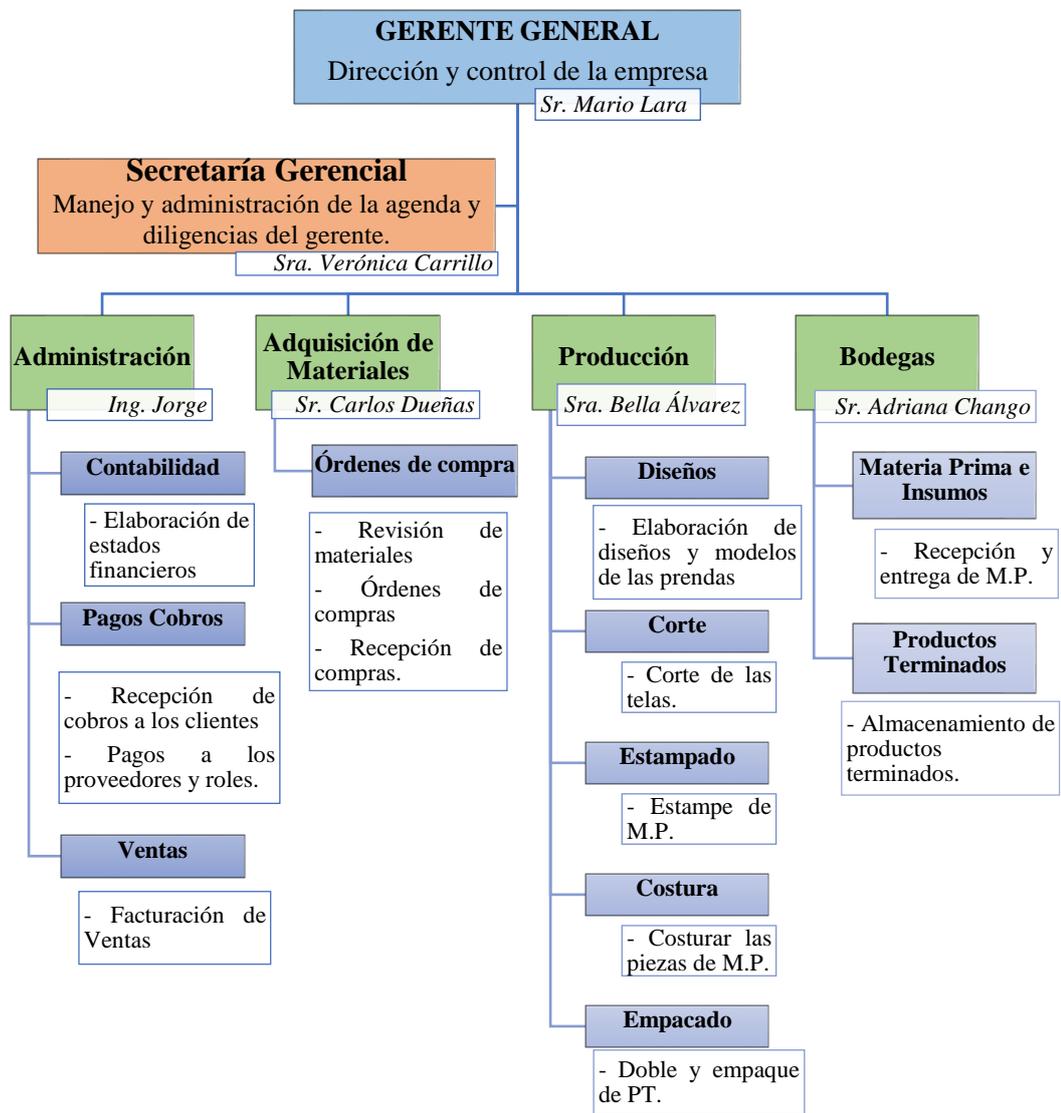


Figura 3. Estructura organizacional empresa D'Christian Maryuri

## **Misión**

Somos la empresa con mayor crecimiento nacional en la comercialización de ropa interior, con un personal altamente calificado, infraestructura y maquinaria de punta, con un producto innovador y de alta calidad, lo que ha alcanzado las expectativas y necesidades de nuestros clientes.

## **Visión**

Ser una empresa líder a nivel nacional e internacional por la exclusividad de sus diseños, calidad de los productos y excelente servicio en la fabricación y distribución de ropa interior para todas las edades.

## **Análisis de la Situación Actual de la Empresa**

D'Christian Maryuri ofrece ropa interior de calidad para todas las edades tanto para hombre como mujer, cumpliendo con las necesidades y superando las expectativas de sus clientes, posicionándola como una empresa competitiva en el mercado. Es así, que se tomará como principal objeto de estudio la línea de producción del artículo estrella debido a su mayor demanda y consumo.

De acuerdo a los registros de observación tomados por el investigador se evidenció que la empresa no cumple eficientemente con los procesos y procedimientos establecidos para la confección de ropa interior tomando como punto de partida para el estudio, el inadecuado manejo de materia prima e insumos, mismo que posee un escaso control generando una gran cantidad de desperdicios, esto se deriva a una manera tradicional de llevar a cabo las actividades debido al exceso de confianza de los trabajadores para ejecutar las actividades, cuyas consecuencias se evidencian en la calidad de producto que se confecciona.

D'Christian Maryuri presenta de igual manera un deficiente control de sus procesos e inventarios, no existe un adecuado seguimiento de generación de desperdicios, órdenes de pedido de materia prima e insumos, despacho de producto terminado, entre otros.

## **Entrevista dirigida al personal encargado del departamento de producción**

La presente entrevista fue dirigida a la persona con mayor conocimiento del proceso de producción de ropa interior y que está en contacto directo con las operaciones de campo, departamentos y personal, etc., con el fin de recopilar información veraz y directa.

El formato de la presente entrevista se encuentra adjunto en el ANEXO 1 del documento.

Objetivo: Determinar el proceso actual de planeación y abastecimiento de materiales en la bodega de la empresa D´Christian Maryuri.

**1) ¿Conoce usted el procedimiento que se lleva a cabo para ejecutar un pedido de materia prima a los proveedores?**

El pedido de materia prima por lo general se lo realiza sin documentación inmediata, los pedidos se concretan de acuerdo con la cantidad de insumos que se requieran con facturación electrónica, física y guías de remisión para una fecha estimada.

**2) ¿Cómo se controla el ingreso y salida de la materia prima de la bodega?**

El control se lo realiza mediante el sistema de requisición de materiales, se genera el pedido a bodega que es registrado en el sistema, posteriormente el bodeguero registra la entrega y salida de materia prima para producción y en el caso de haber, la devolución del sobrante de la misma después de la producción.

**3) ¿Conoce usted si el abastecimiento de las materias primas para la producción de un producto está establecido por lotes?**

Si, el abastecimiento de materia prima para cada producto está controlado según la cantidad de docenas de pedido que se hayan realizado, de igual manera se estima la cantidad de materiales que se requerirá del proveedor, enfocándose en el producto estrella se realiza el pedido de materiales para un lote de 1000 docenas.

**4) ¿Cuál es el procedimiento para realizar un pedido de materia prima a la bodega por parte de los operarios?**

Los pedidos de materia prima e insumos a bodega se los realiza a través del ingreso de una orden de producción.

**5) ¿Conoce usted cómo se determinan los costos de mantener inventario y los costos de preparación de órdenes de productos? ¿La empresa considera estos costos?**

La empresa no considera costos de mantener inventario y esto es debido a que antes de la elaboración del producto se estiman los costos por preparación para añadir el valor agregado y ponerlo a disposición del cliente.

**6) ¿Considera usted que el abastecimiento de materia prima es adecuado para satisfacer los requerimientos de producción sin generar demoras innecesarias?**

El abastecimiento de materia prima en su mayoría es eficiente gracias a los proveedores que entregan los pedidos en el tiempo establecido a partir de la generación del pedido.

**7) ¿Cómo se verifica la disponibilidad de materia prima necesaria para realizar una orden de producción generada?**

Personal encargado de bodega hace la revisión de las existencias de cada materia prima disponible antes de la elaboración de la orden de pedido, en el caso de haber materia prima e insumos disponibles se genera la orden caso contrario se realiza el pedido correspondiente.

**8) ¿Cuáles son los principales problemas que los operarios presentan en el manejo de la materia prima para la elaboración de los productos?**

El principal inconveniente es la mala determinación de la cantidad de material requerida para una orden de producción, debido a esto se generan más pedidos de materia prima e insumos a partir de los ya solicitados, en ocasiones la materia prima viene defectos de fábrica que se comunica a los proveedores directos de dicha materia prima.

**9) ¿Conoce usted si los recursos y materia prima disponibles en bodega para producción son correctamente utilizados por los operarios?**

Operarios suelen manejar la materia prima de forma descontrolada generando

gran cantidad de desperdicios, debido a esto tienden a pedir más cantidad de material incurriendo en pérdidas económicas para la empresa, que en la mayoría de los casos ese dinero es descontado a los operarios responsables.

**10) ¿Considera que la capacidad de producción actual de la empresa es la adecuada en relación con el abastecimiento y manejo de materiales?**

La capacidad de producción diaria base se mantiene la mayoría de las veces, sin embargo, suele alterarse debido a la descoordinación en la importación de la materia prima principalmente la extranjera, destacando el abastecimiento de cajas, en este punto también resalta la descoordinación de los pedidos de materia prima por parte de bodega.

**11) ¿Cómo se determinan los valores de ventas futuras?**

Los valores de venta se los analiza principalmente en base a negociaciones con proveedores, pero prácticamente la empresa piensa mantener el valor de venta actual de los productos en relación con la utilidad generada, si llegan a haber falencias en la utilidad se tomará como opción el alza de precios.

Analizando la entrevista realizada al encargado del departamento de producción de la empresa D'Christian Maryuri se determina que existen grandes falencias en el manejo y adquisición de materiales para llevar a cabo la producción de ropa interior, esto se debe en gran parte a la falta de control de cada una de sus áreas que limitan en muchas de las ocasiones a la capacidad de producción interna de la empresa, para esto la subcontratación de maquilas para efectuar los pedidos es de gran importancia con esto se puede cubrir la demanda de artículos.

### **Mapa de Procesos**

Para poder visualizar de mejor manera los procesos existentes en la empresa en la cual se está realizando el estudio, se realiza un mapa de procesos, el cual nos indica los procesos estratégicos, operacionales y de apoyo existentes en la empresa.

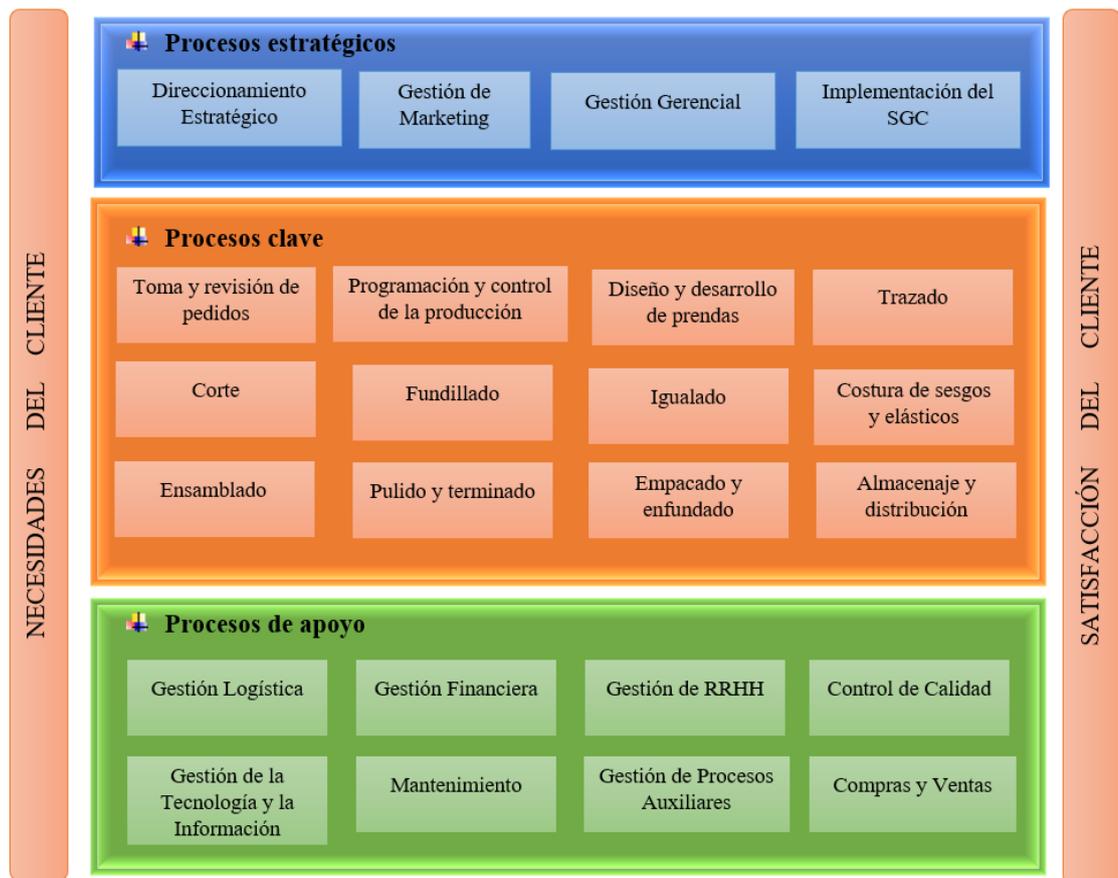


Figura 4. Mapa de procesos de la empresa D'Christian Maryuri

El mapa de procesos propuesto por el investigador permite una mejor visibilidad de los procesos que se conllevan dentro de las instalaciones de la empresa, resaltando de igual manera que para cada una de sus actividades consecuentes se llevan los procedimientos y registros documentados como método de control de la producción basada en la planificación y operación de la misma.

- **Documentos:**
  - Informes de no conformidad
  - Informes de inventario
- **Registros de control:**
  - Órdenes de pedido
  - Órdenes de producción
  - Requisición de materiales
  - Ingreso y salida de insumos

- Facturas
- Entrega de producto terminado

## **Descripción de Actividades de la empresa D´Christian Maryuri**

### **Producto**

El diseño y la confección de ropa interior para niñas, niños, hombres y mujeres, es la actividad comercial de la empresa D´Christian Maryuri, desde su inicio como mediana empresa ha buscado siempre estar en la vanguardia de crear diseños que impongan nuevas tendencias en el mercado de la confección de ropa interior y sobre todo cumplir con las expectativas del cliente. La categoría de producto para el análisis es el calzón femenino, ya que representa más del 50% en ventas, aceptación del cliente y de igual manera genera la mayor parte de los ingresos a la empresa.

### **Actividades para la confección de ropa interior**

A continuación, se describen cada una de las actividades inmersas en la confección de una prenda de ropa interior y posteriormente su empaque como docena.

**Tendido de tela.** - La tela adquirida llega por rollos, la cual se pide por kilos, esta se almacena en la bodega telas, procurando siempre hacer el pedido de telas por colores.

El tendido se lo realiza de forma manual, se tienden 180 telas de diferentes colores en una mesa de corte de 7,35m de largo x 1,80m de ancho, para el tendido la tela se desenrolla a través de una máquina de empuje para evitar irregularidades.



Figura 5. Tendido de la tela

**Trazado.** - El trazado o marcado de moldes se lo realiza de forma manual, el molde de cartón se coloca sobre la tela tendida mientras el operario lo marca con un bolígrafo procurando abarcar la tela en su totalidad.



Figura 6. Trazado del molde

**Corte.** - Una vez marcados los moldes por tallas en la tela, el operario realiza los cortes con la ayuda de la máquina cortadora, de la cual se obtienen un promedio de 1000 docenas.



Figura 7. Corte de la tela

**Fundillado.** - Desde el Fundillado empiezan las actividades netamente de confección, la operaria se encarga de unir los diferentes cortes de tela por medio de seda o hilo con la ayuda de la máquina overlock.



Figura 8. Fundillado de la tela

**Igualado.** - El igualado de la prenda se realiza de igual manera en la máquina, en el caso de haber deformidades en la tela o costuras excedentes.



Figura 9. Igualado de la tela

**Costura de sesgos y elásticos.** - Los sesgos o elásticos, se unen a la prenda mediante seda o hilo a través de la máquina overlock recubridora, estos van principalmente en la parte de la cintura y piernas.



Figura 10. Costura de sesgo y elástico

**Ensamblado.** - El ensamble de la prenda comprende la unión de ambos lados de la tela una vez unidos los sesgos o elásticos, a la par en el ensamblado se adjunta la talla de la prenda, todo esto con ayuda de la máquina overlock.



Figura 11. Ensamblado de la prenda

**Atracado.** - El atracado se utiliza como sistema de reforzado de la prenda para brindar mayor seguridad y calidad, consiste en una doble costura de las uniones de la tela mediante la máquina overlock.



Figura 12. Atacado de la prenda

**Pulido y terminado.** - El pulido de las costuras se lo realiza de forma manual a través de una pequeña máquina llamada pulidora.



Figura 13. Pulido y terminado de la prenda

**Plastiflechas y etiqueta de cartón.** - Una vez pulida la prenda se procede a colocar la plastiflecha, etiqueta y código de barra con máquina pequeña manual por prenda.



Figura 14. Colocación de plastiflecha y etoqueta de cartón

**Empacado y enfundado.** - El empaque de las prendas es realizado ubicando 3 unidades por caja y para el enfundado se ubican 4 cajas dentro de una funda de tamaño predeterminado.



Figura 15. Empacado y enfundado

**Almacenamiento de Producto Terminado.** - Las docenas empacadas de cada artículo son llevadas a la bodega de producto terminado donde se almacenan por perchas hasta esperar el momento del embarque para su distribución.



Figura 16. Almacenamiento de producto terminado

El diagrama causa-efecto mostrado en la figura 17 permite dar una visión general de las principales problemáticas que atraviesa la empresa en cuestión a su proceso de producción, destacando los principales factores en los que se busca intervenir para lograr una mejora.

Con respecto a la **Maquinaria** existen retrasos en llevar a cabo el mantenimiento correctivo de las diferentes máquinas distribuidas a lo largo de la planta, debido a esto se procede a realizar las actividades manualmente generando retrasos en la producción estimada y en el peor de los casos que la máquina quede obsoleta se procede a realizar la búsqueda de nueva maquinaria actualizada para su posterior compra, priorizando la adquisición de maquinaria faltante para el resto de actividades.

Dentro del factor de la **Producción** se evidencia retrasos en las operaciones de corte y confección debido al exceso de confianza del personal en la ejecución de las actividades, retrasos que incurren en la separación de las prendas del lote para una nueva clasificación y en el mayor de los casos su eliminación generando pérdidas económicas y desperdicios. De igual manera para cubrir la demanda se recurre a la subcontratación de maquilas, pero en algunos casos el control de calidad de los productos es deficiente provocando demoras en el despacho del producto terminado al cliente por lo cual se generan pérdidas económicas de igual manera.

Por la parte del **Abastecimiento** la cantidad de materia prima e insumos para generar una orden de producción no es determinada con claridad, en muchos de los casos suele faltar material y en otros se generan sobrantes que los operarios los dejan de lado, de

igual manera suelen presentarse inconsistencias con la entrega de materiales por parte de los proveedores en relación a las cantidades requeridas.

En relación al **Almacenamiento**, el espacio tiende a convertirse en una zona reducida para la circulación de los operarios, pues la llegada de materia prima e insumos suele ser colocada en los pasillos por falta de espacio en las estanterías, existe mezcla de materia prima cuando se ha realizado la devolución de sobrantes de una orden de producción debido al deficiente control en bodega y en cuestión de almacenamiento de producto terminado suelen existir demoras en su despacho, a veces suscitan despachos en cantidades incorrectas siendo así la fuente de generación de insatisfacciones por parte del cliente.

De igual manera en el aspecto de **Talento Humano** la selección de personal para llevar a cabo los diferentes procesos suele ser inadecuada influyendo directamente en la comunicación interna y relación laboral de los mismos para la ejecución de las órdenes de pedido, la falta de capacitación al personal es evidente en la falta de compromiso del personal generando inconsistencias en la confección de las prendas, mal manejo de materia prima e insumos y por ende retrasos en la producción.

Todos estos aspectos tienden a limitar el cumplimiento de los objetivos de la empresa y es así que a través de la elaboración de un plan de requerimiento de materiales se pretende buscar esa mejora en la planeación de la producción que erradique esas falencias y permita generar un desarrollo en la productividad brindando mayores beneficios tanto como para los colaboradores de la empresa, así como también para la satisfacción del cliente.

## **Diagramas de proceso**

### **Diagrama de ensamble de confección de docena de artículo PT00425.00**

En la figura 18 se adjunta el diagrama de ensamble enfocado en la confección de una docena del artículo PT00425.00, en el presente se detallan la secuencia de actividades netamente de confección, al igual que los insumos y la materia prima que se añade en el proceso.

## Diagrama Causa – Efecto

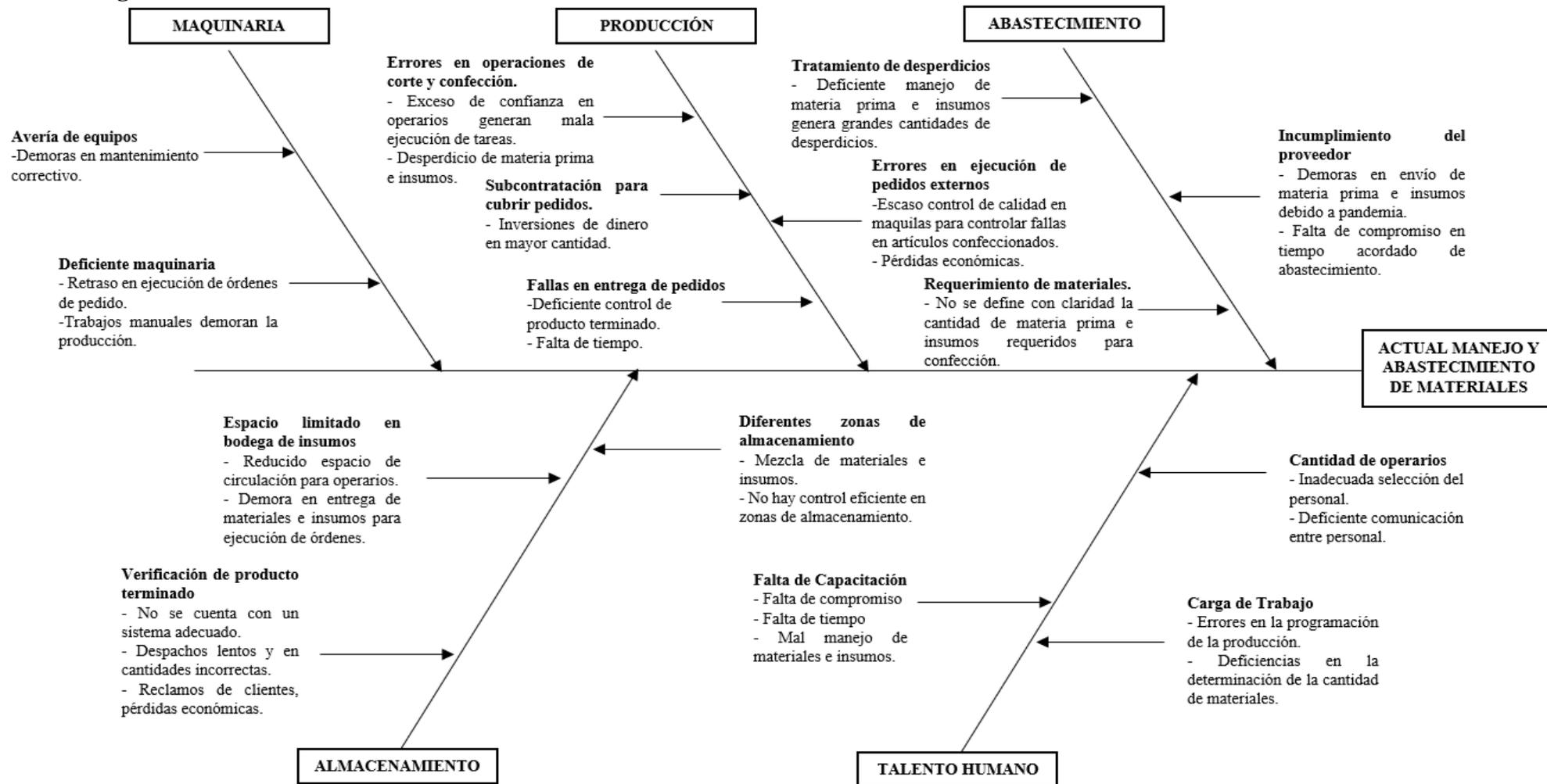
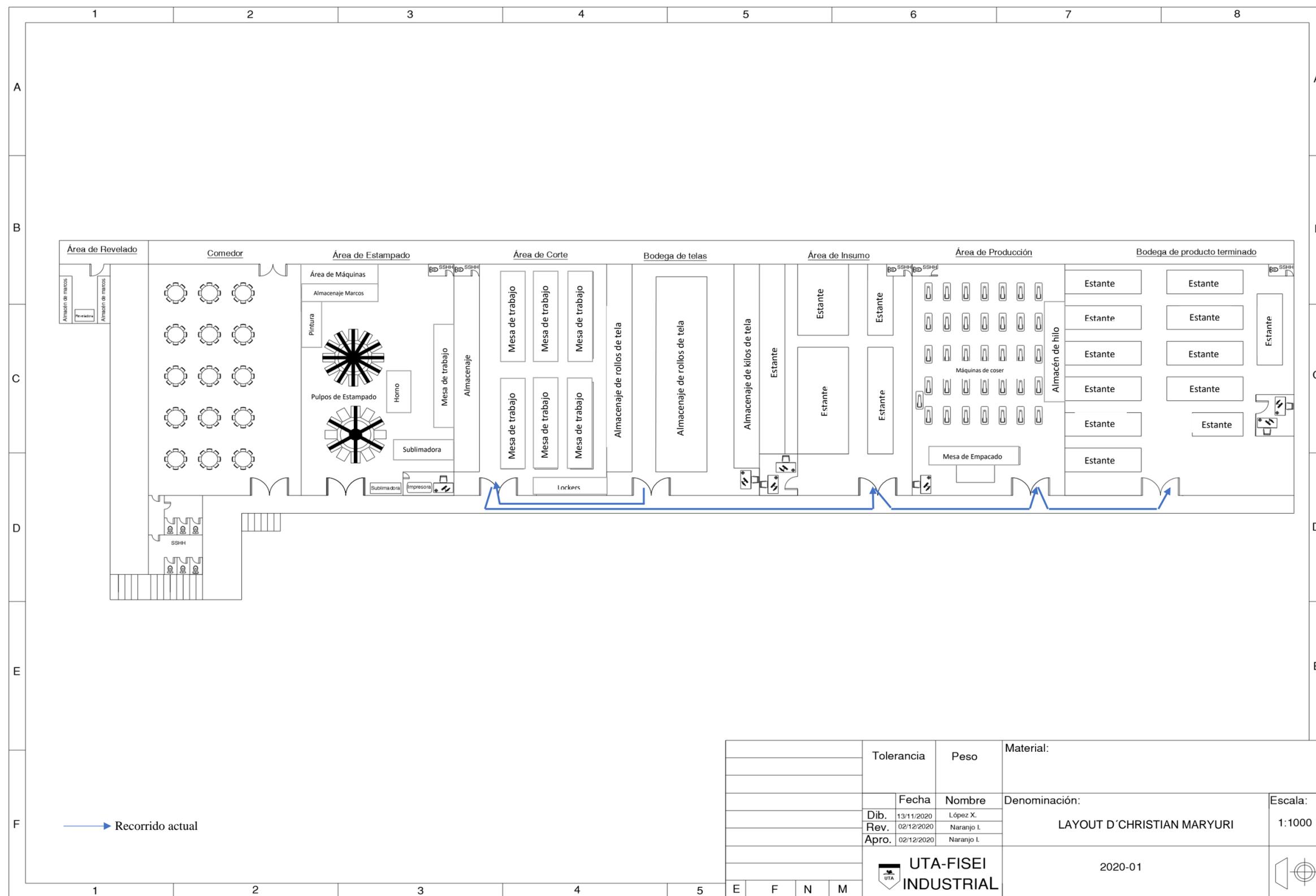


