

2020

## **Propuesta para reducir tiempos de ciclo de proceso en la fabricación de copas de brasieres utilizando la metodología Lean Six Sigma en la empresa Corformas S.A.S**

Nicolas Rodríguez Osorio  
*Universidad de La Salle, Bogotá*

Gino Alejandro Rojas Penagos  
*Universidad de La Salle, Bogotá*

Follow this and additional works at: [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_industrial](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_industrial)



Part of the [Industrial Engineering Commons](#)

---

### **Citación recomendada**

Rodríguez Osorio, N., & Rojas Penagos, G. A. (2020). Propuesta para reducir tiempos de ciclo de proceso en la fabricación de copas de brasieres utilizando la metodología Lean Six Sigma en la empresa Corformas S.A.S. Retrieved from [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_industrial/163](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_industrial/163)

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ingeniería at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Ingeniería Industrial by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact [ciencia@lasalle.edu.co](mailto:ciencia@lasalle.edu.co).

**PROPUESTA PARA REDUCIR TIEMPOS DE CICLO DE PROCESO EN LA  
FABRICACIÓN DE COPAS DE BRASIERES UTILIZANDO LA METODOLOGÍA  
LEAN SIX SIGMA EN LA EMPRESA CORFORMAS S.A.S**

**GINO ALEJANDRO ROJAS PENAGOS**

**NICOLAS RODRIGUEZ OSORIO**

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL  
BOGOTÁ D.C  
2020**

PROPUESTA PARA REDUCIR TIEMPOS DE CICLO DE PROCESO EN LA  
FABRICACIÓN DE COPAS DE BRASIERES UTILIZANDO LA METODOLOGÍA  
LEAN SIX SIGMA EN LA EMPRESA CORFORMAS S.A.S

GINO ALEJANDRO ROJAS PENAGOS

NICOLAS RODRIGUEZ OSORIO

Trabajo de grado para optar título de:  
Ingenieros Industriales

Director:

LUIS MANUEL PULIDO MORENO

UNIVERSIDAD DE LA SALLE  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL  
BOGOTÁ, D.C  
2020

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

**Director: Ingeniero Luis Manuel Pulido**

---

**Firma de Jurado**

**Ingeniero Heriberto Felizzola Jiménez**

Bogotá D.C,2020

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer principalmente a mis padres, por su apoyo durante todo este proceso, agradezco a mi hermana la cual me impulsa cada día a superarme y poder ser un ejemplo para ella, agradezco a cada una de las personas que nos ayudaron al desarrollo de este proyecto, al ingeniero Luis Manuel Pulido por guiarnos durante este proceso

Finalmente quiero agradecerles a mis abuelos Luz Stella Malagón de Rodríguez QEPD y Ramon Rodríguez, los cuales siempre soñaron con este logro y por ende es de ellos también.

*Nicolas Rodríguez Osorio*

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mis padres, por siempre brindarme su apoyo y ayudarme a superar cualquier tipo de obstáculo, agradezco a mi novia por darme fuerzas y la motivación suficiente para seguir adelante, agradezco al Ingeniero Luis Manuel Pulido por guiarnos durante la realización de este proyecto

*Gino Alejandro Rojas Penagos*

## Contenido

LISTA DE ILUSTRACIONES .....	8
LISTA DE TABLAS .....	9
ABSTRACT .....	11
CAPITULO I. GENERALIDADES .....	12
1.1 INTRODUCCIÓN.....	12
1.2 DESCRIPCION DE LA EMPRESA. ....	13
1.2.1 Identificación de la empresa .....	13
1.2.2 Portafolio de productos.....	14
1.2.3 Estructura Organizacional .....	14
1.2.4 Flujo grama de procesos .....	15
1.2.5 Mapa procesos.....	15
1.2.6 Materia Prima.....	16
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	16
1.3.1 Antecedentes .....	16
1.3.2 Descripción del problema.....	19
1.3.3 Formulación del problema.....	22
1.3.4 Justificación .....	22
1.4 OBJETIVOS.....	23
1.4.1 Objetivo general.....	23
1.4.2 Objetivos específicos.....	24
1.5 PLANTEAMIENTO DE LA METODOLOGIA.....	24
CAPITULO II. MARCO REFERENCIAL .....	28
2.1 MARCO TEORICO .....	28
2.1.1. Proceso productivo.....	28
2.1.2. Sistema de producción Toyota:.....	29
2.1.3. Lean Manufacturing: .....	29
2.1.3. Six Sigma.....	31
2.1.4. Lean six sigma .....	32
2.2 MARCO CONCEPTUAL .....	33
2.3 MARCO LEGAL .....	34
CAPÍTULO III: DESARROLLO FASE I Identificación actual de los procesos a ser evaluados .....	37
3.1 RECOLECCIÓN INFORMACIÓN RELEVANTE. ....	37
3.1.1 Descripción de los procesos productivos.....	37
3.2 RECOLECCION DE DATOS NUMÉRICOS.....	40
3.3 IDENTIFICACION DE PUNTOS CRÍTICOS EN EL PROCESO PRODUCTIVO.....	40