Figura 17. Diagrama Causa – Efecto



Layout de la empresa D'Christian Maryuri



	Tolerancia	Peso	Material:	
	Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
Dib.	13/11/2020	López X.	LAYOUT D'CHRISTIAN MARYURI	1:1000
Rev.	02/12/2020	Naranjo I.		
Apro.	02/12/2020	Naranjo I.		
			2020-01	

Figura 19. Layout de la empresa D'Christian Maryuri

En la figura 20 se detalla la distribución actual de las instalaciones de la empresa, se denotan claramente las diferentes áreas de trabajo por las que los operarios y administrativos se desplazan desde el momento que se genera la orden de pedido hasta la entrega de producto terminado al cliente. Para mayor facilidad en la cadena de producción, el desplazamiento se lo realiza de un departamento a otro de acuerdo a la distribución de la empresa, es decir cada área es consecuente de la anterior y el desplazamiento de los trabajadores para la confección de la ropa interior es reducido, generando ahorro en tiempo de producción.

La empresa cuenta de igual manera con un área superior que consta de una bodega en donde se guardan las máquinas obsoletas o que requieren mantenimiento, dando preferencia a las nuevas adquisiciones tecnológicas que la empresa ha tomado como opción para agilizar el proceso de producción.

A continuación, se describen los diferentes procesos que se llevan a cabo en las áreas de trabajo para la confección de la ropa interior.

### **Clasificación ABC del inventario**

Generar un inventario ABC de materiales, generación de pedidos y recepción de insumos o materia prima, requiere de tiempo del personal y de igual manera genera costos que la empresa debe abarcar, es por esa razón que se debe controlar el inventario haciendo uso de los recursos con los que cuenta la misma y de una manera eficiente.

A través de este sistema de inventario se puede determinar las partes o productos que generen una cantidad de dólares representativo en alto o bajo volumen para la empresa, es así que se consideran tres grupos: volumen alto de dólares (artículos tipo A), volumen considerable o moderado de dólares (artículos tipo B) y volumen bajo de dólares (artículos tipo C). El factor monetario representa un alto grado de importancia en la actividad económica de la empresa como tal ya que de aquí se derivan los artículos que pueden ser de bajo costo, pero de alto volumen de demanda como artículos que pueden ser de alto costo, pero de demanda escasa.

La empresa desde sus inicios ha manejado un catálogo de alrededor de 242 artículos derivados de sus diferentes diseños, materiales, talla y género, partiendo de esto ha ido

rotando la producción de los mismos en relación a la aceptación del producto por parte del consumidor, por ende, para el presente análisis ABC se ha considerado factible tomar en cuenta únicamente a aquellos productos cuyas ventas han sobrepasado a las 200 docenas en los años 2019 y 2020.

### **Artículos tipo “A”**

Corresponden a los artículos más consumidos y que generan mayores ingresos a la empresa, de igual manera consisten en el 80% de los productos donde se genera la mayor inversión, es importante mantener un estricto control de inventario evitando que se acumulen y dándole a los mismos mayor importancia de fabricación.

### **Artículos tipo B”**

Son aquellos artículos que en ingresos representan la consecución de los artículos A, consisten en el 15% de los productos que generan una inversión media de la empresa, es importante centrar la atención en la rotación o categorización de estos artículos.

### **Artículos tipo “C”**

Estos artículos representan apenas el 5% de inversión a la empresa y donde se generan ingresos mínimos, su importancia es mínima debido a la demanda deficiente de los mismos.

### **Análisis ABC del inventario por categorías**

Tabla 3. Clasificación de inventario ABC por categorías

<b>Categoría</b>	<b>Consumo Anual (Docenas/Año)</b>	<b>Valor del Consumo (\$/Año)</b>	<b>Valor de Consumo Acumulado</b>	<b>%Valor del consumo acumulado</b>	<b>%Zona</b>
CALZÓN	137573	\$ 2.339.310,73	\$ 2.339.310,73	50,18%	A
CAMISETA	23729	\$ 908.577,60	\$ 3.247.888,33	69,66%	A
BÓXER	31850	\$ 699.712,50	\$ 3.947.600,83	84,67%	B
TANGA	23413	\$ 351.802,43	\$ 4.299.403,26	92,22%	B
CACHETERO	10627	\$ 202.121,47	\$ 4.501.524,73	96,55%	C
PANTY	8428	\$ 160.719,84	\$ 4.662.244,57	100,00%	C
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 235.620,00</b>	<b>\$ 4.662.244,57</b>			

A partir del análisis de ventas realizado para el año 2019 y 2020 se puede observar en un análisis más profundo aquellas categorías que han representado el mayor consumo anual de los consumidores, se obtiene a las categorías de Calzón y Camiseta como aquellas categorías que han representado el mayor consumo e ingreso anual para la empresa en los dos últimos años, arrojando como resultado que solamente la categoría Calzón abarca el 50,18% del total de las ventas e ingresos anuales a la empresa, convirtiéndose así en el actual objeto de estudio.

### **Análisis ABC del inventario por artículos**

Para el desarrollo de la categorización del inventario ABC por artículos, se analizan únicamente las dos categorías obtenidas en el análisis anterior, teniendo como resultado la tabla 4.

Del análisis realizado se obtiene al artículo PT00425.00 como producto estrella de la empresa, en base a este y a los demás artículos obtenidos en la zona A se procede a realizar los estudios correspondientes para la determinación de tiempos estándar, lista de materiales, pedidos semanales, mensuales y el requerimiento de materiales necesario para cubrir la demanda de estos artículos cuya producción es constante.

### **Diagrama de operaciones de los procesos actuales de la empresa**

En la tabla 4 se representa gráficamente los procesos pertenecientes a la línea de producción de una docena del producto estrella determinado por la clasificación ABC del inventario, en este se detallan operaciones, inspecciones, tiempos requeridos para realizar cada actividad en la confección de la prenda, desde el momento de realizar la orden de pedido hasta el despacho del producto terminado al cliente.

Tabla 4. Clasificación inventario ABC por artículos

CÓDIGO	Descripción Artículo	CATEGORÍA	Precio Unitario (\$/Docena)	Consumo Anual (Docenas/Año)	Valor del Consumo (\$/Año)	Valor de Consumo Acumulado	%Valor del consumo acumulado	ZONA	%Zona
PT00425.00	Calzón mujer clásico llano	CALZÓN	\$ 18,93	14440	\$ 273.349,20	\$ 273.349,20	11,7%	A	79,0%
PT00405.00	Calzón mujer semiclásico llano	CALZÓN	\$ 17,53	11664	\$ 204.469,92	\$ 477.819,12	20,4%	A	
PT00455.00	Calzón elástico maryuri en cintura	CALZÓN	\$ 18,00	10626	\$ 191.268,00	\$ 669.087,12	28,6%	A	
PT00442.00	Calzón senoreto tela power	CALZÓN	\$ 27,44	6231	\$ 170.978,64	\$ 840.065,76	35,9%	A	
PT00455.02	Calzón elástico maryuri en cintura estampado todo	CALZÓN	\$ 18,93	7051	\$ 133.475,43	\$ 973.541,19	41,6%	A	
PT00425.01	Calzón clásico estampado	CALZÓN	\$ 20,37	6397	\$ 130.306,89	\$ 1.103.848,08	47,2%	A	
PT00430.00	Calzón mujer semiclásico estampado todo	CALZÓN	\$ 18,65	6376	\$ 118.912,40	\$ 1.222.760,48	52,3%	A	
PT00411.00	Calzón clásico randa reforzado	CALZÓN	\$ 24,53	4092	\$ 100.376,76	\$ 1.323.137,24	56,6%	A	
PT00275.00	Calzón estampado frente sesgo combinado	CALZÓN	\$ 12,50	7755	\$ 96.937,50	\$ 1.420.074,74	60,7%	A	
PT00270.00	Calzón estampado frente elástico ancho	CALZÓN	\$ 13,50	6726	\$ 90.801,00	\$ 1.510.875,74	64,6%	A	
PT00212.00	Calzón niña clásico Transfer	CALZÓN	\$ 13,89	5296	\$ 73.561,44	\$ 1.584.437,18	67,7%	A	
PT00428.00	Calzón estampado elástico maryuri	CALZÓN	\$ 20,72	3505	\$ 72.623,60	\$ 1.657.060,78	70,8%	A	
PT00230.00	Calzón clásico niña estampado todo	CALZÓN	\$ 13,00	5297	\$ 68.861,00	\$ 1.725.921,78	73,8%	A	
PT00295.00	Calzón clásico tela estampado elástico maryuri	CALZÓN	\$ 13,50	4757	\$ 64.219,50	\$ 1.790.141,28	76,5%	A	
PT00490.00	Calzón clásico faja sesgo	CALZÓN	\$ 25,92	2191	\$ 56.790,72	\$ 1.846.932,00	79,0%	A	
PT0211.C0	Calzón en randa delantero	CALZÓN	\$ 15,20	3170	\$ 48.184,00	\$ 1.895.116,00	81,0%	B	
PT00205.00	Calzón estampado de niña	CALZÓN	\$ 13,55	3545	\$ 48.034,75	\$ 1.943.150,75	83,1%	B	
PT00235.00	Calzón clásico niña tela estampado /todo prot	CALZÓN	\$ 13,00	2477	\$ 32.201,00	\$ 1.975.351,75	84,4%	B	
PT02010.00	Calzón estampado delantero sesgo	CALZÓN	\$ 8,00	3722	\$ 29.776,00	\$ 2.005.127,75	85,7%	B	
PT00418.00	Calzón clásico estampado delantero	CALZÓN	\$ 18,93	1542	\$ 29.190,06	\$ 2.034.317,81	87,0%	B	
PT00425.05	Calzón faja	CALZÓN	\$ 21,96	1217	\$ 26.725,32	\$ 2.061.043,13	88,1%	B	
PT01040.00	Calzón semiclásico llano	CALZÓN	\$ 11,50	2214	\$ 25.461,00	\$ 2.086.504,13	89,2%	B	
PT00205.05	Calzón clásico estampado todo	CALZÓN	\$ 13,90	1760	\$ 24.464,00	\$ 2.110.968,13	90,2%	B	
PT00495.00	Calzón clásico lycra recubierto	CALZÓN	\$ 20,14	1161	\$ 23.382,54	\$ 2.134.350,67	91,2%	B	
PT00225.00	Calzón clásico de niña llano	CALZÓN	\$ 13,00	1767	\$ 22.971,00	\$ 2.157.321,67	92,2%	B	
PT00441.00	Calzón control abdomen	CALZÓN	\$ 21,43	1045	\$ 22.394,35	\$ 2.179.716,02	93,2%	B	
PT00443.00	Calzón con randa y malla	CALZÓN	\$ 27,52	738	\$ 20.309,76	\$ 2.200.025,78	94,0%	B	
PT00260.00	Calzón elástico visto	CALZÓN	\$ 13,90	1287	\$ 17.889,30	\$ 2.217.915,08	94,8%	B	
PT00295.05	Calzón niña llano elástico maryuri	CALZÓN	\$ 13,00	1361	\$ 17.693,00	\$ 2.235.608,08	95,6%	C	
PT01425.1.00	Calzón estampado	CALZÓN	\$ 12,50	1393	\$ 17.412,50	\$ 2.253.020,58	96,3%	C	
PT01425.00	Calzón clásico llano	CALZÓN	\$ 11,60	1356	\$ 15.729,60	\$ 2.268.750,18	97,0%	C	
PT00243.00	Calzón estampado sesgo sublimado	CALZÓN	\$ 13,00	1201	\$ 15.613,00	\$ 2.284.363,18	97,7%	C	
PT00223.00	Calzón clásico estampado espalda dibujo frente	CALZÓN	\$ 14,00	1093	\$ 15.302,00	\$ 2.299.665,18	98,3%	C	
PT00219.00	Calzón clásico elástico visto combinado	CALZÓN	\$ 13,00	1125	\$ 14.625,00	\$ 2.314.290,18	98,9%	C	
PT01015.00	Calzón semiclásico estampado	CALZÓN	\$ 10,40	712	\$ 7.404,80	\$ 2.321.694,98	99,2%	C	
PT01455.2.00	Calzón estampado combinado	CALZÓN	\$ 14,50	433	\$ 6.278,50	\$ 2.327.973,48	99,5%	C	
PT00201.00	Calzón llano delantero	CALZÓN	\$ 14,25	407	\$ 5.799,75	\$ 2.333.773,23	99,8%	C	
PT00285.00	Calzón tela estampada elástico ancho	CALZÓN	\$ 12,50	443	\$ 5.537,50	\$ 2.339.310,73	100,0%	C	
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 137.573,00</b>	<b>\$ 2.339.310,73</b>				<b>100,00%</b>

Tabla 5. Cursograma analítico docena artículo PT00425.00

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN</b>									
CURSOGRAMA ANALÍTICO					OPERARIO/MATERIA/EQUIPO						
EMPRESA:	D'Christian Maryuri		MÉTODO	ACTUAL/PROPUESTO		HOJA #:	1 de 1				
PRODUCTO ANALIZADO:	Docena artículo 425.00		REALIZADO POR:	Alexis Xavier López Rivas							
DEPARTAMENTO:	Producción		APROBADO POR:	Ing. Israel Naranjo		DIAGRAMA:	1				
LUGAR:	Ambato - Ecuador		OPERARIOS A CARGO:	10		FECHA:	10/11/2020				
N°	Identificación de Actividades		Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min) Docena	SÍMBOLO					Observaciones
	Descripción										
1	Vendedor se dirige a cliente		1	—	—	●	→	□	□	▽	
2	Generar pedido		1	—	3	●	→	□	□	▽	
3	Llevar telas a corte		20 kilos por color	21	3	○	→	□	□	▽	Se trasladan 20 kilos de tela por cada color para realizar el corte de las telas por tendido.
4	Tender la tela		180	—	0,75	●	→	□	□	▽	Se tienden 180 telas de diferentes colores por cada tendido, de las cuales se obtienen 1000 docenas.
5	Reposar la tela		180	—	0,5	●	→	□	□	▽	
6	Colocar molde		1	—	0,16	●	→	□	□	▽	El molde del artículo se encuentra almacenado en los estantes ubicados junto a las mesas de corte.
7	Marcar molde		1	—	0,5	●	→	□	□	▽	El marcado del molde se realiza de manera manual
8	Cortar tela		—	—	1	●	→	□	□	▽	Cortes de tela se realiza en la máquina cortadora
9	Almacenar cortes por talla		12	3	0,083	○	→	□	□	▽	Los cortes por talla se almacenan en estante dentro de la misma área de corte.
10	Inspeccionar cortes por talla		12	—	0,16	○	→	■	□	▽	Operario realiza inspección de corte por talla para su posterior envío a producción.
11	Empacar cortes por talla		12	—	0,1	●	→	□	□	▽	
12	Elaborar orden de corte		1	—	3	●	→	□	□	▽	Jefe del departamento de corte, genera orden de confección para el departamento de producción.
13	Llevar cortes a producción		12	72	3	○	→	□	□	▽	
14	Elaborar orden de trabajo en bodega de insumos		1	—	3	●	→	□	□	▽	Jefe del departamento de insumos emite orden para la emisión de insumos en cantidades y colores solicitados.
15	Llevar insumos a departamento de producción		—	40	3	○	→	□	□	▽	
16	Fundillar tela		12	—	2	●	→	□	□	▽	Fundillado de tela se realiza en máquina Overlock.
17	Igualar tela		12	—	0,16	●	→	□	□	▽	Mismo operario a cargo de la máquina luego de fundillar se encarga de igualar tela en caso de haber deformidades.
18	Poner sesgo en pierna		12	—	1,4	●	→	□	□	▽	El sesgo se lo cose a la tela en máquina recubridora.
19	Cortar pierna		12	—	0,3	●	→	□	□	▽	Cortado manual a tijera de la parte de la pierna para separar los lados de la tela
20	Cerrar un lado		12	—	0,44	●	→	□	□	▽	Cierre de lado realizado en máquina Overlock, incluyendo la costura de la talla.
21	Poner sesgo en cintura		12	—	0,76	●	→	□	□	▽	El sesgo se lo cose a la tela en máquina recubridora.
22	Cortar cintura		12	—	0,3	●	→	□	□	▽	Cortado manual a tijera de la parte de la cintura para separar los lados de la tela
23	Cerrar segundo lado		12	—	0,4	●	→	□	□	▽	Cierre de lado realizado en máquina Overlock.
24	Atracar costuras		12	5	0,7	●	→	□	□	▽	Las costuras son aseguradas por la máquina atracadora, como sistema de reforzado.
25	Pulir costuras		12	10	0,7	●	→	□	□	▽	Pulido de las costuras de forma manual en pulidora.
26	Virar prenda		12	3	0,6	●	→	□	□	▽	Virado de las prendas de forma manual.
27	Inspeccionar la prenda		12	3	0,6	○	→	■	□	▽	
28	Poner etiqueta y plastiflacha		12	5	0,3	●	→	□	□	▽	Se ubica plastiflacha y etiqueta con máquina pequeña manual por prenda.
29	Doblar prenda		12	5	0,5	●	→	□	□	▽	Doblado de las prendas de forma manual en mesa de trabajo.
30	Empacar prendas		12	—	0,067	●	→	□	□	▽	El empaque de las prendas se realiza de 3 unidades por caja.
31	Contar docenas		1	—	1	●	→	□	□	▽	Se hace el conteo del estimado de las docenas de acuerdo al tendido de la tela.
32	Trasladar empaques a bodega de Producto Terminado		—	40	5	○	→	□	□	▽	
33	Almacenar Producto terminado		1	—	4	○	→	□	□	▽	Se registra primero el producto para pasar a ser almacenado en percha
34	Despachar producto terminado		1	—	5	●	→	□	□	▽	
RESUMEN											
ACTIVIDAD		ACTUAL	TIEMPO (min) Docena:			45,48	TIEMPO (min) Confección:			9,227	
OPERACIÓN	●	26	DISTANCIA (m):			207					
TRANSPORTE	→	4	OSERVACIONES GENERALES								
INSPECCIÓN	■	2									
DEMORA	●	0									
ALMACENAJE	▽	2									
<b>TOTAL</b>		<b>34</b>									

## Estudio de Tiempos

### Número de observaciones

Para poder determinar el tiempo normal o representativo de duración de la confección de una docena del producto estrella, en este caso el artículo 425, se procede a realizar el número de observaciones correspondiente a las características y actividades que se encuentran inmersas en el proceso de confección, tomando en cuenta que para el presente análisis se requiere únicamente cronometrar las actividades realizadas en el departamento de producción, para lo cual la OIT sugiere llevar a cabo entre 15 y 20 observaciones para ciclos cuya actividad es mayor de 10000 por año o cuyo tiempo de ciclo es alrededor de 0,120 horas, siendo este el caso de estudio.

Según el criterio de General Electric (ANEXO 5) al ser el tiempo normal de ciclo de 9,227 minutos, correspondiente a 0,154 horas, el número de ciclos mínimo a estudiar es de 10, obteniendo los siguientes datos por cronómetro:

Tabla 6. Actividades de confección cronometradas artículo PT00425.00

Tiempos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Fundillado	9,75	11,25	10,50	10,25	9,90	10,00	10,75	9,85	8,75	9
Igualado	0,85	0,80	0,75	0,80	0,77	0,89	0,80	0,84	0,78	0,72
Sesgo en pierna	7	7,42	6,53	6,95	7,05	7,5	6,90	6,80	7	6,85
Cortar pierna	1,45	1,55	1,60	1,50	1,56	1,48	1,52	1,44	1,40	1,50
Cerrar primer lado	2,20	2,16	2,25	2,18	2,21	2,15	2,17	2,23	2,26	2,19
Sesgo en cintura	3,77	3,75	3,82	3,81	3,80	3,74	3,85	3,83	3,73	3,9
Cortar cintura	1,55	1,60	1,45	1,50	1,48	1,52	1,56	1,40	1,50	1,44
Cerrar segundo lado	1,98	1,95	2,05	2,12	1,89	1,87	2,00	1,99	2,15	2,00
Atracado	3,45	3,55	3,60	3,50	3,56	3,48	3,52	3,44	3,40	3,50
Pulido	3,60	3,45	3,50	3,56	3,55	3,44	3,50	3,52	3,40	3,48
Virado	3,05	3,12	2,95	2,89	2,98	2,87	3,15	3,00	2,99	3,00
Inspeccionar Prenda	2,95	3,05	2,98	3,00	2,99	3,12	2,89	3,00	3,15	2,87
Poner Plastiflechas	1,45	1,50	1,55	1,60	1,48	1,56	1,52	1,40	1,44	1,50
Doblado	2,52	2,48	2,56	2,60	2,45	2,50	2,55	2,44	2,50	2,40
Empacado	3,95	3,89	4,12	4,05	3,98	4,15	4,00	3,99	3,87	4,00

## Cálculo del tiempo normal

### Fundillado

$$TN = \frac{\sum \text{Observaciones Parciales}}{\# \text{ observaciones}}$$

$$TN_1 = \frac{9,75 + 11,25 + 10,50 + 10,25 + 9,90 + 10,00 + 10,75 + 9,85 + 8,75 + 9}{10}$$

$$TN_1 = 10 \text{ segundos /unidad}$$

Como para el presente análisis lo que se busca es el tiempo normal por docena, se procede a realizar los cálculos correspondientes:

$$TN_1 = 10 \frac{\text{segundos}}{\text{unidad}} * 12 \text{ unidades/docena}$$

$$TN_1 = 120 \text{ segundos/docena}$$

De igual manera el tiempo normal TN se requiere calcularlo en minutos en relación a las demás actividades detalladas al cursograma analítico, para lo cual se realiza la siguiente operación:

$$TN_1 = \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ segundos}} * 120 \text{ segundos}$$

$$TN_1 = 2 \text{ min}$$

Se procede a realizar el mismo procedimiento para todas y cada una de las actividades clave del proceso de confección de ropa interior como paso previo a la elaboración del cursograma analítico con los tiempos determinados, destacando el producto estrella como principal objeto de estudio.

Tabla 7. Tiempo normal artículo PT00425.00

TIEMPO NORMAL															
PROCESO		Confección													
PRODUCTO		PT00425.00													
Elaborado por:		Xavier López													
Revisado por:		Ing. Israel Naranjo													
N°	Descripción	CICLO (s)										RESUMEN			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL	TN	TN docena (s)	TN docena (min)
1	Fundillado	9,75	11,25	10,50	10,25	9,90	10,00	10,75	9,85	8,75	9,00	100,00	10,00	120	2,00
2	Igualado	0,85	0,80	0,75	0,80	0,77	0,89	0,80	0,84	0,78	0,72	8,00	0,80	9,6	0,16
3	Sesgo en pierna	7,00	7,42	6,53	6,95	7,05	7,50	6,90	6,80	7,00	6,85	70,00	7,00	84	1,40
4	Cortar pierna	1,45	1,55	1,60	1,50	1,56	1,48	1,52	1,44	1,40	1,50	15,00	1,50	18	0,30
5	Cerrar primer lado	2,20	2,16	2,25	2,18	2,21	2,15	2,17	2,23	2,26	2,19	22,00	2,20	26,4	0,44
6	Sesgo en cintura	3,77	3,75	3,82	3,81	3,80	3,74	3,85	3,83	3,73	3,90	38,00	3,80	45,6	0,76
7	Cortar cintura	1,55	1,60	1,45	1,50	1,48	1,52	1,56	1,40	1,50	1,44	15,00	1,50	18	0,30
8	Cerrar segundo lado	1,98	1,95	2,05	2,12	1,89	1,87	2,00	1,99	2,15	2,00	17,88	1,99	23,84	0,40
9	Atracado	3,45	3,55	3,60	3,50	3,56	3,48	3,52	3,44	3,40	3,50	35,00	3,50	42	0,70
10	Pulido	3,60	3,45	3,50	3,56	3,55	3,44	3,50	3,52	3,40	3,48	35,00	3,50	42	0,70
11	Virado	3,05	3,12	2,95	2,89	2,98	2,87	3,15	3,00	2,99	3,00	30,00	3,00	36	0,60
12	Inspeccionar Prenda	2,95	3,05	2,98	3,00	2,99	3,12	2,89	3,00	3,15	2,87	30,00	3,00	36	0,60
13	Poner Plastiflechas	1,45	1,50	1,55	1,60	1,48	1,56	1,52	1,40	1,44	1,50	15,00	1,50	18	0,30
14	Doblado	2,52	2,48	2,56	2,60	2,45	2,50	2,55	2,44	2,50	2,40	25,00	2,50	30	0,50
15	Empacado	3,95	3,89	4,12	4,05	3,98	4,15	4,00	3,99	3,87	4,00	40,00	4,00	4,00	0,07
Nota: Prom= Promedio; TN= Tiempo Normal												TOTAL	553,44	9,23	

### Cálculo de suplementos y tiempo estándar

En la tabla 8 se muestra el cálculo de los suplementos y su respectivo tiempo estándar, recalando que dichos suplementos tienen enfoque en los valores asignados para mujer debido a que en el proceso de confección solo intervienen mujeres.

Tabla 8. Cálculo de suplementos y tiempo estándar artículo PT00425.00

TIEMPO ESTÁNDAR			
PROCESO		Confección	
PRODUCTO		PT00425.00	
Elaborado por:		Xavier López	
Revisado por:		Ing. Israel Naranjo	
			<b>VALOR</b>
<b>SUPLEMENTOS CONSTANTES</b>	A	Suplementos por necesidades personales	7
	B	Suplementos base por fatiga	4
<b>SUPLEMENTOS VARIABLES</b>	A	Suplementos por uso de la fuerza o energía muscular	1
	B	Suplementos por concentración intensa	2
	C	Suplementos por monotonía	4
$TS = TN * (1 + S)$ $S = 18\% = 0,18$		<b>TOTAL</b>	<b>18</b>
		TN(s)	553,44
		TN (min)	9,23
		<b>TS (s)</b>	<b>653,06</b>
		<b>TS (min)</b>	<b>10,89</b>
Nota: TN= Tiempo Normal; TS=Tiempo Estándar			

El mismo análisis se procede a realizar para los 15 artículos obtenidos en tabla 4 correspondientes a la zona A, para estos productos se procedió a calcular de igual manera el tiempo estándar, tomando en cuenta el mismo valor de suplementos para estos artículos ya que tienen el mismo proceso de confección, como paso previo para el desarrollo de la planeación agregada a mediano plazo, revisar (ANEXO 4).

Tabla 9. Tiempo estándar artículos zona A

<b>Tiempo estándar de artículos tipo A</b>				
<b>N°</b>	<b>Artículo</b>	<b>TN (min)</b>	<b>TS (min)</b>	<b>Detalles</b>
1	PT00425.00	9,23	10,89	Producto estrella
2	PT00405.00	9,23	10,89	Tela llana
3	PT00455.00	9,23	10,89	Elástico
4	PT00442.00	25,00	29,50	Tela extra, otro folder, sesgo y malla
5	PT00455.02	15,00	17,70	Elástico, más rápido
6	PT00425.01	15,00	17,70	Cambio en diseño
7	PT00430.00	9,23	10,89	Sesgo a torno de tela, estampado
8	PT00411.00	25,00	29,50	Tela randa, otro folder, sesgo y malla
9	PT00275.00	9,23	10,89	De niños
10	PT00270.00	20,00	23,60	Con elástico y sesgo combinado
11	PT00212.00	9,23	10,89	Sesgo a torno de tela
12	PT00428.00	20,00	23,60	Sesgo combinado en pierna
13	PT00230.00	9,23	10,89	Sesgo a torno de tela
14	PT00295.00	9,23	10,89	Elástico en cintura y sesgo en pierna
15	PT00490.00	25,00	29,50	Tela reforzada en delantero

Como se puede observar en la tabla 9 se describen los tiempos normal y estándar de los 15 artículos, la variación en el tiempo obtenido se deriva de los detalles con los que cuenta cada modelo, ya sea por tamaño, insumos o materia prima que los diferencia uno de otro.

### **Cálculo de la capacidad de producción**

La capacidad de producción diaria de los 15 artículos se adjunta en la tabla 13, en donde se considera 480 minutos con respecto a las 8 horas diarias de trabajo con las que se rige la empresa, para el cálculo correspondiente se aplica la siguiente ecuación:

$$Cp = \frac{1}{Ts} \quad (1)$$

A la jornada de trabajo se toma en cuenta el restarle el tiempo de preparación de las máquinas, siendo un tiempo de 5 minutos, se realiza el análisis por artículo tomando como punto de referencia el artículo estrella:

$$Cp = \frac{1}{Ts}$$

$$Cp = \frac{1}{10,89 \text{ min/docena}}$$

$$Cp = \frac{475 \text{ min/día}}{10,89 \text{ min/docena}}$$

$$Cp = 43,63 \frac{\text{docenas}}{\text{día}} \approx 44 \text{ docenas}$$

$$Cp = 44 \text{ docenas /día}$$

Se repite el procedimiento para los 15 artículos, con esto se podrá determinar el número de docenas diarias a realizarse, teniendo como resultado la tabla 10:

Tabla 10 Capacidad de producción diaria artículos zona A

<b>CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DIARIA</b>			
<b>N°</b>	<b>Artículo</b>	<b>Tiempo Estándar (min/docenas)</b>	<b>Capacidad de Producción (docenas/día)</b>
1	PT00425.00	10,89	44
2	PT00405.00	10,89	44
3	PT00455.00	10,89	44
4	PT00442.00	29,50	16
5	PT00455.02	17,70	27
6	PT00425.01	17,70	27
7	PT00430.00	10,89	44
8	PT00411.00	29,50	16
9	PT00275.00	10,89	44
10	PT00270.00	23,60	20
11	PT00212.00	10,89	44
12	PT00428.00	23,60	20
13	PT00230.00	10,89	44
14	PT00295.00	10,89	44
15	PT00490.00	29,50	16

## **Pronóstico de ventas**

### **Histórico de ventas**

Para poder tener una proyección clara y consistente de datos futuros, es necesario conocer el comportamiento de las ventas que se han registrado en periodos anteriores, esto permitirá reconocer la variedad de la demanda.

En la tabla 11 se puede observar las ventas en docenas de los años 2019 y 2020 de los 15 artículos mencionados entre sus diversos clientes, el pronóstico se generará para los 6 primeros meses del 2021.

Tabla 11. Histórico de ventas años 2019 y 2020

MES/CÓDIGO	PT-00425.00	PT-00405.00	PT-00455.00	PT-00442.00	PT-00455.02	PT-00425.01	PT-00430.00	PT-00411.00	PT-00275.00	PT-00270.00	PT-00212.00	PT-00428.00	PT-00230.00	PT-00295.00	PT-00490.00
ene-19	3378	1564	863	592	1006	1008	735	1479	295	773	179	249	222	651	243
feb-19	1477	2341	1163	881	607	588	1057	880	2346	1081	1030	350	1438	688	426
mar-19	941	2682	2100	676	769	934	1362	1029	1589	1598	1224	395	1418	1078	472
abr-19	3012	2597	755	881	1296	901	884	555	31	3019	59	43	1839	1766	701
may-19	3218	2373	2198	960	800	1978	1940	19	2252	635	1684	711	1352	882	449
jun-19	1926	1614	1838	627	815	624	743	1479	856	617	462	360	938	334	540
jul-19	1290	1338	1580	916	803	471	847	646	823	940	472	325	973	383	405
ago-19	1866	1321	1476	1129	595	704	881	569	1112	1677	681	444	752	514	528
sep-19	1638	1313	1351	1154	1008	694	622	372	808	988	761	264	896	396	577
oct-19	1398	1532	1494	1100	678	768	752	673	583	792	459	316	392	369	411
nov-19	2861	2774	2537	1138	1180	1153	1373	1184	1439	1429	988	298	1192	877	760
dic-19	1813	1773	2012	1236	1205	829	941	820	1487	986	745	778	779	716	359
ene-20	1431	821	885	709	433	611	628	483	855	576	497	575	597	312	345
feb-20	1548	1085	1194	1065	649	341	478	496	1340	1155	1046	189	845	375	300
mar-20	1735	1284	1079	129	746	758	549	380	874	810	692	436	137	344	299
abr-20	6	8	3	4	3	0	2	10	8	1	0	0	0	0	0
may-20	423	460	368	186	274	188	406	222	197	94	69	13	562	100	139
jun-20	2923	2941	2056	1014	1227	717	1067	827	865	1309	762	820	644	860	303
jul-20	3065	2877	1731	1561	1432	1976	1488	1088	1303	973	875	1084	1306	1191	428
ago-20	2672	1734	2043	1485	2053	1209	1441	975	2013	1630	763	1311	1148	1523	286
sep-20	2983	2282	3120	1387	1153	1394	1653	1295	812	1090	906	976	848	1334	471
oct-20	2214	2951	2536	1879	1447	1674	1798	838	1369	904	1313	1421	1989	1278	503
nov-20	2364	2282	1670	1341	1923	1494	2148	551	1673	1555	696	924	1044	1694	372
dic-20	3301	2280	2153	1088	1027	1839	1952	1715	1893	1788	670	796	1341	1985	607

Con los datos obtenidos se realiza la Figura 20, que representa de forma gráfica el comportamiento de las ventas en los años mencionados.

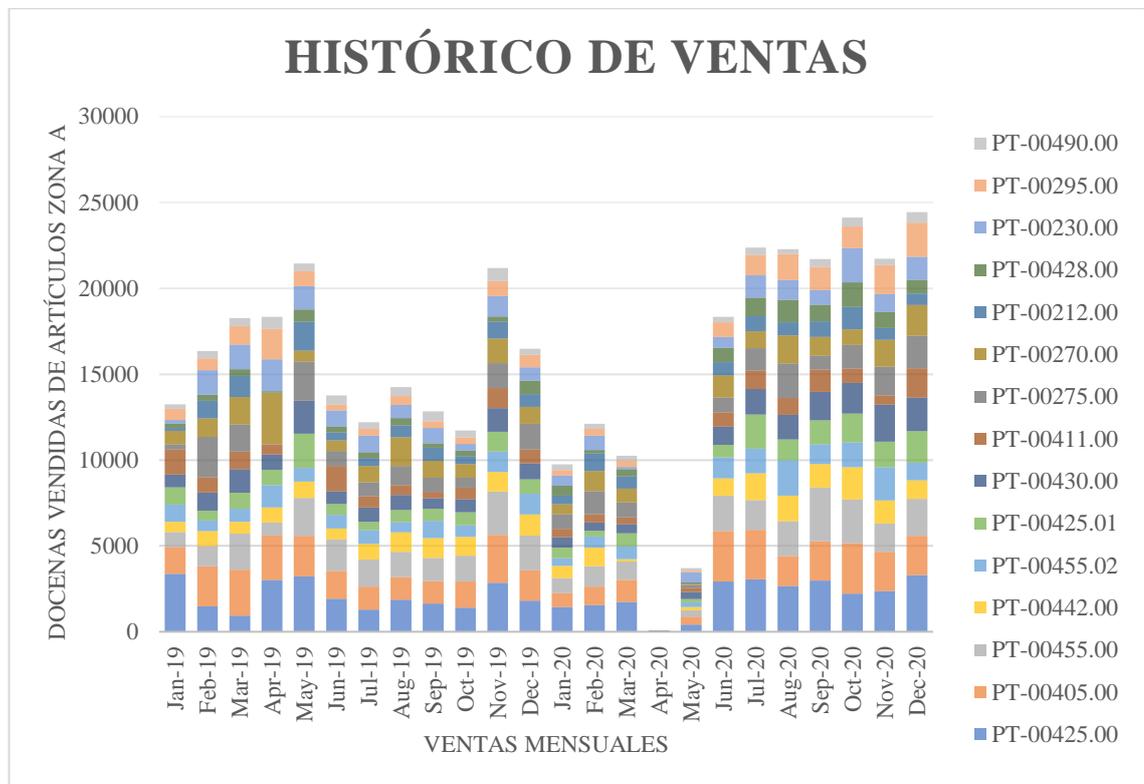


Figura 20. Comportamiento del histórico de ventas

A partir del gráfico obtenido se puede evidenciar que para los meses de abril y mayo del 2020 hubo una caída absoluta de las ventas por consecuencia del efecto de la COVID-19, por tal razón la empresa genera ingresos casi nulos para estos meses, considerándose estos datos obsoletos para tomarse en cuenta en la realización de los pronósticos de ventas, es así que se toma de forma necesaria el criterio de realizar los pronósticos utilizando únicamente los datos correspondientes a los meses de junio – diciembre del 2020, pues evidentemente se aprecia como las ventas logran estabilizarse en relación a la producción mensual de la empresa, con esto se busca obtener valores más cercanos a la realidad y sin tanta variación a la realidad del histórico.

## **Generación de pronósticos con Minitab**

Para la obtención de los pronósticos se optó por recurrir a la aplicación de Minitab en la cual, al ingresar los datos históricos, métodos y constantes de suavizamientos, se generan pronósticos más acertados en relación con la información recopilada de ventas.

Debido a esto se ingresan los registros de ventas de cada artículo en el período junio – diciembre del 2020 como se mencionó con anterioridad, se procede a realizar el análisis correspondiente para la determinación del método apropiado con el que se obtendrán los pronósticos para 6 meses de cada artículo procurando obtener el menor error posible.

- **Método de suavizamiento exponencial doble**

De acuerdo al histórico de ventas analizado en la tabla 11 se observa como el flujo de demanda para la mayoría de los artículos presenta una tendencia ya sea ascendente o descendente, debido a esto se procede a seleccionar el método de suavizamiento exponencial doble, a excepción del artículo PT00455.02 cuyas ventas reflejaron cierta estacionalidad, procediendo a desarrollar los pronósticos para este artículo con el Método de Winters.

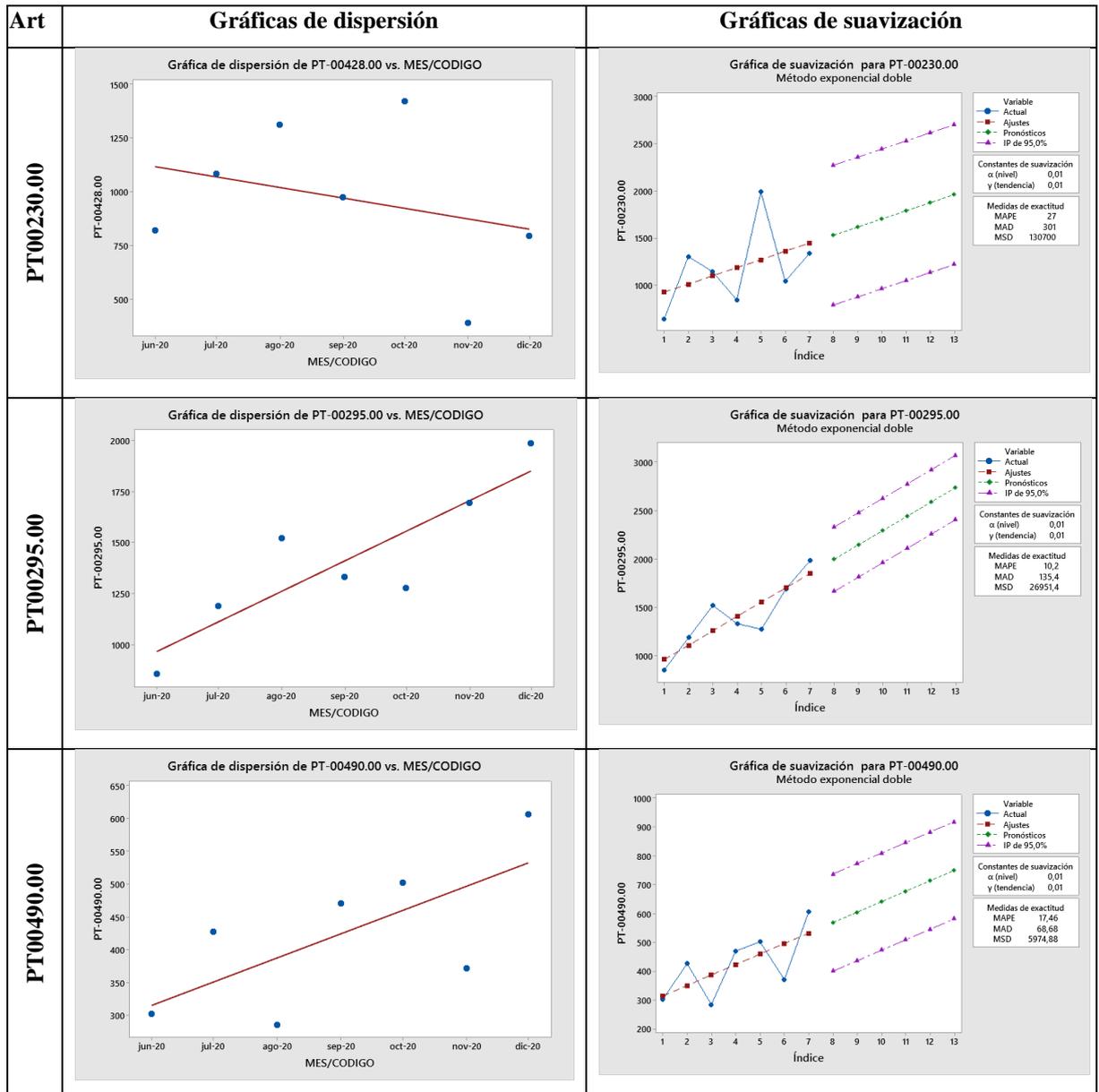
De igual manera las constantes de suavización fueron estimadas por el investigador en relación a generar el pronóstico con el menor error posible, es decir, que el pronóstico obtenido sea más cercano a la realidad de la empresa, de esta forma se obtiene la tabla 12 en la que se representan las gráficas de dispersión y suavización de cada artículo.

Tabla 12. Gráficas de dispersión y suavización de artículos tipo A con Minitab.

Art	Gráficas de dispersión	Gráficas de suavización														
PT00425.00	<p>Gráfica de dispersión de PT-00425.00 vs. MES/CODIGO</p>	<p>Gráfica de suavización para PT-00425.00 Método exponencial doble</p> <table border="1"> <tr> <td>Constantes de suavización</td> <td></td> </tr> <tr> <td><math>\alpha</math> (nivel)</td> <td>0,01</td> </tr> <tr> <td><math>\gamma</math> (tendencia)</td> <td>0,01</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Medidas de exactitud</td> </tr> <tr> <td>MAPE</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>MAD</td> <td>305</td> </tr> <tr> <td>MSD</td> <td>129883</td> </tr> </table>	Constantes de suavización		$\alpha$ (nivel)	0,01	$\gamma$ (tendencia)	0,01	Medidas de exactitud		MAPE	11	MAD	305	MSD	129883
Constantes de suavización																
$\alpha$ (nivel)	0,01															
$\gamma$ (tendencia)	0,01															
Medidas de exactitud																
MAPE	11															
MAD	305															
MSD	129883															
PT00405.00	<p>Gráfica de dispersión de PT-00405.00 vs. MES/CODIGO</p>	<p>Gráfica de suavización para PT-00405.00 Método exponencial doble</p> <table border="1"> <tr> <td>Constantes de suavización</td> <td></td> </tr> <tr> <td><math>\alpha</math> (nivel)</td> <td>0,01</td> </tr> <tr> <td><math>\gamma</math> (tendencia)</td> <td>0,01</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Medidas de exactitud</td> </tr> <tr> <td>MAPE</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>MAD</td> <td>305</td> </tr> <tr> <td>MSD</td> <td>163102</td> </tr> </table>	Constantes de suavización		$\alpha$ (nivel)	0,01	$\gamma$ (tendencia)	0,01	Medidas de exactitud		MAPE	14	MAD	305	MSD	163102
Constantes de suavización																
$\alpha$ (nivel)	0,01															
$\gamma$ (tendencia)	0,01															
Medidas de exactitud																
MAPE	14															
MAD	305															
MSD	163102															
PT00455.00	<p>Gráfica de dispersión de PT-00455.00 vs. MES/CODIGO</p>	<p>Gráfica de suavización para PT-00455.00 Método exponencial doble</p> <table border="1"> <tr> <td>Constantes de suavización</td> <td></td> </tr> <tr> <td><math>\alpha</math> (nivel)</td> <td>0,01</td> </tr> <tr> <td><math>\gamma</math> (tendencia)</td> <td>0,01</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Medidas de exactitud</td> </tr> <tr> <td>MAPE</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>MAD</td> <td>360</td> </tr> <tr> <td>MSD</td> <td>215156</td> </tr> </table>	Constantes de suavización		$\alpha$ (nivel)	0,01	$\gamma$ (tendencia)	0,01	Medidas de exactitud		MAPE	16	MAD	360	MSD	215156
Constantes de suavización																
$\alpha$ (nivel)	0,01															
$\gamma$ (tendencia)	0,01															
Medidas de exactitud																
MAPE	16															
MAD	360															
MSD	215156															
PT00442.00	<p>Gráfica de dispersión de PT-00442.00 vs. MES/CODIGO</p>	<p>Gráfica de suavización para PT-00442.00 Método exponencial doble</p> <table border="1"> <tr> <td>Constantes de suavización</td> <td></td> </tr> <tr> <td><math>\alpha</math> (nivel)</td> <td>0,01</td> </tr> <tr> <td><math>\gamma</math> (tendencia)</td> <td>0,01</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Medidas de exactitud</td> </tr> <tr> <td>MAPE</td> <td>16,5</td> </tr> <tr> <td>MAD</td> <td>218,1</td> </tr> <tr> <td>MSD</td> <td>73769,8</td> </tr> </table>	Constantes de suavización		$\alpha$ (nivel)	0,01	$\gamma$ (tendencia)	0,01	Medidas de exactitud		MAPE	16,5	MAD	218,1	MSD	73769,8
Constantes de suavización																
$\alpha$ (nivel)	0,01															
$\gamma$ (tendencia)	0,01															
Medidas de exactitud																
MAPE	16,5															
MAD	218,1															
MSD	73769,8															

Art	Gráficas de dispersión	Gráficas de suavización																
PT00455.02	<p>Gráfica de dispersión de PT-00455.02 vs. MES/CODIGO</p>	<p>Gráfica del método Winters de PT-00455.02 Método multiplicativo</p> <table border="1"> <tr> <td colspan="2">Constantes de suavización</td> </tr> <tr> <td><math>\alpha</math> (nivel)</td> <td>0,01</td> </tr> <tr> <td><math>\gamma</math> (tendencia)</td> <td>0,01</td> </tr> <tr> <td><math>\delta</math> (estacional)</td> <td>0,01</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Medidas de exactitud</td> </tr> <tr> <td>MAPE</td> <td>8,1</td> </tr> <tr> <td>MAD</td> <td>111,5</td> </tr> <tr> <td>MSD</td> <td>17658,5</td> </tr> </table>	Constantes de suavización		$\alpha$ (nivel)	0,01	$\gamma$ (tendencia)	0,01	$\delta$ (estacional)	0,01	Medidas de exactitud		MAPE	8,1	MAD	111,5	MSD	17658,5
Constantes de suavización																		
$\alpha$ (nivel)	0,01																	
$\gamma$ (tendencia)	0,01																	
$\delta$ (estacional)	0,01																	
Medidas de exactitud																		
MAPE	8,1																	
MAD	111,5																	
MSD	17658,5																	
PT00425.01	<p>Gráfica de dispersión de PT-00425.01 vs. MES/CODIGO</p>	<p>Gráfica de suavización para PT-00425.01 Método exponencial doble</p> <table border="1"> <tr> <td colspan="2">Constantes de suavización</td> </tr> <tr> <td><math>\alpha</math> (nivel)</td> <td>0,01</td> </tr> <tr> <td><math>\gamma</math> (tendencia)</td> <td>0,01</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Medidas de exactitud</td> </tr> <tr> <td>MAPE</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>MAD</td> <td>250</td> </tr> <tr> <td>MSD</td> <td>112805</td> </tr> </table>	Constantes de suavización		$\alpha$ (nivel)	0,01	$\gamma$ (tendencia)	0,01	Medidas de exactitud		MAPE	20	MAD	250	MSD	112805		
Constantes de suavización																		
$\alpha$ (nivel)	0,01																	
$\gamma$ (tendencia)	0,01																	
Medidas de exactitud																		
MAPE	20																	
MAD	250																	
MSD	112805																	
PT00430.00	<p>Gráfica de dispersión de PT-00430.00 vs. MES/CODIGO</p>	<p>Gráfica de suavización para PT-00430.00 Método exponencial doble</p> <table border="1"> <tr> <td colspan="2">Constantes de suavización</td> </tr> <tr> <td><math>\alpha</math> (nivel)</td> <td>0,01</td> </tr> <tr> <td><math>\gamma</math> (tendencia)</td> <td>0,01</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Medidas de exactitud</td> </tr> <tr> <td>MAPE</td> <td>6,1</td> </tr> <tr> <td>MAD</td> <td>97,7</td> </tr> <tr> <td>MSD</td> <td>14533,3</td> </tr> </table>	Constantes de suavización		$\alpha$ (nivel)	0,01	$\gamma$ (tendencia)	0,01	Medidas de exactitud		MAPE	6,1	MAD	97,7	MSD	14533,3		
Constantes de suavización																		
$\alpha$ (nivel)	0,01																	
$\gamma$ (tendencia)	0,01																	
Medidas de exactitud																		
MAPE	6,1																	
MAD	97,7																	
MSD	14533,3																	
PT00411.00	<p>Gráfica de dispersión de PT-00411.00 vs. MES/CODIGO</p>	<p>Gráfica de suavización para PT-00411.00 Método exponencial doble</p> <table border="1"> <tr> <td colspan="2">Constantes de suavización</td> </tr> <tr> <td><math>\alpha</math> (nivel)</td> <td>0,01</td> </tr> <tr> <td><math>\gamma</math> (tendencia)</td> <td>0,01</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Medidas de exactitud</td> </tr> <tr> <td>MAPE</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>MAD</td> <td>265</td> </tr> <tr> <td>MSD</td> <td>112136</td> </tr> </table>	Constantes de suavización		$\alpha$ (nivel)	0,01	$\gamma$ (tendencia)	0,01	Medidas de exactitud		MAPE	30	MAD	265	MSD	112136		
Constantes de suavización																		
$\alpha$ (nivel)	0,01																	
$\gamma$ (tendencia)	0,01																	
Medidas de exactitud																		
MAPE	30																	
MAD	265																	
MSD	112136																	

Art	Gráficas de dispersión	Gráficas de suavización														
PT00275.00	<p>Gráfica de dispersión de PT-00275.00 vs. MES/CODIGO</p>	<p>Gráfica de suavización para PT-00275.00 Método exponencial doble</p> <table border="1"> <tr> <td>Constantes de suavización</td> <td></td> </tr> <tr> <td><math>\alpha</math> (nivel)</td> <td>0,01</td> </tr> <tr> <td><math>\gamma</math> (tendencia)</td> <td>0,01</td> </tr> <tr> <td>Medidas de exactitud</td> <td></td> </tr> <tr> <td>MAPE</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>MAD</td> <td>282</td> </tr> <tr> <td>MSD</td> <td>140294</td> </tr> </table>	Constantes de suavización		$\alpha$ (nivel)	0,01	$\gamma$ (tendencia)	0,01	Medidas de exactitud		MAPE	24	MAD	282	MSD	140294
Constantes de suavización																
$\alpha$ (nivel)	0,01															
$\gamma$ (tendencia)	0,01															
Medidas de exactitud																
MAPE	24															
MAD	282															
MSD	140294															
PT00270.00	<p>Gráfica de dispersión de PT-00270.00 vs. MES/CODIGO</p>	<p>Gráfica de suavización para PT-00270.00 Método exponencial doble</p> <table border="1"> <tr> <td>Constantes de suavización</td> <td></td> </tr> <tr> <td><math>\alpha</math> (nivel)</td> <td>0,01</td> </tr> <tr> <td><math>\gamma</math> (tendencia)</td> <td>0,01</td> </tr> <tr> <td>Medidas de exactitud</td> <td></td> </tr> <tr> <td>MAPE</td> <td>22,4</td> </tr> <tr> <td>MAD</td> <td>267,6</td> </tr> <tr> <td>MSD</td> <td>85325,1</td> </tr> </table>	Constantes de suavización		$\alpha$ (nivel)	0,01	$\gamma$ (tendencia)	0,01	Medidas de exactitud		MAPE	22,4	MAD	267,6	MSD	85325,1
Constantes de suavización																
$\alpha$ (nivel)	0,01															
$\gamma$ (tendencia)	0,01															
Medidas de exactitud																
MAPE	22,4															
MAD	267,6															
MSD	85325,1															
PT00212.00	<p>Gráfica de dispersión de PT-00212.00 vs. MES/CODIGO</p>	<p>Gráfica de suavización para PT-00212.00 Método exponencial doble</p> <table border="1"> <tr> <td>Constantes de suavización</td> <td></td> </tr> <tr> <td><math>\alpha</math> (nivel)</td> <td>0,01</td> </tr> <tr> <td><math>\gamma</math> (tendencia)</td> <td>0,01</td> </tr> <tr> <td>Medidas de exactitud</td> <td></td> </tr> <tr> <td>MAPE</td> <td>16,8</td> </tr> <tr> <td>MAD</td> <td>151,5</td> </tr> <tr> <td>MSD</td> <td>41724,8</td> </tr> </table>	Constantes de suavización		$\alpha$ (nivel)	0,01	$\gamma$ (tendencia)	0,01	Medidas de exactitud		MAPE	16,8	MAD	151,5	MSD	41724,8
Constantes de suavización																
$\alpha$ (nivel)	0,01															
$\gamma$ (tendencia)	0,01															
Medidas de exactitud																
MAPE	16,8															
MAD	151,5															
MSD	41724,8															
PT00428.00	<p>Gráfica de dispersión de PT-00230.00 vs. MES/CODIGO</p>	<p>Gráfica de suavización para PT-00428.00 Método exponencial doble</p> <table border="1"> <tr> <td>Constantes de suavización</td> <td></td> </tr> <tr> <td><math>\alpha</math> (nivel)</td> <td>0,01</td> </tr> <tr> <td><math>\gamma</math> (tendencia)</td> <td>0,01</td> </tr> <tr> <td>Medidas de exactitud</td> <td></td> </tr> <tr> <td>MAPE</td> <td>18,1</td> </tr> <tr> <td>MAD</td> <td>188,3</td> </tr> <tr> <td>MSD</td> <td>49470,1</td> </tr> </table>	Constantes de suavización		$\alpha$ (nivel)	0,01	$\gamma$ (tendencia)	0,01	Medidas de exactitud		MAPE	18,1	MAD	188,3	MSD	49470,1
Constantes de suavización																
$\alpha$ (nivel)	0,01															
$\gamma$ (tendencia)	0,01															
Medidas de exactitud																
MAPE	18,1															
MAD	188,3															
MSD	49470,1															



Una vez determinados los pronósticos de los 15 artículos para los próximos 6 meses se obtiene la tabla resumen siguiente:

Tabla 13. Pronósticos para enero – junio del 2021

Pronóstico de Ventas (Artículos tipo A)						
Artículos	Primer Mes (Enero 2021)	Segundo Mes (Febrero 2021)	Tercer Mes (Marzo 2021)	Cuarto Mes (Abril 2021)	Quinto Mes (Mayo 2021)	Sexto Mes (Junio 2021)
PT00425.00	2686	2660	2634	2608	2582	2556
PT00405.00	2199	2129	2059	1990	1920	1850
PT00455.00	2282	2306	2329	2353	2377	2400
PT00442.00	1419	1425	1432	1438	1444	1451
PT00455.02	1595	2256	1318	1708	2412	1408
PT00425.01	1882	1984	2087	2189	2291	2394
PT00430.00	2269	2424	2578	2733	2888	3042
PT00411.00	1249	1301	1353	1405	1457	1509
PT00275.00	1873	1987	2100	2214	2327	2441
PT00270.00	1590	1657	1724	1791	1857	1924
PT00212.00	844	841	838	835	832	829
PT00428.00	1008	998	987	977	967	957
PT00230.00	1533	1619	1705	1791	1877	1963
PT00295.00	2001	2148	2296	2444	2591	2739
PT00490.00	570	606	643	679	715	752

### Planeación agregada

La planeación de la producción es un método que permite un óptimo manejo de los recursos y una adecuada planificación de la producción, todo esto se logra una vez establecidas acciones y estrategias que permitan al recurso humano ajustarse a la variabilidad de la demanda y para esto intervienen tanto las horas de la jornada de trabajo, la fuerza de trabajo constante, el proceso de subcontratación, etc.

Para el presente estudio se analizan tres planes agregados: nivelar la capacidad mediante inventarios, coincidir con la demanda y la subcontratación, en donde este último es a través del cual la empresa se ha manejado desde su inicio en la actividad económica.

En la tabla 14 se describen los datos recopilados para la elaboración de los planes agregados respectivamente.

## **Determinación de costos para planeación agregada**

A continuación, se detallan los costos que se utilizarán en el desarrollo de la planeación agregada:

- **Costo de mantener inventario**

Este costo es determinado por la empresa a partir de la obtención del 30% del precio de venta de una docena de producto correspondiente:

$$\text{Costo de mantener inventario} = \$18,93 * 0,3$$

$$\text{Costo de mantener inventario} = \$5,68 \text{ por docena al mes}$$

- **Costo de contratación**

Para el costo de contratación del personal, a parte del salario básico remunerado incurren costos adicionales que se detallan a continuación:

- Proceso de selección, reclutamiento:	\$80,25
- Uniforme:	\$30,00
- EPP's:	\$40,00
- Publicidad:	\$50,00
- Capacitaciones:	\$80,25
- Exámenes preocupacionales:	\$100,00

$$\text{Costo de contratación} = \$80,25 + \$30,00 + \$40,00 + \$50,00 + \$80,25 + \$100,00$$

$$\text{Costo de contratación} = \$380,50$$

- **Costo de despido**

El costo de despido la empresa lo determina tomando en cuenta el tiempo de trabajo de cada operario, en este caso la empresa ha mantenido un número constante de trabajadores, pero en el caso de que hubiera despidos, al trabajador se le indemniza el salario básico remunerado multiplicado por 3 como lo menciona el Código Orgánico del Trabajo, teniendo así:

$$\text{Costo de despido} = \$401,20 * 3$$

$$\text{Costo de despido} = \$1203,60$$

Tabla 14. Datos planeación agregada

Datos	
Inventario del mes anterior (diciembre)	0
Costo del mantenimiento del inventario	\$5,68 <b>por docena al mes</b>
Sueldo	\$ 401,20 <b>Salario básico por trabajador</b>
Costo de ventas perdidas por faltantes	\$ 18,93 <b>por docena</b>
Costo de contratación	\$ 380,50 <b>por persona al ingresar</b>
Costo de despido	\$1.203,60 <b>por persona a partir del año laboral</b>
Costo del tiempo extra	\$ 1,43 <b>por docena</b>
Trabajadores actuales en producción	35 <b>trabajadores</b>
Horas de trabajo	8 <b>horas/día ó 480 minutos/día</b>
Días de trabajo al mes	22 <b>días/mes</b>
Subcontratación Maquilas	
Costo por subcontratación	\$ 2,20 <b>por docena</b>
Docenas mínimas para acceder a subcontratación	300 <b>docenas</b>

- **Nivelar la capacidad mediante inventarios**

Para desarrollar la planeación agregada mediante inventarios se procede a determinar un promedio de los pronósticos, dato que permitirá obtener el número de trabajadores requeridos para cubrir la demanda por artículo.

Tabla 15. Promedio de ventas de pronósticos

Pronóstico de Ventas (Artículos tipo A)							
Artículos	Primer Mes (Enero 2021)	Segundo Mes (Febrero 2021)	Tercer Mes (Marzo 2021)	Cuarto Mes (Abril 2021)	Quinto Mes (Mayo 2021)	Sexto Mes (Junio 2021)	Promedio
PT00425.00	2686	2660	2634	2608	2582	2556	2621
PT00405.00	2199	2129	2059	1990	1920	1850	2025
PT00455.00	2282	2306	2329	2353	2377	2400	2341
PT00442.00	1419	1425	1432	1438	1444	1451	1435
PT00455.02	1595	2256	1318	1708	2412	1408	1783
PT00425.01	1882	1984	2087	2189	2291	2394	2138
PT00430.00	2269	2424	2578	2733	2888	3042	2656
PT00411.00	1249	1301	1353	1405	1457	1509	1379
PT00275.00	1873	1987	2100	2214	2327	2441	2157
PT00270.00	1590	1657	1724	1791	1857	1924	1757
PT00212.00	844	841	838	835	832	829	837
PT00428.00	1008	998	987	977	967	957	982
PT00230.00	1533	1619	1705	1791	1877	1963	1748
PT00295.00	2001	2148	2296	2444	2591	2739	2370
PT00490.00	570	606	643	679	715	752	661
TOTAL	25000	26341	26083	27155	28537	28215	26889

Para obtener el número de trabajadores requerido se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{Trabajadores requeridos} = \frac{\text{Demanda mensual} * T. \text{Estándar}}{\text{Días al mes} * \text{Horas/día}} \quad (2)$$

Tomando en cuenta que para la demanda mensual se utilizará el promedio obtenido de los pronósticos, de igual manera son 8 las horas laborables diarias, pero para el presente análisis se toma en cuenta su conversión en minutos siendo el caso 480 minutos, se realiza la demostración con el producto estrella como referencia.

$$\text{Trabajadores requeridos} = \frac{2621 \text{ docenas} * 10,89 \text{ min/docena}}{22 \text{ días} * 480 \text{ min/día}}$$

$$\text{Trabajadores requeridos} = 2,71 \approx 3$$

En este caso para cubrir la demanda del artículo estrella PT00425.00 se requieren de 3 trabajadores, se procede a obtener el número de trabajadores requeridos para los artículos restantes con respecto al promedio de la demanda esperada, teniendo como resultado la tabla 16:

Tabla 16. Trabajadores requeridos para demanda de los 15 artículos

Artículos	Promedio Demanda esperada	Trabajadores Requeridos
PT00425.00	2621	3
PT00405.00	2025	2
PT00455.00	2341	2
PT00442.00	1435	4
PT00455.02	1783	3
PT00425.01	2138	4
PT00430.00	2656	3
PT00411.00	1379	4
PT00275.00	2157	2
PT00270.00	1757	4
PT00212.00	837	1
PT00428.00	982	2
PT00230.00	1748	2
PT00295.00	2370	2
PT00490.00	661	2
	<b>TOTAL</b>	<b>40</b>

Para cubrir la demanda esperada de los 15 artículos se requieren de 40 trabajadores, la empresa cuenta con 35 trabajadores en el departamento de producción netamente, es decir, que para cubrir la demanda se necesita contratar 5 trabajadores y de esta forma mantener la fuerza de trabajo constante.

Para este plan agregado se nivela la demanda al promedio total de la demanda esperada de cada artículo para los períodos establecidos, teniendo como resultado la tabla 17.

Tabla 17. Plan agregado 1 - Nivelar capacidad mediante inventarios

Plan Agregado	Mes	Demanda agregada	Producción planeada	Inventario inicial	Inventario final	Trabajadores requeridos	Trabajadores contratados	Trabajadores despedidos	Costo MO
	<b>dic-20</b>				<b>0</b>	<b>35</b>			
Nivelar capacidad mediante Inventarios	ene-21	25000	26889	0	1889	40	5	0	\$ 16.048,00
	feb-21	26341	26889	1889	2437	40	0	0	\$ 16.048,00
	mar-21	26083	26889	2437	3243	40	0	0	\$ 16.048,00
	abr-21	27155	26889	3243	2977	40	0	0	\$ 16.048,00
	may-21	28537	26889	2977	1329	40	0	0	\$ 16.048,00
	jun-21	28215	26889	1329	3	40	0	0	\$ 16.048,00
				Total	11878		5	0	
				Costo	\$ 67.467,04		\$ 1.902,50	\$ -	\$ 96.288,00
				<b>TOTAL</b>	<b>\$165.657,54</b>				

En la tabla 17 se muestra los inventarios sobrantes, los costos totales de mano de obra, los costos de mantener inventario y costos de contratación correspondientes para este plan agregado dando un costo total de \$165.657,54.

- **Coincidir con la demanda**

Para desarrollar la planeación agregada de coincidir con la demanda, se tiene en cuenta que se producirá lo mismo que se pronostica, para lo cual se procede a determinar el tiempo total en minutos que conllevará producir los pronósticos mensuales de los 15 artículos, este paso previo permitirá obtener el nuevo número de trabajadores requeridos para cubrir la demanda por artículo, considerando que se convertirá en una fuerza de trabajo variable.

El tiempo total se obtiene del producto del tiempo estándar de cada artículo por cada uno de los pronósticos y el número de trabajadores para este plan se obtendrá de la división del tiempo total de los pronósticos de cada mes de los 15 artículos, para el tiempo total en minutos de los días laborables al mes en este caso 22 días correspondientes a 10560 minutos, obteniendo los resultados en la tabla 18.

Tabla 18. Tiempo total y trabajadores requeridos para cubrir demanda pronosticada

MINUTOS (Artículos tipo A)						
Artículos	Primer Mes (Enero 2021)	Segundo Mes (Febrero 2021)	Tercer Mes (Marzo 2021)	Cuarto Mes (Abril 2021)	Quinto Mes (Mayo 2021)	Sexto Mes (Junio 2021)
PT00425.00	29245	28962	28679	28396	28112	27829
PT00405.00	23943	23181	22419	21667	20905	20143
PT00455.00	24847	25108	25358	25620	25881	26131
PT00442.00	41861	42038	42244	42421	42598	42805
PT00455.02	28232	39932	23329	30232	42693	24922
PT00425.01	33312	35117	36940	38746	40551	42374
PT00430.00	24705	26393	28069	29757	31445	33121
PT00411.00	36846	38380	39914	41448	42982	44516
PT00275.00	20393	21635	22865	24106	25337	26578
PT00270.00	37524	39106	40687	42268	43826	45407
PT00212.00	9190	9157	9125	9092	9059	9027
PT00428.00	23789	23553	23294	23058	22822	22586
PT00230.00	16692	17628	18564	19501	20437	21373
PT00295.00	21787	23388	24999	26610	28211	29822
PT00490.00	16815	17877	18969	20031	21093	22184
<b>TOTAL</b>	<b>389181</b>	<b>411455</b>	<b>405455</b>	<b>422953</b>	<b>445952</b>	<b>438818</b>
<b>Trabajadores</b>	37	39	38	40	42	42

La producción planeada se nivela al promedio pronosticado para cada uno de los meses, teniendo como resultado el nuevo plan presentado en la tabla 19.

Tabla 19. Plan agregado 2 - Coincidir con la demanda

Plan Agregado	Mes	Demanda agregada	Producción planeada	Trabajadores Requeridos	Trabajadores Contratados	Trabajadores Despedidos	Costo MO
	<b>dic-20</b>			<b>35</b>			
Coincidir con la demanda	ene-21	25000	25000	37	2	0	\$ 14.844,40
	feb-21	26341	26341	39	2	0	\$ 15.646,80
	mar-21	26083	26083	38	0	1	\$ 15.245,60
	abr-21	27155	27155	40	2	0	\$ 16.048,00
	may-21	28537	28537	42	2	0	\$ 16.850,40
	jun-21	28215	28215	42	0	0	\$ 16.850,40
				Total	8	1	
				Costo	\$ 3.044,00	\$ 1.203,60	\$ 95.485,60
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 99.733,20</b>		

En la tabla 19 se observan la fuerza de trabajo variable, los costos de mano de obra y los costos de contratación y despido que incurren en este plan, dando un costo total de \$99.733,20, considerándose que para coincidir con la demanda no hay existencias de inventarios.

- **Subcontratación**

Para desarrollar la planeación agregada por subcontratación, se toma en cuenta que no existen trabajadores contratados ni despedidos, la cantidad de pedido a subcontratar y los costos de subcontratación por docena de producto, ya que se excede a la capacidad interna máxima de la empresa.

Tabla 20. Plan agregado 3 - Subcontratación

Plan Agregado	Mes	Demanda agregada	Capacidad de producción	Docenas a subcontratar	Trabajadores Requeridos	Trabajadores Contratados	Trabajadores Despedidos	Costo de MO	Costo de Subcontratación
	<b>dic-20</b>				<b>35</b>				
Subcontratación	ene-21	25000	23500	1500	35	0	0	\$ 14.042,00	\$ 3.300,00
	feb-21	26341	23500	2841	35	0	0	\$ 14.042,00	\$ 6.250,20
	mar-21	26083	23500	2583	35	0	0	\$ 14.042,00	\$ 5.682,60
	abr-21	27155	23500	3655	35	0	0	\$ 14.042,00	\$ 8.041,00
	may-21	28537	23500	5037	35	0	0	\$ 14.042,00	\$ 11.081,40
	jun-21	28215	23500	4715	35	0	0	\$ 14.042,00	\$ 10.373,00
					Total	0	0		
					Costo	\$ -	\$ -	\$ 84.252,00	\$ 44.728,20
					<b>TOTAL</b>	<b>\$128.980,20</b>			

En la tabla 20 se observa los excedentes de producción que se debe recurrir a subcontratar, en relación a la capacidad interna de la empresa, con esto se generan costos de mano de obra y de subcontratación, dando a este plan un costo total de \$128.980,20.

## **Interpretación de los resultados de la planeación agregada**

Una vez interpretados los datos y los costos totales de cada plan agregado, se tiene que:

- 1) El plan agregado de nivelar capacidad mediante inventarios, corresponde al plan más costoso, debido a la cantidad de inventario que se genera y el costo que incurre mantener el mismo, de igual manera se requieren contratar más personas debido a que la demanda sobrepasa la capacidad interna máxima de la empresa, por tal razón no es un plan apto para que la empresa aplique.
- 2) El plan agregado de coincidir con la demanda, consiste en el plan más barato para la empresa según el análisis, sin embargo no es el más apto debido a que la empresa no maneja políticas certeras para la contratación y despido del personal, de igual manera, la demanda sobrepasa la capacidad interna y para poder cubrir los pedidos se debería contratar o despedir trabajadores, algo que ha sucedido raramente y a su vez que se debería incurrir en costos de infraestructura y adquisición de nueva maquinaria, lo que en cuestión de costos no es conveniente para la empresa, es por esto que procura mantener el número constante de sus trabajadores sin variación.
- 3) El plan agregado de subcontratación corresponde al plan **más apto** para el proceso de confección de ropa interior, a pesar de que según el análisis es el segundo más económico, la empresa prefiere trabajar paralelamente con maquilas para poder cubrir los excedentes de pedidos, esto es debido a que la capacidad interna es limitada para la cantidad de pedidos, de igual manera la empresa provee de materia prima e insumos a las maquilas para cubrir dichos pedidos, con esto el tiempo de entrega del producto terminado al cliente se reduce considerablemente y por ende se abaratan los costos.

## Programa maestro de producción MPS

Lo primero que se realizó es el programa maestro de producción MPS, para esto se necesitan los porcentajes de ventas de los 15 artículos por mes en relación a la demanda agregada y a la capacidad de producción total de la empresa, esto se indica en la tabla 21.

Tabla 21. Porcentaje de ventas de los 15 artículos

Artículos	Enero 2021	Porcentaje de ventas	Febrero 2021	Porcentaje de ventas	Marzo 2021	Porcentaje de ventas
PT00425.00	2686	11%	2660	10%	2634	10%
PT00405.00	2199	9%	2129	8%	2059	8%
PT00455.00	2282	9%	2306	9%	2329	9%
PT00442.00	1419	6%	1425	5%	1432	5%
PT00455.02	1595	6%	2256	9%	1318	5%
PT00425.01	1882	8%	1984	8%	2087	8%
PT00430.00	2269	9%	2424	9%	2578	10%
PT00411.00	1249	5%	1301	5%	1353	5%
PT00275.00	1873	7%	1987	8%	2100	8%
PT00270.00	1590	6%	1657	6%	1724	7%
PT00212.00	844	3%	841	3%	838	3%
PT00428.00	1008	4%	998	4%	987	4%
PT00230.00	1533	6%	1619	6%	1705	7%
PT00295.00	2001	8%	2148	8%	2296	9%
PT00490.00	570	2%	606	2%	643	2%
<b>TOTAL</b>	<b>25000</b>	<b>100%</b>	<b>26341</b>	<b>100%</b>	<b>26083</b>	<b>100%</b>

De acuerdo a la información obtenida del tercer plan agregado por subcontratación, se considera a la capacidad de producción como una constante, esto debido a que la empresa no puede cubrir la demanda con la capacidad que tienen sus instalaciones y por ende recurre a la subcontratación de maquilas para el confeccionamiento de las órdenes de pedido restantes, por tal razón se procede a obtener la producción de los 15 artículos en los 3 meses, de acuerdo al porcentaje de ventas, como se muestra en la tabla 22.

Tabla 22. Producción para capacidad constante por artículos.

Detalle	Primer Mes (Enero 2021)	Segundo Mes (Febrero 2021)	Tercer Mes (Marzo 2021)
<b>Unidades de familia de producto (plan agregado)</b>	23500	23500	23500
<b>Porcentaje de ventas PT00425.00 (10%)</b>	2525	2373	2373
<b>Porcentaje de ventas PT00405.00 (8%)</b>	2067	1899	1855
<b>Porcentaje de ventas PT00455.00 (9%)</b>	2145	2057	2098
<b>Porcentaje de ventas PT00442.00 (5%)</b>	1334	1271	1290
<b>Porcentaje de ventas PT00455.02 (7%)</b>	1499	2013	1187
<b>Porcentaje de ventas PT00425.01 (8%)</b>	1769	1770	1880
<b>Porcentaje de ventas PT00430.00 (10%)</b>	2133	2163	2323
<b>Porcentaje de ventas PT00411.00 (5%)</b>	1174	1161	1219
<b>Porcentaje de ventas PT00275.00 (8%)</b>	1761	1773	1553
<b>Porcentaje de ventas PT00270.00 (7%)</b>	1495	1478	1553
<b>Porcentaje de ventas PT00212.00 (3%)</b>	793	750	755
<b>Porcentaje de ventas PT00428.00 (4%)</b>	948	890	889
<b>Porcentaje de ventas PT00230.00 (7%)</b>	1441	1444	1536
<b>Porcentaje de ventas PT00295.00 (9%)</b>	1881	541	2069
<b>Porcentaje de ventas PT00490.00 (2%)</b>	536	541	579

## Programa maestro de producción MPS modelo lote por lote

Este modelo se caracteriza por fabricar exactamente lo que se requiera cada semana, evitando tener artículos en inventario y los costos que a la empresa genera mantenerlos en bodega.

Tabla 23. Plan maestro de producción lote por lote artículos 1 al 4

Semanas		Enero				Febrero				Marzo			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<b>Artículo 1 PT00425.00</b>	Inventario inicial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Unidades pronosticadas	631	631	631	631	593	593	593	593	593	593	593	593
	Pedido de clientes	605	589	615	625	590	569	499	523	580	586	568	576
	Inventario final	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MPS	631	631	631	631	593	593	593	593	593	593	593	593
<b>Artículo 2 PT00405.00</b>	Inventario inicial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Unidades pronosticadas	517	517	517	517	475	475	475	475	464	464	464	464
	Pedido de clientes												
	Inventario final	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MPS	517	517	517	517	475	475	475	475	464	464	464	464
<b>Artículo 3 PT00455.00</b>	Inventario inicial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Unidades pronosticadas	536	536	536	536	514	514	514	514	525	525	525	525
	Pedido de clientes												
	Inventario final	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MPS	536	537	536	536	514	515	514	514	525	525	525	525
<b>Artículo 4 PT00442.00</b>	Inventario inicial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Unidades pronosticadas	333	333	333	333	318	318	318	318	323	323	323	323
	Pedido de clientes												
	Inventario final	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MPS	333	333	333	333	318	318	317	318	323	323	323	323

Tabla 24. Plan maestro de producción lote por lote artículos 5 al 8

Semanas		Enero				Febrero				Marzo			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<b>Artículo 5 PT00455.02</b>	Inventario inicial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Unidades pronosticadas	375	375	375	375	503	503	503	503	297	297	297	297
	Pedido de clientes												
	Inventario final	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MPS	375	375	375	375	503	503	503	503	297	297	297	297
<b>Artículo 6 PT00425.01</b>	Inventario inicial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Unidades pronosticadas	442	442	442	442	443	443	443	443	470	470	470	470
	Pedido de clientes												
	Inventario final	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MPS	442	443	442	442	443	443	443	443	470	470	470	470
<b>Artículo 7 PT00430.00</b>	Inventario inicial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Unidades pronosticadas	533	533	533	533	541	541	541	541	581	581	581	581
	Pedido de clientes												
	Inventario final	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MPS	533	533	533	533	541	540	541	541	581	581	581	581
<b>Artículo 8 PT00411.00</b>	Inventario inicial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Unidades pronosticadas	294	294	294	294	290	290	290	290	305	305	305	305
	Pedido de clientes												
	Inventario final	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MPS	294	293	294	293	290	290	291	290	305	305	305	305

Tabla 25. Plan maestro de producción lote por lote artículos 9 al 12

		Enero				Febrero				Marzo			
<b>Semanas</b>		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<b>Artículo 9 PT00275.00</b>	Inventario inicial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Unidades pronosticadas	440	440	440	440	443	443	443	443	388	388	388	388
	Pedido de clientes												
	Inventario final	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MPS	440	440	440	441	443	443	443	443	388	388	388	388
<b>Artículo 10 PT00270.00</b>	Inventario inicial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Unidades pronosticadas	374	374	374	374	370	370	370	370	388	388	388	388
	Pedido de clientes												
	Inventario final	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MPS	374	373	374	374	370	370	370	370	388	388	388	388
<b>Artículo 11 PT00212.00</b>	Inventario inicial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Unidades pronosticadas	198	198	198	198	188	188	188	188	189	189	189	189
	Pedido de clientes												
	Inventario final	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MPS	198	199	198	198	188	188	188	188	189	189	189	189
<b>Artículo 12 PT00428.00</b>	Inventario inicial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Unidades pronosticadas	237	237	237	237	223	223	223	223	222	222	222	222
	Pedido de clientes												
	Inventario final	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MPS	237	237	237	237	223	223	223	223	222	222	222	222

Tabla 26. Plan maestro de producción lote por lote artículos 13 al 15

Semanas		Enero				Febrero				Marzo			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<b>Artículo 13 PT00230.00</b>	Inventario inicial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Unidades pronosticadas	360	360	360	360	361	361	361	361	384	384	384	384
	Pedido de clientes												
	Inventario final	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MPS	360	361	360	360	361	361	361	361	384	384	385	384
<b>Artículo 14 PT00295.00</b>	Inventario inicial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Unidades pronosticadas	470	470	470	470	135	135	135	135	517	517	517	517
	Pedido de clientes												
	Inventario final	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MPS	470	470	470	470	135	135	135	136	517	517	517	517
<b>Artículo 15 PT00490.00</b>	Inventario inicial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Unidades pronosticadas	134	134	134	134	135	135	135	135	145	145	145	145
	Pedido de clientes												
	Inventario final	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MPS	134	134	134	134	135	135	135	135	145	145	145	145

El inventario para cada semana siempre va a ser cero, por lo cual el costo por mantener inventario va a ser directamente lo mismo cero dólares.

### Costo del MPS lote por lote

Para determinar el costo del MPS lote por lote se determinó previamente el costo por pedido, ya que no es un costo establecido por la empresa, se lo determinó tomando en cuenta las variables siguientes:

$$\text{Costo preparación} = \text{Salario básico (min)} * \text{tiempo de preparació} * \# \text{ máquinas}$$

$$\text{Costo preparación} = \frac{\$401,20}{\text{mes}} * \frac{1 \text{ mes}}{22 \text{ días}} * \frac{1 \text{ día}}{8 \text{ horas}} * \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}} * 5 \text{ min} * 8 \text{ máq}$$

$$\text{Costo pedir} = \$1,52$$

El costo por pedir total, en relación a la cantidad de pedidos, es el siguiente:

$$\text{Costo pedir} = 12 * 1,52 \$ = \$18,24$$

Tabla 27. Costo del MPS lote por lote

Artículos	Cantidad de pedidos	Costo por pedir
Artículo 1 PT00425.00	12	\$ 18,24
Artículo 2 PT00405.00	12	\$ 18,24
Artículo 3 PT00455.00	12	\$ 18,24
Artículo 4 PT00442.00	12	\$ 18,24
Artículo 5 PT00455.02	12	\$ 18,24
Artículo 6 PT00425.01	12	\$ 18,24
Artículo 7 PT00430.00	12	\$ 18,24
Artículo 8 PT00411.00	12	\$ 18,24
Artículo 9 PT00275.00	12	\$ 18,24
Artículo 10 PT00270.00	12	\$ 18,24
Artículo 11 PT00212.00	12	\$ 18,24
Artículo 12 PT00428.00	12	\$ 18,24
Artículo 13 PT00230.00	12	\$ 18,24
Artículo 14 PT00295.00	12	\$ 18,24
Artículo 15 PT00490.00	12	\$ 18,24
<b>Costo total</b>		<b>\$ 273,60</b>

Como se puede observar en la tabla 27, todas las semanas se va a pedir lo mismo que se produce para los 3 meses, lo que genera un total de pedidos de 12 veces por artículo y

multiplicado por el costo de pedir que es de \$ 1,52 dólares. En total el costo por artículo es de \$ 18,24 dólares, y el costo total de implementar el modelo lote por lote para el MPS es de \$ 273,60 dólares.

### Lista estructurada de materiales BOM

En la tabla 28, se observa los diversos materiales que son utilizados para la elaboración de los 15 artículos en estudio, además se tiene el inventario de los mismos, los cuales fueron proporcionados por el responsable de bodega de insumos y materia prima de la empresa. La empresa tiene recepciones programadas cada mes por las cantidades que se encuentran en la tabla por cada artículo.

Tabla 28. Lista de materiales BOM

Letra	Material	Inventario	Unidades	T entrega (sem)	Inventario de Seguridad	Recepción Programada	
						Cantidad de pedido (mensual)	Reabastecimiento (sem)
A	Tela Llana	0	kilogramos	1	0	8000	0,4,8,12
B	Tela Estampada	0	kilogramos	1	0	4000	
C	Tela Malla	0	kilogramos	1	0	720	
D	Sesgo	10000	metros	1	0	450350	0,4,8,12
E	Elástico	2000	metros	1	0	61850	0,4,8,12
F	Plastiflechas	10000	unidades	1	0	315000	0,4,8,12
G	Tallas	10000	unidades	1	0	315000	0,4,8,12
H	Etiqueta de cartón	10000	unidades	1	0	315000	0,4,8,12
I	Código de barra	0	unidades	1	0	105000	0,4,8,12
J	Seda	100000	metros	1	0	3500000	0,4,8,12
K	Hilo	15000	metros	1	0	1500000	0,4,8,12
L	Cajas	2000	unidades	1	0	105000	0,4,8,12
M	Fundas	0	unidades	1	0	25850	0,4,8,12

### Costo de fabricación de una docena de artículos zona A

A continuación, se detalla el costo de fabricación de una docena del artículo estrella PT00425.00, tomando en cuenta los materiales y la cantidad requerida para dicho proceso.

Tabla 29. Costo de fabricación de docena artículo PT00425.00

			<b>D'CHRISTIAN MARYURI</b>		
			<b>Lista de Materiales (BOM)</b>		
<b>Descripción del Artículo:</b> Calzón mujer clásico llano					
<b>Código:</b> PT00425.00					
Material	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio Total	Observaciones
Tallas	12	unidades	\$0,0200	\$0,24	
Plastiflechas	12	unidades	\$0,0042	\$0,05	
Etiqueta de cartón	12	unidades	\$0,0200	\$0,24	
Código de barra	4	unidades	\$0,0125	\$0,05	
Cajas	4	unidades	\$0,1200	\$0,48	
Fundas	1	unidad	\$0,0500	\$0,05	
Tela Llana	1	kilo	\$4,2600	\$4,26	
Sesgo	21	metros	\$0,0500	\$1,05	
Seda	180	metros	\$0,0030	\$0,04	
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 6,46</b>	
<b>Elaborado por:</b> Xavier López			<b>Revisado por:</b> Ing. Israel Naranjo		

A continuación, se detalla el resumen del costo de fabricación por docena total de los 14 artículos restantes, la información detallada de dichos artículos se encuentra en el ANEXO3.

Tabla 30. Costos de fabricación de una docena de 15 artículos tipo A

Artículos	Costo de fabricación por docena
<b>Artículo 1 PT00425.00</b>	\$ 6,46
<b>Artículo 2 PT00405.00</b>	\$ 6,46
<b>Artículo 3 PT00455.00</b>	\$ 7,27
<b>Artículo 4 PT00442.00</b>	\$ 8,59
<b>Artículo 5 PT00455.02</b>	\$ 7,27

Artículos	Costo de fabricación por docena
Artículo 6 PT00425.01	\$ 6,46
Artículo 7 PT00430.00	\$ 6,46
Artículo 8 PT00411.00	\$ 8,59
Artículo 9 PT00275.00	\$ 8,44
Artículo 10 PT00270.00	\$ 6,49
Artículo 11 PT00212.00	\$ 8,44
Artículo 12 PT00428.00	\$ 9,19
Artículo 13 PT00230.00	\$ 6,31
Artículo 14 PT00295.00	\$ 4,36
Artículo 15 PT00490.00	\$ 7,49

### Lista de materiales

En las figuras siguientes se detalla la lista de materiales de los cuales se encuentran conformados los 15 artículos en estudio, tomando en consideración que dichos materiales corresponden a un mismo nivel al intervenir directamente en la confección de las prendas y empaque del producto terminado.

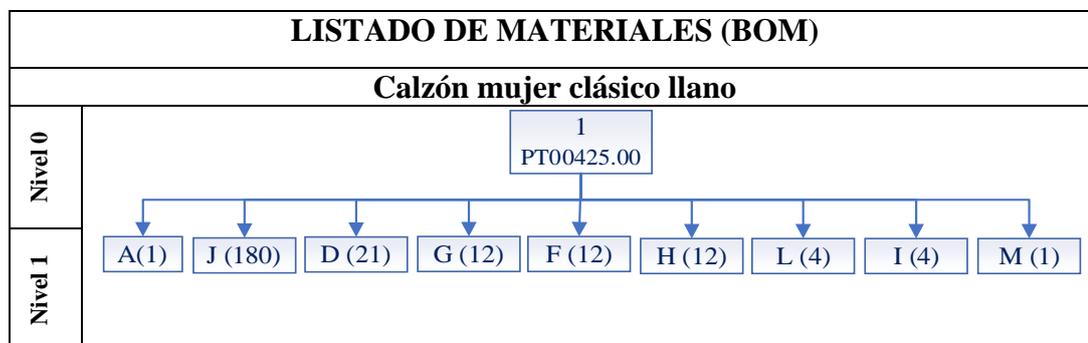


Figura 21. Árbol del Artículo PT00425.00

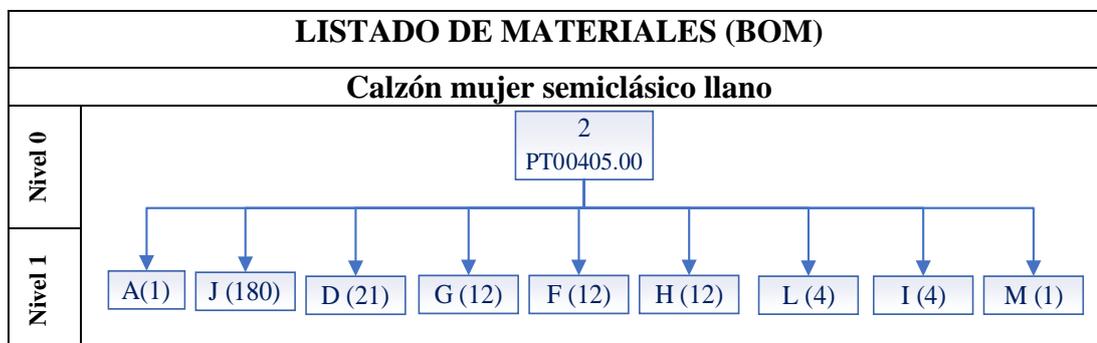


Figura 22. Árbol del Artículo PT00405.00

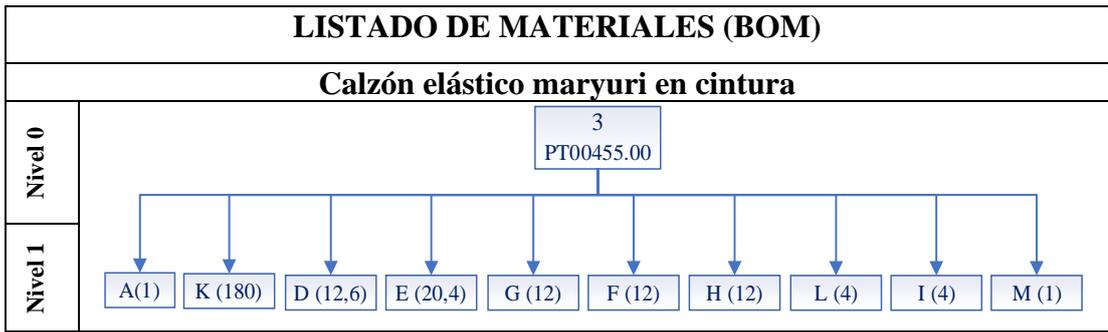


Figura 23. Árbol del Artículo PT00455.00

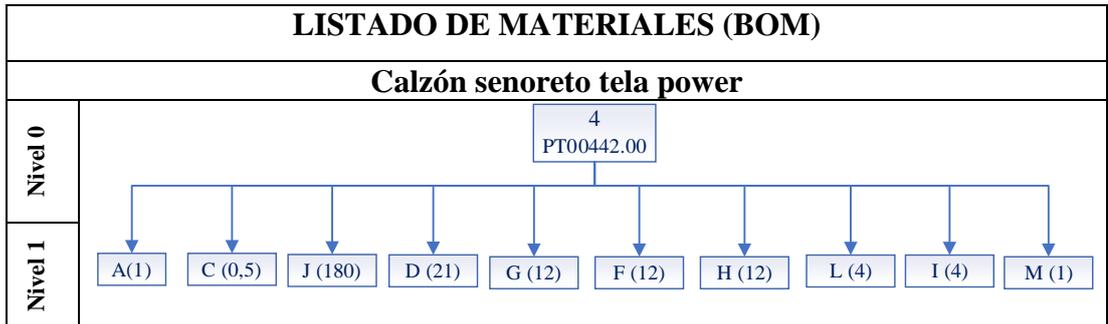


Figura 24. Árbol del Artículo PT00442.00

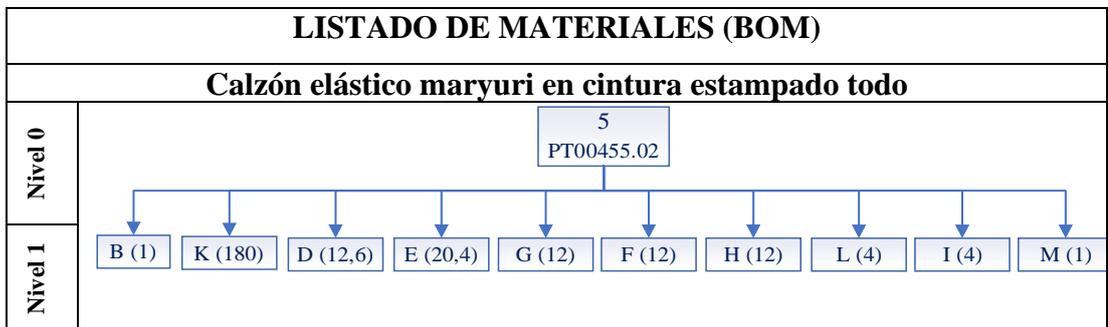


Figura 25. Árbol del Artículo PT00455.02

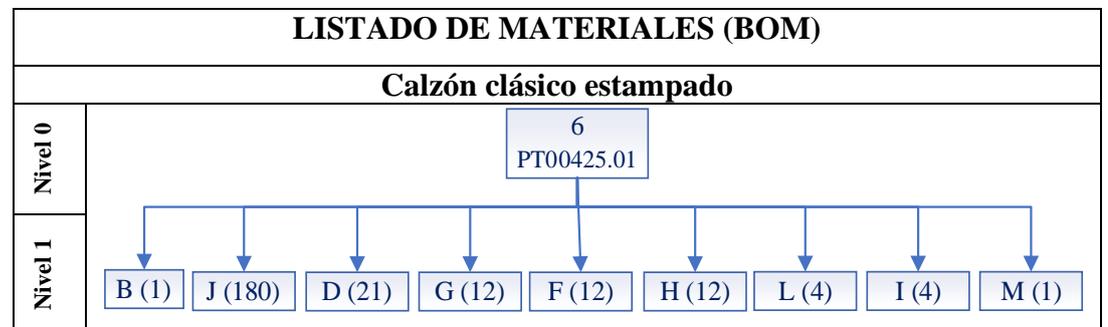


Figura 26. Árbol del Artículo PT00425.01

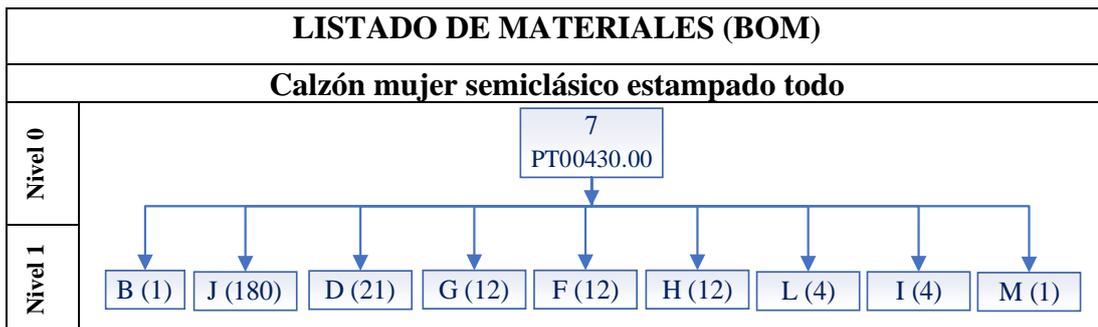


Figura 27. Árbol del Artículo PT00430.00

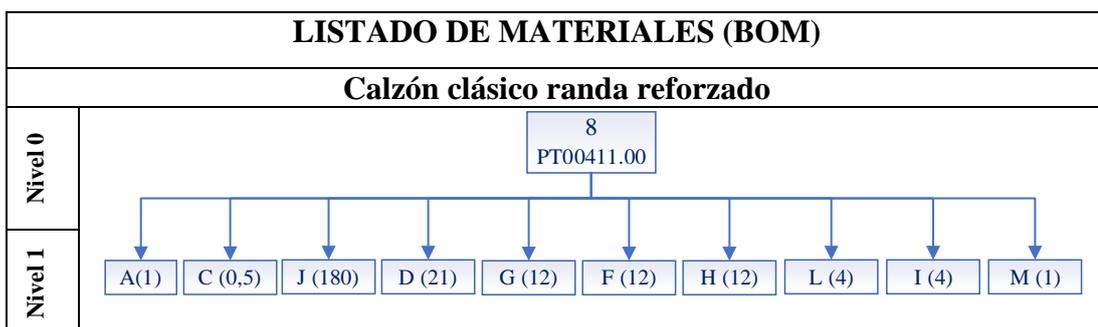


Figura 28. Árbol del Artículo PT00411.00

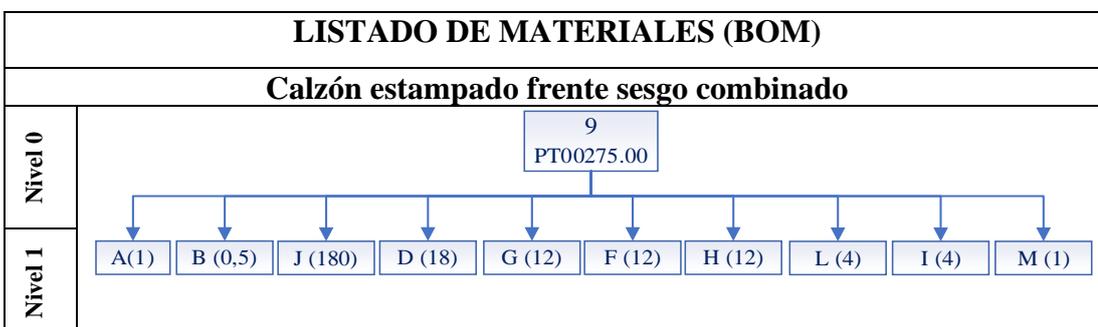


Figura 29. Árbol del Artículo PT00275.00

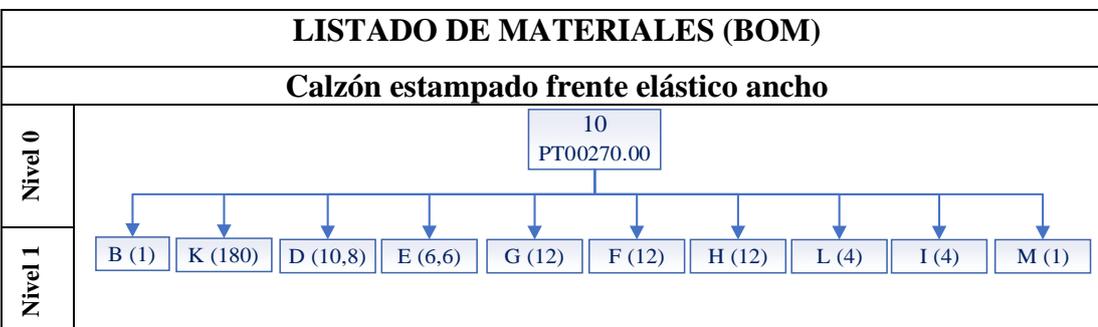


Figura 30. Árbol del Artículo PT00270.00

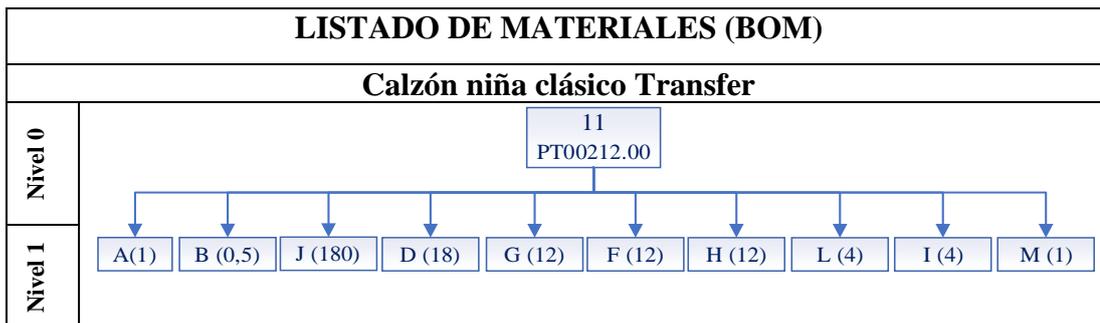


Figura 31. Árbol del Artículo PT00212.00

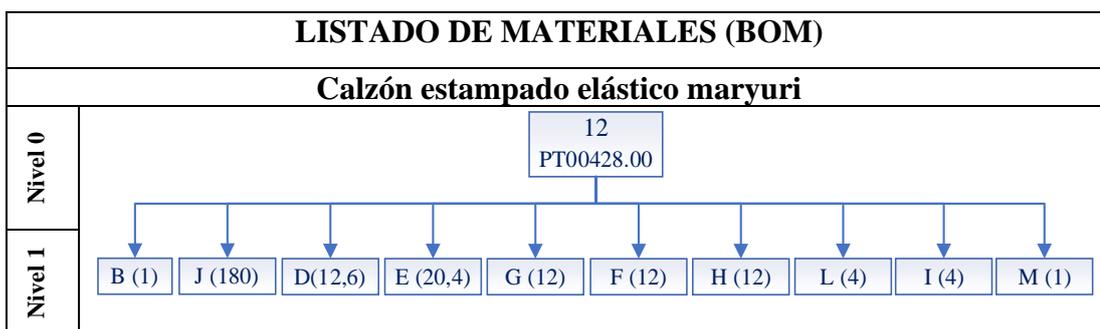


Figura 32. Árbol del Artículo PT00428.00

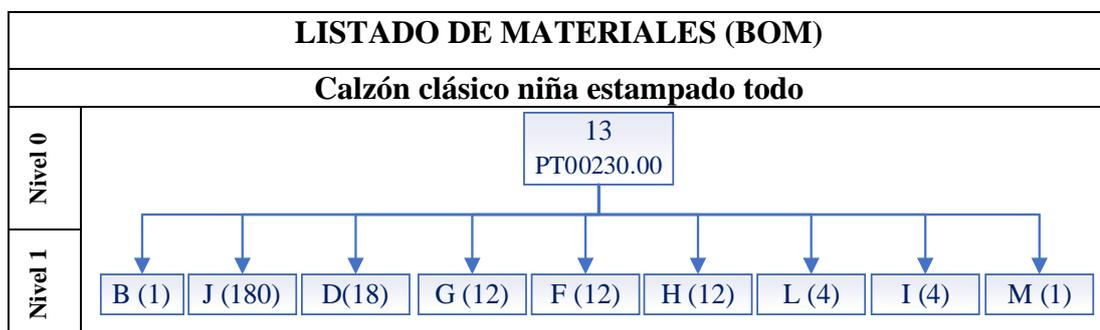


Figura 33. Árbol del Artículo PT00230.00

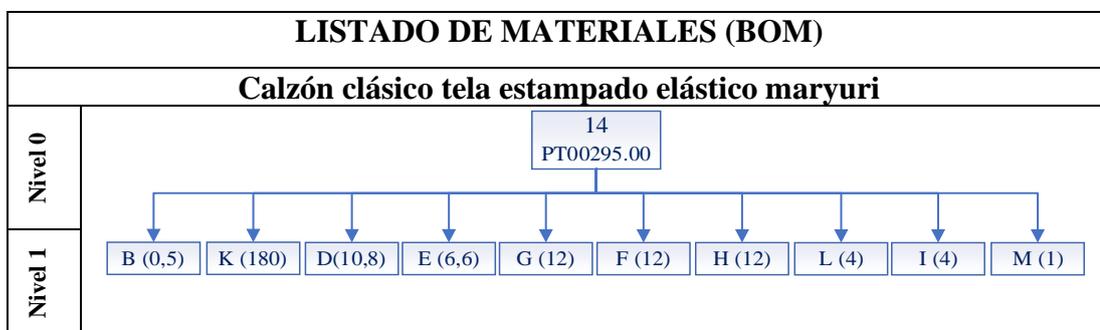


Figura 34. Árbol del Artículo PT00295.00

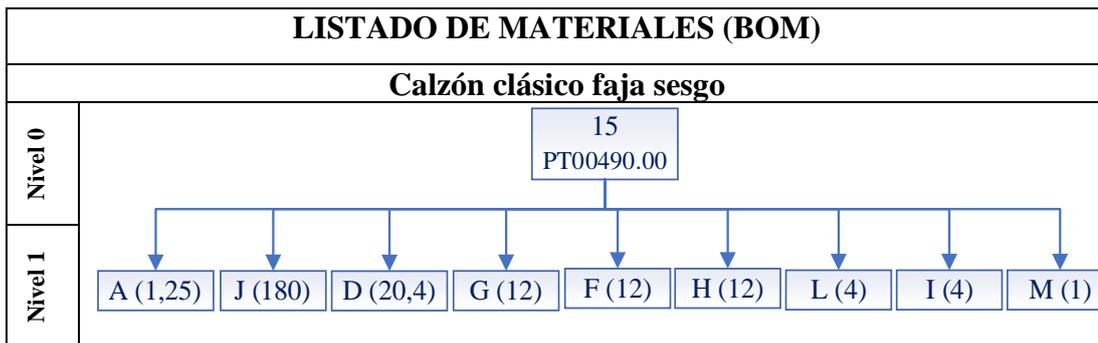


Figura 35. Árbol del Artículo PT00490.00

### Plan de requerimiento de materiales MRP

En la tabla 31, se observa el resultado del programa maestro de producción MPS modelo lote por lote, el tamaño de lote en los materiales está estandarizados por la empresa y son los mismos valores utilizados para el MRP, además la empresa siempre tiene recepciones programadas cada mes.

Tabla 31. MPS lote por lote seleccionado para MRP

Artículos	MPS											
	Enero				Febrero				Marzo			
<b>Artículo 1 PT00425.00</b>	631	631	631	631	593	593	593	593	593	593	593	593
<b>Artículo 2 PT00405.00</b>	517	517	517	517	475	475	475	475	464	464	464	464
<b>Artículo 3 PT00455.00</b>	536	537	536	536	514	515	514	514	525	525	525	525
<b>Artículo 4 PT00442.00</b>	333	333	333	333	318	318	317	318	323	323	323	323
<b>Artículo 5 PT00455.02</b>	375	375	375	375	503	503	503	503	297	297	297	297
<b>Artículo 6 PT00425.01</b>	442	443	442	442	443	443	443	443	470	470	470	470
<b>Artículo 7 PT00430.00</b>	533	533	533	533	541	540	541	541	581	581	581	581
<b>Artículo 8 PT00411.00</b>	294	293	294	293	290	290	291	290	305	305	305	305
<b>Artículo 9 PT00275.00</b>	440	440	440	441	443	443	443	443	388	388	388	388
<b>Artículo 10 PT00270.00</b>	374	373	374	374	370	370	370	370	388	388	388	388
<b>Artículo 11 PT00212.00</b>	198	199	198	198	188	188	188	188	189	189	189	189
<b>Artículo 12 PT00428.00</b>	237	237	237	237	223	223	223	223	222	222	222	222
<b>Artículo 13 PT00230.00</b>	360	361	360	360	361	361	361	361	384	384	385	384
<b>Artículo 14 PT00295.00</b>	470	470	470	470	135	135	135	136	517	517	517	517
<b>Artículo 15 PT00490.00</b>	134	134	134	134	135	135	135	135	145	145	145	145

MRP desde el material A al G

Tabla 32. Plan de requerimiento de materiales, material A al G

Tamaño de Lote	Tiempo de entrega (semanas)	Disponibles	Inventario de Seguridad	Asignado	Código de bajo nivel	Identificación del material	Conceptos	Enero					Febrero				Marzo							
								0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
8000	1	0	0	0	1	A	Requerimientos Brutos	0	3117	3118	3117	3117	2990	2991	2990	2990	2968	2968	2968	2968				
							Recepciones programadas	8000		0	0	8000		0	0	8000		0	0	8000		0	0	8000
							Inventario Proyectado	8000	4884	1766	6650	11533	8543	5553	2563	7573	4605	1637	6668	11700				
							Requerimientos Netos		0	0	1351	0	0	0	0	0	0	0	1332	0				
							Recepción Planeada de la Orden		0		8000	0				0		0	8000	0				
							Liberación Planeada de la Orden			8000	0	0	0	0	0	0	0	8000	0	0				
4000	1	0	0	0	1	B	Requerimientos Brutos	0	1904	1906	1904	1905	1870	1869	1870	1871	1895	1895	1895	1895				
							Recepciones programadas	4000		0	0	4000		0	0	4000		0	0	4000				
							Inventario Proyectado	4000	2096	191	2287	4382	2512	643	2773	4903	3008	1113	3218	5323				
							Requerimientos Netos		0		1714	0	0	0	1227	0	0	0	783	0				
							Recepción Planeada de la Orden		0		4000	0	0		4000	0	0		4000	0				
							Liberación Planeada de la Orden			4000	0	0	0	4000	0	0	0	4000	0	0				
720	1	0	0	0	1	C	Requerimientos Brutos	0	147	147	147	147	145	145	146	145	153	153	153	153				
							Recepciones programadas	720		0	0	720		0	0	720		0	0	720				
							Inventario Proyectado	720	573	427	280	853	708	563	418	993	840	688	535	1103				
							Requerimientos Netos		0			0				0			0					
							Recepción Planeada de la Orden		0			0				0			0					
							Liberación Planeada de la Orden				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
3500000	1	100000	0	0	1	J	Requerimientos Brutos	0	741420	741780	741420	741420	721800	721620	721800	721800	731520	731520	731700	731520				
							Recepciones programadas	3500000		0	0	3500000		0	0	3500000		0	0	3500000				
							Inventario Proyectado	3600000	2858580	2116800	1375380	4133960	3412160	2690540	1968740	4746940	4015420	3283900	2552200	5320680				
							Requerimientos Netos		0	0	0	0			0	0	0	0	0					
							Recepción Planeada de la Orden		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
							Liberación Planeada de la Orden		0	0	0		0	0	0	0	0	0	0					
1500000	1	15000	0	0	1	K	Requerimientos Brutos	0	315900	315900	315900	315900	273960	274140	273960	274140	310860	310860	310860	310860				
							Recepciones programadas	1500000				1500000				1500000				1500000				
							Inventario Proyectado	1515000	1199100	883200	567300	1751400	1477440	1203300	929340	2155200	1844340	1533480	1222620	2411760				
							Requerimientos Netos		0	0		0	0		0		0	0	0					
							Recepción Planeada de la Orden		0	0		0	0		0		0	0	0					
							Liberación Planeada de la Orden		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
315000	1	10000	0	0	1	G	Requerimientos Brutos	0	69700	69725	69700	69700	66080	66080	66080	66091	68584	68584	68596	68584				
							Recepciones programadas	315000				315000				315000				315000				
							Inventario Proyectado	325000	255300	185574	115874	361174	295094	229014	162935	411844	343260	274676	206079	452495				
							Requerimientos Netos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
							Recepción Planeada de la Orden		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
							Liberación Planeada de la Orden		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					

MRP desde el material D al M

Tabla 33. Plan de requerimiento de materiales, material D al M

Tamaño de Lote	Tiempo de entrega (semanas)	Disponibile	Inventario de Seguridad	Asignado	Código de bajo nivel	Identificación del material	Conceptos	Enero				Febrero				Marzo								
								0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
450350	1	10000	0	0	1	D	Requerimientos Brutos	0	91028	91039	91028	91025	86522	86514	86522	86533	88936	88936	88948	88936				
							Recepciones programadas	450350			450350				450350									450350
							Inventario Proyectado	460350	369322	278283	187255	546581	460059	373545	287023	650840	561904	472968	384019	745433				
							Requerimientos Netos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
							Recepción Planeada de la Orden	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
							Liberación Planeada de la Orden	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
61850	1	2000	0	0	1	E	Requerimientos Brutos	0	28990	29003	28990	28990	28629	28649	28629	28636	27271	27271	27271	27271				
							Recepciones programadas	61850			61850				61850								61850	
							Inventario Proyectado	63850	34860	5857	38717	71578	42949	14299	47520	80735	53464	26194	60773	95352				
							Requerimientos Netos		0	0	23133	0	0	0	14330	0	0	0	1077	0				
							Recepción Planeada de la Orden		0	0	61850	0	0	0	61850	0	0	0	61850	0				
							Liberación Planeada de la Orden		0	61850	0	0	0	61850	0	0	0	61850	0	0				
315000	1	10000	0	0	1	F	Requerimientos Brutos	0	70488	70512	70488	70488	66384	66384	66384	66396	69492	69492	69504	69492				
							Recepciones programadas	315000			315000				315000									
							Inventario Proyectado	325000	254512	184000	113512	358024	291640	225256	158872	407476	337984	268492	198988	129496				
							Requerimientos Netos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
							Recepción Planeada de la Orden		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
							Liberación Planeada de la Orden		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
315000	1	10000	0	0	1	H	Requerimientos Brutos	0	70488	70512	70488	70488	66384	66384	66384	66396	69492	69492	69504	69492				
							Recepciones programadas	315000			315000				315000									
							Inventario Proyectado	325000	254512	184000	113512	358024	291640	225256	158872	407476	337984	268492	198988	129496				
							Requerimientos Netos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
							Recepción Planeada de la Orden		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
							Liberación Planeada de la Orden		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
105000	1	2000	0	0	1	L	Requerimientos Brutos	0	23496	23504	23496	23496	22128	22128	22128	22132	23164	23164	23168	23164				
							Recepciones programadas	105000			105000				105000									
							Inventario Proyectado	107000	83504	60000	36504	118008	95880	73752	51624	134492	111328	88164	64996	146832				
							Requerimientos Netos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
							Recepción Planeada de la Orden		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
							Liberación Planeada de la Orden		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
105000	1	0	0	0	1	I	Requerimientos Brutos	0	23496	23504	23496	23496	22128	22128	22128	22132	23164	23164	23168	23164				
							Recepciones programadas	105000			105000				105000									
							Inventario Proyectado	105000	81504	58000	34504	116008	93880	71752	49624	132492	109328	86164	62996	144832				
							Requerimientos Netos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
							Recepción Planeada de la Orden		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
							Liberación Planeada de la Orden		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
25850	1	0	0	0	1	M	Requerimientos Brutos	0	5874	5876	5874	5874	5532	5532	5532	5533	5791	5791	5792	5791				
							Recepciones programadas	25850			25850				25850									
							Inventario Proyectado	25850	19976	14100	8226	28202	22670	17138	11606	31923	26132	20341	14549	34608				
							Requerimientos Netos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
							Recepción Planeada de la Orden		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
							Liberación Planeada de la Orden		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				

Como se puede observar el MRP para el material A, B, E existen recepciones planeadas de la orden, pero esto implica costos mínimos por pedir. Lo que se puede apreciar es que existe demasiado material en inventario proyectado lo que genera costos excesivos por su almacenamiento.

### Costo del MRP actual

Tabla 34. Costo MRP actual

Material		Costo por pedir	Costo por almacenar	Costo de materiales
A	Tela Llana	\$ 3,04	\$ 10.277,38	\$ 337.590,00
B	Tela Estampada	\$ 4,56	\$ 4.526,15	\$ 210.900,75
C	Tela Malla	\$ -	\$ 1.033,00	\$ 16.530,75
D	Sesgo	\$ -	\$ 79.758,49	\$ 53.298,36
E	Elástico	\$ 4,56	\$ 8.584,49	\$ 16.979,88
F	Plastiflechas	\$ -	\$ 3.660,32	\$ 3.439,60
G	Tallas	\$ -	\$ 21.709,92	\$ 16.350,10
H	Etiqueta de cartón	\$ -	\$ 17.569,51	\$ 16.510,08
I	Código de barra	\$ -	\$ 3.904,07	\$ 3.439,60
J	Seda	\$ -	\$ 2.308,52	\$ 1.755,86
K	Hilo	\$ -	\$ 7.270,42	\$ 5.083,31
L	Cajas	\$ -	\$ 38.343,02	\$ 33.020,16
M	Fundas	\$ -	\$ 3.742,07	\$ 963,09
<b>Total</b>		<b>\$ 12,16</b>	<b>\$ 202.687,34</b>	<b>\$ 715.861,54</b>
<b>Total de producción actual</b>				<b>\$ 918.561,04</b>

### Análisis:

En la tabla 34, se puede observar que el costo por pedir es de \$ 12,16 dólares, lo que implica un costo mínimo, seguido de \$ 202.687,34 dólares por mantener inventario de todos los materiales, este costo es demasiado alto y genera grandes pérdidas para la empresa. El costo del material es de \$ 715.861,54 dólares para los tres meses en estudio. El costo de implementar el MRP con los requerimientos de materiales que tiene la empresa actualmente es de \$ 918.561,04 dólares.

## Plan de requerimiento de mariales MRP propuesto

### Lista estructurada de materiales BOM propuesto

La empresa actualmente siempre realiza la misma cantidad de pedido de materiales cada mes, pero esto genera que el costo de mantener inventario sea muy alto incluso por encima de los costos de los mismos materiales. Por lo cual se propone mantener el mismo tamaño de lote en los materiales que es un estándar para la empresa, pero anular las recepciones programadas que tienen mes a mes, con la única consideración que va a existir una recepción programada antes de empezar el MRP de decir en la semana 0.

Tabla 35. Lista de materiales BOM propuesto

Letra	Material	Inventario	Unidades	T entrega (sem)	Inventario de Seguridad	Recepción Programada	
						Cantidad de pedido (mensual)	Reabaste. (sem)
A	Tela Llana	0	kilogramos	1	0	8000	0
B	Tela Estampada	0	kilogramos	1	0	4000	
C	Tela Malla	0	kilogramos	1	0	720	
D	Sesgo	10000	metros	1	0	450350	0
E	Elástico	2000	metros	1	0	61850	0
F	Plastiflechas	10000	unidades	1	0	315000	0
G	Tallas	10000	unidades	1	0	315000	0
H	Etiqueta de cartón	10000	unidades	1	0	315000	0
I	Código de barra	0	unidades	1	0	105000	0
J	Seda	100000	metros	1	0	3500000	0
K	Hilo	15000	metros	1	0	1500000	0
L	Cajas	2000	unidades	1	0	105000	0
M	Fundas	0	unidades	1	0	25850	0

MRP propuesto para el material A hasta el G

Tabla 36. Plan de requerimiento de materiales propuesto, material A al G

Tamaño de Lote	Tiempo de entrega (semanas)	Disponible	Inventario de Seguridad	Asignado	Código de bajo nivel	Identificación del material	Conceptos	Enero					Febrero				Marzo							
								0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
8000	1	0	0	0	1	A	Requerimientos Brutos	0	3117	3118	3117	3117	2990	2991	2990	2990	2968	2968	2968	2968				
							Recepciones programadas	8000		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0
							Inventario Proyectado	8000	4884	1766	6650	3533	543	5553	2563	7573	4605	1637	6668	3700				
							Requerimientos Netos		0	0	1351	0	0	2448	0	427	0	0	1332	0				
							Recepción Planeada de la Orden		0	0	8000	0	0	8000		8000	0	0	8000	0				
							Liberación Planeada de la Orden	0	0	8000	0	0	8000	0	8000	0	8000	0	8000	0	0	8000	0	0
4000	1	0	0	0	1	B	Requerimientos Brutos	0	1904	1906	1904	1905	1870	1869	1870	1871	1895	1895	1895	1895				
							Recepciones programadas	4000		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0
							Inventario Proyectado	4000	2096	191	2287	382	2512	643	2773	903	3008	1113	3218	1323				
							Requerimientos Netos		0	0	1714	0	1488	0	1227	0	993	0	783	0				
							Recepción Planeada de la Orden		0	0	4000	0	4000	0	4000	0	4000	0	4000	0				
							Liberación Planeada de la Orden	0	0	4000	0	4000	0	4000	0	4000	0	4000	0	4000	0	4000	0	0
720	1	0	0	0	1	C	Requerimientos Brutos	0	147	147	147	147	145	145	146	145	153	153	153	153				
							Recepciones programadas	720		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0
							Inventario Proyectado	720	573	427	280	133	708	563	418	273	120	688	535	383				
							Requerimientos Netos		0	0	0	0	12	0	0	0	0	33	0	0				
							Recepción Planeada de la Orden		0			0	720			0		720		0				
							Liberación Planeada de la Orden				0	720	0	0	0	0	720	0	0	0				
3500000	1	100000	0	0	1	J	Requerimientos Brutos	0	741420	741780	741420	741420	721800	721620	721800	721800	731520	731520	731700	731520				
							Recepciones programadas	3500000		0	0	0		0	0	0		0	0	0		0	0	0
							Inventario Proyectado	3600000	2858580	2116800	1375380	633960	3412160	2690540	1968740	1246940	515420	3283900	2552200	1820680				
							Requerimientos Netos		0	0	0	0	87840	0	0	0	0	216100	0	0				
							Recepción Planeada de la Orden		0	0	0	0	3500000	0	0	0	0	3500000	0	0				
							Liberación Planeada de la Orden	0	0	0	0	3500000	0	0	0	0	3500000	0	0	0				
1500000	1	15000	0	0	1	K	Requerimientos Brutos	0	315900	315900	315900	315900	273960	274140	273960	274140	310860	310860	310860	310860				
							Recepciones programadas	1500000				0			0									0
							Inventario Proyectado	1515000	1199100	883200	567300	251400	1477440	1203300	929340	655200	344340	33480	1222620	911760				
							Requerimientos Netos		0	0	0	0	22560	0	0	0	0	0	277380	0				
							Recepción Planeada de la Orden		0	0		0	1500000		0		0	0	1500000	0				
							Liberación Planeada de la Orden		0	0	0	1500000	0	0	0	0	0	1500000	0	0				
315000	1	10000	0	0	1	G	Requerimientos Brutos	0	69700	69725	69700	69700	66080	66080	66080	66091	68584	68584	68596	68584				
							Recepciones programadas	315000				0			0									0
							Inventario Proyectado	325000	255300	185574	115874	46174	295094	229014	162935	96844	28260	274676	206079	137495				
							Requerimientos Netos		0	0	0	0	19906	0	0	0	0	40324	0	0				
							Recepción Planeada de la Orden		0	0	0	0	315000	0	0	0	0	315000	0	0				
							Liberación Planeada de la Orden	0	0	0	0	315000	0	0	0	0	315000	0	0	0				

MRP propuesto para el material D hasta el M

Tabla 37. Plan de requerimiento de materiales propuesto, material D al M

Tamaño de Lote	Tiempo de entrega (semanas)	Disponibile	Inventario de Seguridad	Asignado	Código de bajo nivel	Identificación del material	Conceptos	Enero				Febrero				Marzo									
								0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
450350	1	10000	0	0	1	D	Requerimientos Brutos	0	91028	91039	91028	91025	86522	86514	86522	86533	88936	88936	88948	88936					
							Recepciones programadas	450350			0			0											
							Inventario Proyectado	460350	369322	278283	187255	96231	9709	373545	287023	200490	111554	22618	384019	295083					
							Requerimientos Netos	0	0	0	0	0	0	76805	0	0	0	0	66331	0					
							Recepción Planeada de la Orden	0	0	0	0	0	0	450350	0	0	0	0	450350	0					
							Liberación Planeada de la Orden	0	0	0	0	0	450350	0	0	0	0	450350	0	0					
61850	1	2000	0	0	1	E	Requerimientos Brutos	0	28990	29003	28990	28990	28629	28649	28629	28636	27271	27271	27271	27271					
							Recepciones programadas	61850			0			0											
							Inventario Proyectado	63850	34860	5857	38717	9728	42949	14299	47520	18885	53464	26194	60773	33502					
							Requerimientos Netos		0	0	23133	0	18901	0	14330	0	8386	0	1077	0					
							Recepción Planeada de la Orden		0	0	61850	0	61850	0	61850	0	61850	0	61850	0					
							Liberación Planeada de la Orden	0	0	61850	0	61850	0	61850	0	61850	0	61850	0	61850	0				
10000	1	10000	0	0	1	F	Requerimientos Brutos	0	70488	70512	70488	70488	66384	66384	66384	66396	69492	69492	69504	69492					
							Recepciones programadas	315000			0			0											
							Inventario Proyectado	325000	254512	184000	113512	43024	6640	256	3872	7476	7984	8492	8988	9496					
							Requerimientos Netos		0	0	0	0	23360	59744	66128	62524	62016	61508	61012	60504					
							Recepción Planeada de la Orden		0	0	0	0	30000	60000	70000	70000	70000	70000	70000	70000					
							Liberación Planeada de la Orden	0	0	0	0	30000	60000	70000	70000	70000	70000	70000	70000	70000					
315000	1	10000	0	0	1	H	Requerimientos Brutos	0	70488	70512	70488	70488	66384	66384	66384	66396	69492	69492	69504	69492					
							Recepciones programadas	315000			0			0											
							Inventario Proyectado	325000	254512	184000	113512	43024	291640	225256	158872	92476	22984	268492	198988	129496					
							Requerimientos Netos		0	0	0	0	23360	0	0	0	0	46508	0	0					
							Recepción Planeada de la Orden		0	0	0	0	315000	0	0	0	0	315000	0	0					
							Liberación Planeada de la Orden	0	0	0	0	315000	0	0	0	0	315000	0	0	0					
100	1	2000	0	0	1	L	Requerimientos Brutos	0	23496	23504	23496	23496	22128	22128	22128	22132	23164	23164	23168	23164					
							Recepciones programadas	105000			0			0											
							Inventario Proyectado	107000	83504	60000	36504	13008	80	52	24	92	28	64	96	32					
							Requerimientos Netos		0	0	0	0	9120	22048	22076	22108	23072	23136	23104	23068					
							Recepción Planeada de la Orden		0	0	0	0	9200	22100	22100	22200	23100	23200	23200	23100					
							Liberación Planeada de la Orden	0	0	0	0	9200	22100	22100	22200	23100	23200	23200	23100	0					
20000	1	0	0	0	1	I	Requerimientos Brutos	0	23496	23504	23496	23496	22128	22128	22128	22132	23164	23164	23168	23164					
							Recepciones programadas	105000			0			0											
							Inventario Proyectado	105000	81504	58000	34504	11008	8880	6752	4624	2492	19328	16164	12996	9832					
							Requerimientos Netos		0	0	0	0	11120	13248	15376	17508	20672	3836	7004	10168					
							Recepción Planeada de la Orden		0	0	0	0	20000	20000	20000	20000	40000	20000	20000	20000					
							Liberación Planeada de la Orden		0	0	0	20000	20000	20000	20000	40000	20000	20000	20000	0					
25850	1	0	0	0	1	M	Requerimientos Brutos	0	5874	5876	5874	5874	5532	5532	5532	5533	5791	5791	5792	5791					
							Recepciones programadas	25850			0			0											
							Inventario Proyectado	25850	19976	14100	8226	2352	22670	17138	11606	6073	282	20341	14549	8758					
							Requerimientos Netos		0	0	0	0	3180	0	0	0	0	5509	0	0					
							Recepción Planeada de la Orden		0	0	0	0	25850	0	0	0	0	25850	0	0					
							Liberación Planeada de la Orden		0	0	0	25850	0	0	0	0	25850	0	0	0					

Como se puede apreciar en el MRP propuesto aparecen costo por pedir en las nuevas recepciones planeadas de la orden para cada material, pero como se muestra en el inventario proyectado la cantidad de material se reduce radicalmente para la siguiente semana.

### Costo del MRP propuesto

Tabla 38. Costo MRP propuesto

Material		Costo por pedir	Costo por almacenar	Costo de materiales
A	Tela Llana	\$ 6,08	\$ 6.929,38	\$ 337.590,00
B	Tela Estampada	\$ 7,60	\$ 2.852,15	\$ 210.900,75
C	Tela Malla	\$ 3,04	\$ 631,24	\$ 16.530,75
D	Sesgo	\$ 3,04	\$ 39.226,99	\$ 53.298,36
E	Elástico	\$ 7,60	\$ 5.801,24	\$ 16.979,88
F	Plastiflechas	\$ 12,16	\$ 810,32	\$ 3.439,60
G	Tallas	\$ 3,04	\$ 14.149,92	\$ 16.350,10
H	Etiqueta de cartón	\$ 3,04	\$ 11.899,51	\$ 16.510,08
I	Código de barra	\$ 12,16	\$ 997,82	\$ 3.439,60
J	Seda	\$ 3,04	\$ 1.468,52	\$ 1.755,86
K	Hilo	\$ 3,04	\$ 4.096,21	\$ 5.083,31
L	Cajas	\$ 12,16	\$ 6.965,42	\$ 33.020,16
M	Fundas	\$ 3,04	\$ 2.191,07	\$ 3.439,60
<b>Total</b>		<b>\$ 79,04</b>	<b>\$ 98.019,77</b>	<b>\$ 718.338,05</b>
		<b>Total de producción mejorado</b>		<b>\$ 816.436,86</b>

### Análisis:

En la tabla 38, se puede observar que el costo por pedir es de \$ 79,04 dólares, lo que implica un costo mínimo, seguido de \$ 98.019,77 dólares por mantener inventario de todos los materiales. El costo del material es de \$ 718.338,05 dólares para los tres meses en estudio.

El costo de implementar el MRP propuesto con las nuevas cantidades de requerimientos es de \$ 816.436,86 dólares.

### **Comparación de costos entre el MRP actual y propuesto**

Para comprobar la mejora propuesta se procede a comparar los valores totales de cada uno de los MRP teniendo lo siguiente:

- **Total de producción Actual:** \$ 918.561,04
- **Total de producción mejorado:** \$ 816.436,86

Se procede a obtener la diferencia de costos de ambos MRP en cuestión para poder obtener el porcentaje de mejora.

$$Mejora = 918.561,04 - \$816.436,86$$

$$Mejora = \$ \mathbf{102.124,18}$$

Para obtener el porcentaje de mejora se tiene la relación siguiente:

$$\%Mejora = \left( 1 - \frac{816.436,86}{918.561,04} \right) * 100$$

$$\%Mejora = 11,12 \approx 11$$

$$\%Mejora = \mathbf{11}$$

#### **Análisis:**

El MRP propuesto reduce en \$ 102.124,18 a la empresa por costos de mantener inventario en los materiales y esto implica un 11% de mejora en relación al MRP con las recepciones planeadas que en la actualidad tiene la empresa cada mes.

## CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

- Para la evaluación de la situación actual en la que se desarrolla la empresa se realizó un análisis de inventarios ABC, esto permitió organizar a un catálogo de 242 artículos en categorías de las cuales se determinaron 15 artículos tipo A en los que se enfocará el estudio, posteriormente se desarrolló un estudio de tiempo de los artículos en análisis, tomando en especial consideración al producto estrella el artículo PT00425.00, del cual se obtuvo un tiempo de ciclo igual a 9,23 min y un tiempo estándar de 10,89 min/docena, tiempo que permite una producción diaria de 44 docenas en la jornada laboral de 475 min derivado del tiempo de preparación de las máquinas.
- Se desarrolló un pronóstico de la demanda para los 6 primeros meses del año 2021, para ello se utilizó como recurso tecnológico el software estadístico Minitab, bajo la aplicación del método de suavizamiento exponencial doble a excepción del artículo PT00455.02 en el cual se aplicó método de Winters, se estableció los valores de las constantes de suavización y dichos métodos fueron los más aptos en base al histórico de ventas de los 2 periodos anteriores correspondientes a los años 2019 y 2020, dando como resultado una demanda promedio total de 26.889 docenas.
- Para la planeación agregada se desarrollaron tres planes para determinar la mejor opción en base a la demanda y al costo que genera, obteniéndose como mejor opción y el más apto el plan agregado por subcontratación con un costo de \$128.980,20 que considera una capacidad constante de 23.500 docenas, una fuerza de trabajo constante de 35 trabajadores y un costo de subcontratación mínimo, este plan resulta ser el más apto debido a la cantidad de maquilas con las que trabaja la empresa, el ahorro económico en infraestructura, materia e insumos y rapidez en tiempo de entrega del producto terminado al cliente.
- Se desarrolló un MPS para tres meses en base al pronóstico de ventas, obteniendo como resultado el manejo de Lote por Lote como mejor opción para

los productos terminados, pues al producir la cantidad pronosticada se evita generar costos por mantener inventario y únicamente se manejan costos por pedido de \$18,24 para cada uno de los 15 artículos, teniendo como costo total de \$273,60.

- Se desarrolló un MRP en relación a la situación actual de la empresa y un MRP como propuesta de mejora, determinándose que, en base a una nueva política de abastecimiento de materiales, costos por mantener inventarios, costos por pedidos y costos de materiales, el MRP propuesto tiene un costo total de \$816.436,86 que en relación al costo del MRP actual se genera una reducción de \$ 102.124,18 en un horizonte de 12 semanas de planificación correspondientes a una mejora del 11%.

## 4.2 Recomendaciones

- En cuestión al almacenamiento, manejo y abastecimiento de materiales internos, se sugiere a la empresa contratar o designar una persona encargada en la coordinación y control del manejo de materiales para cubrir los pedidos mensuales, con esto se pretende evitar que se sigan generando grandes cantidades de desperdicios de materia prima e insumos, que el ritmo de trabajo de los operarios sea más eficiente y que la producción diaria se lleve a cabo en relación a lo estimado.
- Estandarizar los procesos y procedimientos para la contratación y capacitación de personal y para la ejecución de cada una de las actividades clave de la confección de ropa interior, ya que generalmente estos no son tomados en cuenta por las autoridades debido a los costos que generan.
- Realizar controles periódicos de cumplimiento de las actividades, del departamento de producción específicamente, en favor de mantener un equilibrio del ritmo de trabajo y manejo de materiales, ya que al mejorar este aspecto se evidenciará la mejora en la línea productiva, producción de la jornada laboral y ahorro en costos de adquisición de materia prima e insumos.

## C. MATERIALES DE REFERENCIA

### Referencias Bibliográficas

- [1] J. Reyes Vásquez y C. Molina Velis, «Plan Agregado de Producción Mediante el Uso de un Algoritmo de Programación Lineal: Un caso de Estudio para la Pequeña Industria,» *Politécnica*, vol. 34, nº 1, pp. 108-114, 2014.
- [2] V. A. Cruz Muisín, «“Plan de Requerimiento de Materiales en la empresa CASTRO MAQUINARIA”,» Ambato, 2015.
- [3] A. D. Pazmiño Vargas, «PLAN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES PARA EL CONTROL DE USO DE INVENTARIO EN LA PRODUCCIÓN DE BUSES EN LA EMPRESA CARROCERÍAS JÁCOME,» Ambato, 2015.
- [4] N. E. Zamora Núñez, «PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN EL ÁREA DE SERIGRAFÍA DE LA EMPRESA DE CALZADO STROCALZA,» Ambato, 2020.
- [5] C. T. Fierro Freire, «MODELO DE PROGRAMACIÓN LINEAL PARA UN SISTEMA DE PLANEACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE MATERIALES (MRP) EN LA EMPRESA DE CALZADO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL MARCIA.,» Ambato, 2017.
- [6] D. A. Cabrera Rueda, «ESTUDIO PARA LA ESTANDARIZACIÓN DE MÉTODOS DE TRABAJO Y TIEMPOS DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA DE MUEBLES MODULARES METÁLICOS PARA OFICINAS “RUEDA CABRERA CÍA. LTDA.”, DE LA CIUDAD DE QUITO.,» Quito, 2014.
- [7] M. Ordóñez, «La coyuntura actual del sector textil ecuatoriano.,» *Gestión*, nº 255, pp. 52-60, 2018.
- [8] J. Cevallos, «Momentos difíciles para el textil ecuatoriano,» *Gestión*, nº 237, pp. 34-36, 2018.

- [9] C. Katherine, «Procesos de producción y la productividad en los talleres artesanales textiles del programa Hilando el Desarrollo de la Provincia de Tungurahua,» 2016. [En línea]. Available: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/20127/1/T3501i.pdf>.
- [10] L. C. Palacios Acero, «Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos,» ECOE, Bogotá, 2016.
- [11] B. Niebel y A. Freivalds, «Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo,» McGraw - Hill, México, 2014.
- [12] J. Heizer y B. Render, Principios de Administración de Operaciones, México: Pearson Educación, 2004.
- [13] E. D. Cáceres Cárdenas, «MODELO DE PROGRAMACIÓN LINEAL PARA PLANEACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE MATERIAL EN „CARROCERÍAS M&L“,» Ambato, 2014.
- [14] C. T. Fierro Freire, «MODELO DE PROGRAMACIÓN LINEAL PARA UN SISTEMA DE PLANEACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE MATERIALES (MRP) EN LA EMPRESA DE CALZADO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL MARCIA.,» Ambato, 2017.
- [15] G. F. Flores Chiliquinga, «PLAN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN EN LA TENERIA INCA S.A.,» Ambato, 2013.
- [16] J. E. MUÑOZ URIBE y O. L. DIUZA VALLEJO, «PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN MRP EN LOS PRODUCTOS SEMILLA Y GRAGEA DE LA EMPRESA ALIMENTOS ANGELITA LTDA.,» Santiago de Cali, 2016.
- [17] J. A. Paredes Armas y M. A. Torres Castro, «PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA MRP INTEGRANDO TÉCNICAS DE MANUFACTURA ESBELTA PARA LA MEJORA DE LA

RENTABILIDAD DE LA EMPRESA CALZADOS PAREDES S.A.C.,»  
Trujillo, Perú, 2014.

- [18] G. Miño, E. Saumell, A. Toledo, A. Roldan y R. Moreno, «Planeación de requerimientos de materiales por el sistema MRP. Caso Laboratorio Farmacéutico Oriente. Cuba,» *Scielo*, vol. 35, n° 2, pp. 208-219, 2015.
- [19] leanmanufacturing10, «MRP: Planificación de requerimientos de materiales: ¿Qué es mrp?,» 1 Junio 2020. [En línea]. Available: <https://leanmanufacturing10.com/mrp-planeacion-requerimientos-materiales-mrp>.
- [20] P. Romero, «Diferencias entre Lean Manufacturing vs MRP. Dos enfoques enfrentados de producción,» 25 Mayo 2018. [En línea]. Available: <https://geinfor.com/business/diferencias-entre-lean-manufacturing-vs-mrp/>.

## Anexos

### Anexo 1. Socialización de la propuesta de mejora al propietario de la empresa y al encargado de bodega de Insumos



Anexo 2. Formato de la entrevista

	D'CHRISTIAN MARYURI
	Entrevista
<p align="center"><b>ENTREVISTA DIRIGIDA AL PERSONAL ENCARGADO DEL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA</b></p> <p><b>Objetivo:</b> Determinar cómo se realiza la planeación y el abastecimiento de materiales en la bodega de la empresa D'Christian Maryuri.</p> <p><b>Fecha:</b></p>	
<p>1) <b>¿Conoce usted el procedimiento que se lleva a cabo para ejecutar un pedido de materia prima a los proveedores?</b></p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	
<p>2) <b>¿Cómo se controla el ingreso y salida de la materia prima de la bodega?</b></p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	
<p>3) <b>¿Conoce usted si el abastecimiento de las materias primas para la producción de un producto está establecido por lotes?</b></p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	
<p>4) <b>¿Cuál es el procedimiento para realizar un pedido de materia prima a la bodega por parte de los operarios?</b></p>	

---

---

---

---

- 5) **¿Conoce usted cómo se determinan los costos de mantener inventario y los costos de preparación de órdenes de productos? ¿La empresa considera estos costos?**

---

---

---

---

- 6) **¿Considera usted que el abastecimiento de materia prima es adecuado para satisfacer los requerimientos de producción sin generar demoras innecesarias?**

---

---

---

---

- 7) **¿Cómo se verifica la disponibilidad de materia prima necesaria para realizar una orden de producción generada?**

---

---

---

---

- 8) **¿Cuáles son los principales problemas que los operarios presentan en el manejo de la materia prima para la elaboración de los productos?**

---

---

---

---

**9) ¿Conoce usted si los recursos y materia prima disponibles en bodega para producción son correctamente utilizados por los operarios?**

---

---

---

---

**10) ¿Considera que la capacidad de producción actual de la empresa es la adecuada en relación con el abastecimiento y manejo de materiales?**

---

---

---

---

**11) ¿Cómo se determinan los valores de ventas futuras?**

---

---

---

---

**Elaborado por:** Xavier López

**Anexo 3.** Formato para costos de fabricación de docena de artículos

			<b>D'CHRISTIAN MARYURI</b>		
			<b>Lista de Materiales (BOM)</b>		
<b>Descripción del Artículo:</b>					
<b>Código:</b>					
Material	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio Total	Observaciones
<b>TOTAL</b>					
<b>Elaborado por:</b>			<b>Revisado por:</b>		

**Anexo 4.** Costos de fabricación por docena de artículos tipo A

			<b>D'CHRISTIAN MARYURI</b>		
			<b>Lista de Materiales (BOM)</b>		
<b>Descripción del Artículo:</b> Calzón mujer semiclásico llano					
<b>Código:</b> PT00405.00					
Material	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio Total	Observaciones
Tallas	12	unidades	\$0,0200	\$0,24	
Plastiflechas	12	unidades	\$0,0042	\$0,05	
Etiqueta de cartón	12	unidades	\$0,0200	\$0,24	
Código de barra	4	unidades	\$0,0125	\$0,05	
Cajas	4	unidades	\$0,1200	\$0,48	
Fundas	1	unidad	\$0,0500	\$0,05	
Tela Llana	1	kilo	\$4,2600	\$4,26	
Sesgo	21	metros	\$0,0500	\$1,05	
Seda	180	metros	\$0,0030	\$0,04	
<b>TOTAL</b>				\$ 6,46	
<b>Elaborado por:</b> Xavier López			<b>Revisado por:</b> Ing. Israel Naranjo		

			<b>D'CHRISTIAN MARYURI</b>		
			<b>Lista de Materiales (BOM)</b>		
<b>Descripción del Artículo:</b> Calzón elástico maryuri en cintura					
<b>Código:</b> PT00455.00					
Material	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio Total	Observaciones
Tallas	12	unidades	\$0,0200	\$0,24	
Plastiflechas	12	unidades	\$0,0042	\$0,05	
Etiqueta de cartón	12	unidades	\$0,0200	\$0,24	
Código de barra	4	unidades	\$0,0125	\$0,05	
Cajas	4	unidades	\$0,1200	\$0,48	
Fundas	1	unidad	\$0,0500	\$0,05	
Tela Llana	1	kilo	\$4,2600	\$4,26	
Sesgo	12.6	metros	\$0,0500	\$0,63	
Elástico	20.4	metros	\$0,0500	\$1,02	
Hilo	180	metros	\$0,0200	\$0,25	
<b>TOTAL</b>				\$ 7,27	
<b>Elaborado por:</b> Xavier López			<b>Revisado por:</b> Ing. Israel Naranjo		

			<b>D'CHRISTIAN MARYURI</b>		
			<b>Lista de Materiales (BOM)</b>		
<b>Descripción del Artículo:</b> Calzón senoreto tela power					
<b>Código:</b> PT00442.00					
Material	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio Total	Observaciones
Tallas	12	unidades	\$0,0200	\$0,24	
Plastiflechas	12	unidades	\$0,0042	\$0,05	
Etiqueta de cartón	12	unidades	\$0,0200	\$0,24	
Código de barra	4	unidades	\$0,0125	\$0,05	
Cajas	4	unidades	\$0,1200	\$0,48	
Fundas	1	unidad	\$0,0500	\$0,05	
Tela Llana	1	kilo	\$4,2600	\$4,26	
Tela Malla	0.5	kilo	\$2,1300	\$2,13	
Sesgo	21	metros	\$0,0500	\$1,05	
Seda	180	metros	\$0,0030	\$0,04	
<b>TOTAL</b>				\$ 8,59	
<b>Elaborado por:</b> Xavier López			<b>Revisado por:</b> Ing. Israel Naranjo		

		<b>D'CHRISTIAN MARYURI</b>			
		<b>Lista de Materiales (BOM)</b>			
<b>Descripción del Artículo:</b> Calzón elástico maryuri en cintura estampado todo <b>Código:</b> PT00455.02					
Material	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio Total	Observaciones
Tallas	12	unidades	\$0,0200	\$0,24	
Plastiflechas	12	unidades	\$0,0042	\$0,05	
Etiqueta de cartón	12	unidades	\$0,0200	\$0,24	
Código de barra	4	unidades	\$0,0125	\$0,05	
Cajas	4	unidades	\$0,1200	\$0,48	
Fundas	1	unidad	\$0,0500	\$0,05	
Tela Estampada	1	kilo	\$4,2600	\$4,26	
Sesgo	12.6	metros	\$0,0500	\$0,63	
Elástico	20.4	metros	\$0,0500	\$1,02	
Hilo	180	metros	\$0,0200	\$0,25	
<b>TOTAL</b>				\$ 7,27	
<b>Elaborado por:</b> Xavier López			<b>Revisado por:</b> Ing. Israel Naranjo		

		<b>D'CHRISTIAN MARYURI</b>			
		<b>Lista de Materiales (BOM)</b>			
<b>Descripción del Artículo:</b> Calzón clásico estampado <b>Código:</b> PT00425.01					
Material	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio Total	Observaciones
Tallas	12	unidades	\$0,0200	\$0,24	
Plastiflechas	12	unidades	\$0,0042	\$0,05	
Etiqueta de cartón	12	unidades	\$0,0200	\$0,24	
Código de barra	4	unidades	\$0,0125	\$0,05	
Cajas	4	unidades	\$0,1200	\$0,48	
Fundas	1	unidad	\$0,0500	\$0,05	
Tela Estampada	1	kilo	\$4,2600	\$4,26	
Sesgo	21	metros	\$0,0500	\$1,05	
Seda	180	metros	\$0,0030	\$0,04	
<b>TOTAL</b>				\$ 6,46	
<b>Elaborado por:</b> Xavier López			<b>Revisado por:</b> Ing. Israel Naranjo		

			<b>D'CHRISTIAN MARYURI</b>		
			<b>Lista de Materiales (BOM)</b>		
<b>Descripción del Artículo:</b> Calzón mujer semiclásico estampado todo					
<b>Código:</b> PT00430.00					
Material	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio Total	Observaciones
Tallas	12	unidades	\$0,0200	\$0,24	
Plastiflechas	12	unidades	\$0,0042	\$0,05	
Etiqueta de cartón	12	unidades	\$0,0200	\$0,24	
Código de barra	4	unidades	\$0,0125	\$0,05	
Cajas	4	unidades	\$0,1200	\$0,48	
Fundas	1	unidad	\$0,0500	\$0,05	
Tela Estampada	1	kilo	\$4,2600	\$4,26	
Sesgo	21	metros	\$0,0500	\$1,05	
Seda	180	metros	\$0,0030	\$0,04	
<b>TOTAL</b>				\$ 6,46	
<b>Elaborado por:</b> Xavier López			<b>Revisado por:</b> Ing. Israel Naranjo		

			<b>D'CHRISTIAN MARYURI</b>		
			<b>Lista de Materiales (BOM)</b>		
<b>Descripción del Artículo:</b> Calzón clásico randa reforzado					
<b>Código:</b> PT00411.00					
Material	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio Total	Observaciones
Tallas	12	unidades	\$0,0200	\$0,24	
Plastiflechas	12	unidades	\$0,0042	\$0,05	
Etiqueta de cartón	12	unidades	\$0,0200	\$0,24	
Código de barra	4	unidades	\$0,0125	\$0,05	
Cajas	4	unidades	\$0,1200	\$0,48	
Fundas	1	unidad	\$0,0500	\$0,05	
Tela Llaná	1	kilo	\$4,2600	\$4,26	
Tela Malla	0.5	kilo	\$2,1300	\$2,13	
Sesgo	21	metros	\$0,0500	\$1,05	
Seda	180	metros	\$0,0030	\$0,04	
<b>TOTAL</b>				\$ 8,59	
<b>Elaborado por:</b> Xavier López			<b>Revisado por:</b> Ing. Israel Naranjo		

			<b>D'CHRISTIAN MARYURI</b>		
			<b>Lista de Materiales (BOM)</b>		
<b>Descripción del Artículo:</b> Calzón estampado frente sesgo combinado					
<b>Código:</b> PT00275.00					
Material	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio Total	Observaciones
Tallas	12	unidades	\$0,0200	\$0,24	
Plastiflechas	12	unidades	\$0,0042	\$0,05	
Etiqueta de cartón	12	unidades	\$0,0200	\$0,24	
Código de barra	4	unidades	\$0,0125	\$0,05	
Cajas	4	unidades	\$0,1200	\$0,48	
Fundas	1	unidad	\$0,0500	\$0,05	
Tela Llana	1	kilo	\$4,2600	\$4,26	
Tela Estampada	0.5	kilo	\$2,1300	\$2,13	
Sesgo	18	metros	\$0,0500	\$0,90	
Seda	180	metros	\$0,0030	\$0,04	
<b>TOTAL</b>				\$ 8,44	
<b>Elaborado por:</b> Xavier López			<b>Revisado por:</b> Ing. Israel Naranjo		

			<b>D'CHRISTIAN MARYURI</b>		
			<b>Lista de Materiales (BOM)</b>		
<b>Descripción del Artículo:</b> Calzón estampado frente elástico ancho					
<b>Código:</b> PT00270.00					
Material	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio Total	Observaciones
Tallas	12	unidades	\$0,0200	\$0,24	
Plastiflechas	12	unidades	\$0,0042	\$0,05	
Etiqueta de cartón	12	unidades	\$0,0200	\$0,24	
Código de barra	4	unidades	\$0,0125	\$0,05	
Cajas	4	unidades	\$0,1200	\$0,48	
Fundas	1	unidad	\$0,0500	\$0,05	
Tela Estampada	1	kilo	\$4,2600	\$4,26	
Sesgo	10.8	metros	\$0,0500	\$0,54	
Elástico	6.6	metros	\$0,0500	\$0,33	
Hilo	180	metros	\$0,0200	\$0,25	
<b>TOTAL</b>				\$ 6,49	
<b>Elaborado por:</b> Xavier López			<b>Revisado por:</b> Ing. Israel Naranjo		

		<b>D'CHRISTIAN MARYURI</b>			
		<b>Lista de Materiales (BOM)</b>			
<b>Descripción del Artículo:</b> Calzón niña clásico Transfer					
<b>Código:</b> PT00212.00					
Material	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio Total	Observaciones
Tallas	12	unidades	\$0,0200	\$0,24	
Plastiflechas	12	unidades	\$0,0042	\$0,05	
Etiqueta de cartón	12	unidades	\$0,0200	\$0,24	
Código de barra	4	unidades	\$0,0125	\$0,05	
Cajas	4	unidades	\$0,1200	\$0,48	
Fundas	1	unidad	\$0,0500	\$0,05	
Tela Llana	1	kilo	\$4,2600	\$4,26	
Tela Estampada	0.5	kilo	\$2,1300	\$2,13	
Sesgo	18	metros	\$0,0500	\$0,90	
Seda	180	metros	\$0,0030	\$0,04	
<b>TOTAL</b>				\$ 8,44	
<b>Elaborado por:</b> Xavier López			<b>Revisado por:</b> Ing. Israel Naranjo		

		<b>D'CHRISTIAN MARYURI</b>			
		<b>Lista de Materiales (BOM)</b>			
<b>Descripción del Artículo:</b> Calzón estampado elástico maryuri					
<b>Código:</b> PT00428.00					
Material	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio Total	Observaciones
Tallas	12	unidades	\$0,0200	\$0,24	
Plastiflechas	12	unidades	\$0,0042	\$0,05	
Etiqueta de cartón	12	unidades	\$0,0200	\$0,24	
Código de barra	4	unidades	\$0,0125	\$0,05	
Cajas	4	unidades	\$0,1200	\$0,48	
Fundas	1	unidad	\$0,0500	\$0,05	
Tela Llana	1	kilo	\$4,2600	\$4,26	
Tela estampada	0.5	kilo	\$2,1300	\$2,13	
Sesgo	12.6	metros	\$0,0500	\$0,63	
Elástico Maryuri	20.4	metros	\$0,0500	\$1,02	
Seda	180	metros	\$0,0030	\$0,04	
<b>TOTAL</b>				\$ 9,19	
<b>Elaborado por:</b> Xavier López			<b>Revisado por:</b> Ing. Israel Naranjo		

		<b>D'CHRISTIAN MARYURI</b>			
		<b>Lista de Materiales (BOM)</b>			
<b>Descripción del Artículo:</b> Calzón clásico niña estampado todo					
<b>Código:</b> PT00230.00					
Material	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio Total	Observaciones
Tallas	12	unidades	\$0,0200	\$0,24	
Plastiflechas	12	unidades	\$0,0042	\$0,05	
Etiqueta de cartón	12	unidades	\$0,0200	\$0,24	
Código de barra	4	unidades	\$0,0125	\$0,05	
Cajas	4	unidades	\$0,1200	\$0,48	
Fundas	1	unidad	\$0,0500	\$0,05	
Tela Estampada	1	kilo	\$4,2600	\$4,26	
Sesgo	18	metros	\$0,0500	\$0,90	
Seda	180	metros	\$0,0030	\$0,04	
<b>TOTAL</b>				\$ 6,31	
<b>Elaborado por:</b> Xavier López			<b>Revisado por:</b> Ing. Israel Naranjo		

		<b>D'CHRISTIAN MARYURI</b>			
		<b>Lista de Materiales (BOM)</b>			
<b>Descripción del Artículo:</b> Calzón clásico tela estampado elástico maryuri					
<b>Código:</b> PT00295.00					
Material	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio Total	Observaciones
Tallas	12	unidades	\$0,0200	\$0,24	
Plastiflechas	12	unidades	\$0,0042	\$0,05	
Etiqueta de cartón	12	unidades	\$0,0200	\$0,24	
Código de barra	4	unidades	\$0,0125	\$0,05	
Cajas	4	unidades	\$0,1200	\$0,48	
Fundas	1	unidad	\$0,0500	\$0,05	
Tela estampada	0.5	kilo	\$2,1300	\$2,13	
Sesgo Combinado	10.8	metros	\$0,0500	\$0,54	
Elástico Maryuri	6.6	metros	\$0,0500	\$0,33	
Hilo	180	metros	\$0,0200	\$0,25	
<b>TOTAL</b>				\$ 4,36	
<b>Elaborado por:</b> Xavier López			<b>Revisado por:</b> Ing. Israel Naranjo		

		<b>D'CHRISTIAN MARYURI</b>			
		<b>Lista de Materiales (BOM)</b>			
<b>Descripción del Artículo:</b> Calzón clásico faja sesgo <b>Código:</b> PT00490.00					
Material	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio Total	Observaciones
Tallas	12	unidades	\$0,0200	\$0,24	
Plastiflechas	12	unidades	\$0,0042	\$0,05	
Etiqueta de cartón	12	unidades	\$0,0200	\$0,24	
Código de barra	4	unidades	\$0,0125	\$0,05	
Cajas	4	unidades	\$0,1200	\$0,48	
Fundas	1	unidad	\$0,0500	\$0,05	
Tela Llana	1.25	kilo	\$4,2600	\$5,33	
Sesgo	20.4	metros	\$0,0500	\$1,02	
Seda	180	metros	\$0,0030	\$0,04	
<b>TOTAL</b>				\$ 7,49	
<b>Elaborado por:</b> Xavier López			<b>Revisado por:</b> Ing. Israel Naranjo		

#### Anexo 5. Cálculo del Tiempo estándar

#### Tiempo estándar artículo PT00405.00

TIEMPO ESTÁNDAR				
<b>PROCESO</b>	Confección			
<b>PRODUCTO</b>	PT00405.00			
<b>Elaborado por:</b>	Xavier López			
<b>Revisado por:</b>	Ing. Israel Naranjo			
			<b>VALOR</b>	
<b>SUPLEMENTOS CONSTANTES</b>	A	Suplementos por necesidades personales	7	
	B	Suplementos base por fatiga	4	
<b>SUPLEMENTOS VARIABLES</b>	A	Suplementos por uso de la fuerza o energía muscular	1	
	B	Suplementos por concentración intensa	2	
	C	Suplementos por monotonía	4	
$TS = TN * (1 + S)$ $S = 18\% = 0,18$		<b>TOTAL</b>	18	
		TN(s)		553,44
		TN (min)		9,23
		<b>TS (s)</b>		653,06
		<b>TS (min)</b>		10,89
Nota: TN= Tiempo Normal; TS=Tiempo Estándar				

### Tiempo estándar artículo PT00455.00

TIEMPO ESTÁNDAR			
<b>PROCESO</b>	Confección		
<b>PRODUCTO</b>	PT00455.00		
<b>Elaborado por:</b>	Xavier López		
<b>Revisado por:</b>	Ing. Israel Naranjo		
			<b>VALOR</b>
<b>SUPLEMENTOS CONSTANTE:</b>	A	Suplementos por necesidades personales	7
	B	Suplementos base por fatiga	4
<b>SUPLEMENTOS VARIABLES</b>	A	Suplementos por uso de la fuerza o energía muscular	1
	B	Suplementos por concentración intensa	2
	C	Suplementos por monotonía	4
$TS = TN * (1 + S)$ $S = 18\% = 0,18$		<b>TOTAL</b>	<b>18</b>
		TN(s)	553,44
		TN (min)	9,23
		<b>TS (s)</b>	<b>653,06</b>
		<b>TS (min)</b>	<b>10,89</b>
Nota: TN= Tiempo Normal; TS=Tiempo Estándar			

### Tiempo estándar artículo PT00442.00

TIEMPO ESTÁNDAR			
<b>PROCESO</b>	Confección		
<b>PRODUCTO</b>	PT00442.00		
<b>Elaborado por:</b>	Xavier López		
<b>Revisado por:</b>	Ing. Israel Naranjo		
			<b>VALOR</b>
<b>SUPLEMENTOS CONSTANTE:</b>	A	Suplementos por necesidades personales	7
	B	Suplementos base por fatiga	4
<b>SUPLEMENTOS VARIABLES</b>	A	Suplementos por uso de la fuerza o energía muscular	1
	B	Suplementos por concentración intensa	2
	C	Suplementos por monotonía	4
$TS = TN * (1 + S)$ $S = 18\% = 0,18$		<b>TOTAL</b>	<b>18</b>
		TN(s)	1500
		TN (min)	25
		<b>TS (s)</b>	<b>1770,00</b>
		<b>TS (min)</b>	<b>29,50</b>
Nota: TN= Tiempo Normal; TS=Tiempo Estándar			

### Tiempo estándar artículo PT00455.02

TIEMPO ESTÁNDAR			
<b>PROCESO</b>	Confección		
<b>PRODUCTO</b>	PT00455.02		
<b>Elaborado por:</b>	Xavier López		
<b>Revisado por:</b>	Ing. Israel Naranjo		
			<b>VALOR</b>
<b>SUPLEMENTOS CONSTANTE</b>	A	Suplementos por necesidades personales	7
	B	Suplementos base por fatiga	4
<b>SUPLEMENTOS VARIABLES</b>	A	Suplementos por uso de la fuerza o energía muscular	1
	B	Suplementos por concentración intensa	2
	C	Suplementos por monotonía	4
$TS = TN * (1 + S)$ $S = 18\% = 0,18$		<b>TOTAL</b>	18
		TN(s)	900
		TN (min)	15
		<b>TS (s)</b>	1062,00
		<b>TS (min)</b>	17,70
Nota: TN= Tiempo Normal; TS=Tiempo Estándar			

### Tiempo estándar artículo PT00425.01

TIEMPO ESTÁNDAR			
<b>PROCESO</b>	Confección		
<b>PRODUCTO</b>	PT00425.01		
<b>Elaborado por:</b>	Xavier López		
<b>Revisado por:</b>	Ing. Israel Naranjo		
			<b>VALOR</b>
<b>SUPLEMENTOS CONSTANTE</b>	A	Suplementos por necesidades personales	7
	B	Suplementos base por fatiga	4
<b>SUPLEMENTOS VARIABLES</b>	A	Suplementos por uso de la fuerza o energía muscular	1
	B	Suplementos por concentración intensa	2
	C	Suplementos por monotonía	4
$TS = TN * (1 + S)$ $S = 18\% = 0,18$		<b>TOTAL</b>	18
		TN(s)	900
		TN (min)	15
		<b>TS (s)</b>	1062,00
		<b>TS (min)</b>	17,70
Nota: TN= Tiempo Normal; TS=Tiempo Estándar			

**Tiempo estándar artículo PT00430.00**

<b>TIEMPO ESTÁNDAR</b>			
<b>PROCESO</b>	Confección		
<b>PRODUCTO</b>	PT00430.00		
<b>Elaborado por:</b>	Xavier López		
<b>Revisado por:</b>	Ing. Israel Naranjo		
			<b>VALOR</b>
<b>SUPLEMENTOS CONSTANTE</b>	A	Suplementos por necesidades personales	7
	B	Suplementos base por fatiga	4
<b>SUPLEMENTOS VARIABLES</b>	A	Suplementos por uso de la fuerza o energía muscular	1
	B	Suplementos por concentración intensa	2
	C	Suplementos por monotonía	4
$TS = TN * (1 + S)$ $S = 18\% = 0,18$		<b>TOTAL</b>	<b>18</b>
		TN(s)	553,44
		TN (min)	9,23
		<b>TS (s)</b>	<b>653,06</b>
		<b>TS (min)</b>	<b>10,89</b>
Nota: TN= Tiempo Normal; TS=Tiempo Estándar			

**Tiempo estándar artículo PT00411.00**

<b>TIEMPO ESTÁNDAR</b>			
<b>PROCESO</b>	Confección		
<b>PRODUCTO</b>	PT00411.00		
<b>Elaborado por:</b>	Xavier López		
<b>Revisado por:</b>	Ing. Israel Naranjo		
			<b>VALOR</b>
<b>SUPLEMENTOS CONSTANTE</b>	A	Suplementos por necesidades personales	7
	B	Suplementos base por fatiga	4
<b>SUPLEMENTOS VARIABLES</b>	A	Suplementos por uso de la fuerza o energía muscular	1
	B	Suplementos por concentración intensa	2
	C	Suplementos por monotonía	4
$TS = TN * (1 + S)$ $S = 18\% = 0,18$		<b>TOTAL</b>	<b>18</b>
		TN(s)	1500
		TN (min)	25
		<b>TS (s)</b>	<b>1770,00</b>
		<b>TS (min)</b>	<b>29,50</b>
Nota: TN= Tiempo Normal; TS=Tiempo Estándar			

**Tiempo estándar artículo PT00275.00**

<b>TIEMPO ESTÁNDAR</b>			
<b>PROCESO</b>	Confección		
<b>PRODUCTO</b>	PT00275.00		
<b>Elaborado por:</b>	Xavier López		
<b>Revisado por:</b>	Ing. Israel Naranjo		
			<b>VALOR</b>
<b>SUPLEMENTOS CONSTANTES</b>	A	Suplementos por necesidades personales	7
	B	Suplementos base por fatiga	4
<b>SUPLEMENTOS VARIABLES</b>	A	Suplementos por uso de la fuerza o energía muscular	1
	B	Suplementos por concentración intensa	2
	C	Suplementos por monotonía	4
$TS = TN * (1 + S)$ $S = 18\% = 0,18$	<b>TOTAL</b>		<b>18</b>
	TN(s)		553,44
	TN (min)		9,23
	<b>TS (s)</b>		<b>653,06</b>
	<b>TS (min)</b>		<b>10,89</b>
Nota: TN= Tiempo Normal; TS=Tiempo Estándar			

**Tiempo estándar artículo PT00270.00**

<b>TIEMPO ESTÁNDAR</b>			
<b>PROCESO</b>	Confección		
<b>PRODUCTO</b>	PT00270.00		
<b>Elaborado por:</b>	Xavier López		
<b>Revisado por:</b>	Ing. Israel Naranjo		
			<b>VALOR</b>
<b>SUPLEMENTOS CONSTANTES</b>	A	Suplementos por necesidades personales	7
	B	Suplementos base por fatiga	4
<b>SUPLEMENTOS VARIABLES</b>	A	Suplementos por uso de la fuerza o energía muscular	1
	B	Suplementos por concentración intensa	2
	C	Suplementos por monotonía	4
$TS = TN * (1 + S)$ $S = 18\% = 0,18$	<b>TOTAL</b>		<b>18</b>
	TN(s)		1200
	TN (min)		20
	<b>TS (s)</b>		<b>1416,00</b>
	<b>TS (min)</b>		<b>23,60</b>
Nota: TN= Tiempo Normal; TS=Tiempo Estándar			

### Tiempo estándar artículo PT00212.00

TIEMPO ESTÁNDAR			
PROCESO	Confección		
PRODUCTO	PT00212.00		
Elaborado por:	Xavier López		
Revisado por:	Ing. Israel Naranjo		
			<b>VALOR</b>
SUPLEMENTOS CONSTANTES	A	Suplementos por necesidades personales	7
	B	Suplementos base por fatiga	4
SUPLEMENTOS VARIABLES	A	Suplementos por uso de la fuerza o energía muscular	1
	B	Suplementos por concentración intensa	2
	C	Suplementos por monotonía	4
$TS = TN * (1 + S)$ $S = 18\% = 0,18$		<b>TOTAL</b>	<b>18</b>
		TN(s)	553,44
		TN (min)	9,23
		<b>TS (s)</b>	<b>653,06</b>
		<b>TS (min)</b>	<b>10,89</b>
Nota: TN= Tiempo Normal; TS=Tiempo Estándar			

### Tiempo estándar artículo PT00428.00

TIEMPO ESTÁNDAR			
PROCESO	Confección		
PRODUCTO	PT00428.00		
Elaborado por:	Xavier López		
Revisado por:	Ing. Israel Naranjo		
			<b>VALOR</b>
SUPLEMENTOS CONSTANTES	A	Suplementos por necesidades personales	7
	B	Suplementos base por fatiga	4
SUPLEMENTOS VARIABLES	A	Suplementos por uso de la fuerza o energía muscular	1
	B	Suplementos por concentración intensa	2
	C	Suplementos por monotonía	4
$TS = TN * (1 + S)$ $S = 18\% = 0,18$		<b>TOTAL</b>	<b>18</b>
		TN(s)	1200
		TN (min)	20
		<b>TS (s)</b>	<b>1416,00</b>
		<b>TS (min)</b>	<b>23,60</b>
Nota: TN= Tiempo Normal; TS=Tiempo Estándar			

### Tiempo estándar artículo PT00230.00

TIEMPO ESTÁNDAR			
PROCESO	Confección		
PRODUCTO	PT00230.00		
Elaborado por:	Xavier López		
Revisado por:	Ing. Israel Naranjo		
			<b>VALOR</b>
SUPLEMENTOS CONSTANTES	A	Suplementos por necesidades personales	7
	B	Suplementos base por fatiga	4
SUPLEMENTOS VARIABLES	A	Suplementos por uso de la fuerza o energía muscular	1
	B	Suplementos por concentración intensa	2
	C	Suplementos por monotonía	4
$TS = TN * (1 + S)$ $S = 18\% = 0,18$		<b>TOTAL</b>	<b>18</b>
		TN(s)	553,44
		TN (min)	9,23
		<b>TS (s)</b>	<b>653,06</b>
		<b>TS (min)</b>	<b>10,89</b>
Nota: TN= Tiempo Normal; TS=Tiempo Estándar			

### Tiempo estándar artículo PT00295.00

TIEMPO ESTÁNDAR			
PROCESO	Confección		
PRODUCTO	PT00295.00		
Elaborado por:	Xavier López		
Revisado por:	Ing. Israel Naranjo		
			<b>VALOR</b>
SUPLEMENTOS CONSTANTES	A	Suplementos por necesidades personales	7
	B	Suplementos base por fatiga	4
SUPLEMENTOS VARIABLES	A	Suplementos por uso de la fuerza o energía muscular	1
	B	Suplementos por concentración intensa	2
	C	Suplementos por monotonía	4
$TS = TN * (1 + S)$ $S = 18\% = 0,18$		<b>TOTAL</b>	<b>18</b>
		TN(s)	553,44
		TN (min)	9,23
		<b>TS (s)</b>	<b>653,06</b>
		<b>TS (min)</b>	<b>10,89</b>
Nota: TN= Tiempo Normal; TS=Tiempo Estándar			

## Tiempo estándar artículo PT00490.00

TIEMPO ESTÁNDAR				
<b>PROCESO</b>	Confección			
<b>PRODUCTO</b>	PT00490.00			
<b>Elaborado por:</b>	Xavier López			
<b>Revisado por:</b>	Ing. Israel Naranjo			
			<b>VALOR</b>	
<b>SUPLEMENTOS CONSTANTES</b>	A	Suplementos por necesidades personales	7	
	B	Suplementos base por fatiga	4	
<b>SUPLEMENTOS VARIABLES</b>	A	Suplementos por uso de la fuerza o energía muscular	1	
	B	Suplementos por concentración intensa	2	
	C	Suplementos por monotonía	4	
$TS = TN * (1 + S)$ $S = 18\% = 0,18$		<b>TOTAL</b>	<b>18</b>	
		TN(s)		1500
		TN (min)		25
		<b>TS (s)</b>		<b>1770,00</b>
		<b>TS (min)</b>		<b>29,50</b>
Nota: TN= Tiempo Normal; TS=Tiempo Estándar				

**Anexo 6.** Número recomendado de ciclos de observación según la general Electric[11].

**Tabla 10.2** Número recomendado de ciclos de observación

Tiempo de ciclo (minutos)	Número recomendado de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00-5.00	15
5.00-10.00	10
10.00-20.00	8
20.00-40.00	5
40.00 o más	3

*Fuente:* Información tomada de *Time Study Manual* de los Erie Works de General Electric Company, desarrollados bajo la guía de Albert E. Shaw, gerente de administración del salario.

**Anexo 7.** Tabla de suplementos u holguras constantes y variables de Niebel aplicados en el estudio de tiempos [11].

**Tabla 11.9** Holguras recomendadas por ILO

<b>A. Holguras constantes:</b>	
1. Holgura personal. . . . .	5
2. Holgura por fatiga básica . . . . .	4
<b>B. Holguras variables:</b>	
1. Holgura por estar parado. . . . .	2
2. Holgura por posición anormal:	
a) Un poco incómoda. . . . .	0
b) Incómoda (flexionado). . . . .	2
c) Muy incómoda (acostado, estirado). . . . .	7
3. Uso de fuerza o energía muscular (levantar, arrastrar o empujar):	
Peso levantado, lb:	
5 . . . . .	0
10 . . . . .	1
15 . . . . .	2
20 . . . . .	3
25 . . . . .	4
30 . . . . .	5
35 . . . . .	7
40 . . . . .	9
45 . . . . .	11
50 . . . . .	13
60 . . . . .	17
70 . . . . .	22
4. Mala iluminación:	
a) Un poco abajo de lo recomendado. . . . .	0
b) Bastante abajo de lo recomendado. . . . .	2
c) Muy inadecuada. . . . .	5
5. Condiciones atmosféricas (calor y humedad): variable . . . . .	0-100
6. Atención cercana:	
a) Trabajo bastante fino . . . . .	0
b) Trabajo fino o exacto . . . . .	2
c) Trabajo muy fino o muy exacto. . . . .	5
7. Nivel de ruido:	
a) Continuo . . . . .	0
b) Intermitente: fuerte . . . . .	2
c) Intermitente: muy fuerte . . . . .	5
d) De tono alto: fuerte . . . . .	5
8. Esfuerzo mental:	
a) Proceso bastante complejo. . . . .	1
b) Espacio de atención compleja o amplia. . . . .	4
c) Muy complejo . . . . .	8
9. Monotonía:	
a) Baja . . . . .	0
b) Media . . . . .	1
c) Alta . . . . .	4
10. Tedio:	
a) Algo tedioso. . . . .	0
b) Tedioso. . . . .	2
c) Muy tedioso . . . . .	5