3.3.1 VSM actual .....	41
3.3.2 VSM Objetivo propuesto.....	41
<b>CAPITULO IV: DESARROLLO FASE II Caracterización de los procesos identificando requisitos que afecten su funcionamiento.....</b>	<b>43</b>
4.1 ESTUDIO DE TIEMPOS.....	43
4.2. IDENTIFICACION DE LAS CAUSAS REALES ESTABLECIENDO UNA RELACIÓN CAUSA - EFECTO.....	46
<b>CAPITULO V DESARROLLO FASE III Desarrollo de hipótesis de las relaciones causa y efecto utilizando herramientas de la metodología Lean Six sigma .....</b>	<b>47</b>
5.1 ANÁLISIS DE ERRORES FRECUENTES DEL PROCESO POR MEDIO DEL USO DE ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA.....	47
6.1 IMPLEMENTACIÓN DE CONTROLES QUE ASEGUREN LA CONTINUIDAD DEL PROYECTO.....	52
6.1.1. Metodología de las 5s: Clasificación (Seiri).....	52
6.1.1.1. Refilado critico .....	52
6.1.1.2. Pre-Hormado.....	53
6.1.1.3 Rectificado de corte .....	54
6.1.2 Metodología de las 5S: Ordenar (Seiton).....	54
6.1.3 Metodología de las 5S: Limpieza (Seiso).....	56
6.1.4 Metodología de las 5S: Estandarización (Seiketsu).....	56
6.1.5 Metodología de las 5S: Disciplina (Shitsuke).....	56
6.2 PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTA HEIJUNKA .....	57
6.3 PROYECCIÓN .....	61
6.4 EVALUACION DE LA VIABILIDAD ECONÓMICA DEL PROYECTO .....	62
<b>CAPITULO VII. CONCLUSIONES .....</b>	<b>66</b>
<b>CAPITULO VIII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>67</b>
<b>CAPITULO IX. REFERENCIAS .....</b>	<b>68</b>
Referencias .....	68

## LISTA DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1. Ubicación de la empresa CORFORMAS S.A.S</i>	13
<i>Ilustración 2. Estructura organizacional de la empresa CORFORMAS S.A.S.</i>	15
<i>Ilustración 3. Flujograma de procesos.</i>	15
<i>Ilustración 4. Mapa procesos CORFORMAS S.A.S</i>	16
<i>Ilustración 5. Porcentaje de ventas y producto terminado en bodega.</i>	20
<i>Ilustración 6. Porcentaje de ventas y porcentaje de almacenamiento de producto terminado en un año</i>	20
<i>Ilustración 7. Árbol de causas y efectos.</i>	21
<i>Ilustración 8. Diagrama Ishikawa.</i>	22
<i>Ilustración 9. Fases del proyecto.</i>	24
<i>Ilustración 10. Modelo de sistema de producción.</i>	28
<i>Ilustración 11. Representación gráfica de los niveles de la mejora Six-Sigma</i>	31
<i>Ilustración 12. Historia de Lean Six Sigma.</i>	32
<i>Ilustración 13. Almacén de materia prima</i>	37
<i>Ilustración 14. Proceso Bondeado</i>	38
<i>Ilustración 15. Proceso Marcado y cortado</i>	38
<i>Ilustración 16. Proceso Pre-hormado</i>	39
<i>Ilustración 17. Proceso de Refilado crítico.</i>	39
<i>Ilustración 18. Proceso Rectificado de corte.</i>	40
<i>Ilustración 19. VSM PROPUESTO</i>	42
<i>Ilustración 20. Promedio unidades defectuosas al mes.</i>	44
<i>Ilustración 21. Diagrama de Pareto de defectos por proceso.</i>	45
<i>Ilustración 22. Errores marcado y cortado</i>	47
<i>Ilustración 23. Errores marcado y cortado.</i>	47
<i>Ilustración 24. Errores Refilado critico</i>	47
<i>Ilustración 25. Grafica NP total</i>	48
<i>Ilustración 26. Graficas NP procesos identificados por Grafica de Pareto.</i>	49
<i>Ilustración 27. Errores proceso marcado y cortado.</i>	50
<i>Ilustración 28. Grafica de control de errores en proceso de rectificado de corte</i>	50
<i>Ilustración 29. Errores del proceso de refilado crítico.</i>	51
<i>Ilustración 30. Proceso de Refilado critico</i>	53
<i>Ilustración 31. Proceso de Pre - Hormado</i>	53
<i>Ilustración 32. Proceso de Rectificado de corte.</i>	54
<i>Ilustración 33 Gaveta para organización de herramienta</i>	55
<i>Ilustración 34 Rack para organización de materia prima</i>	55
<i>Ilustración 35. Control de la demanda entre una y menos una desviación estándar.</i>	59
<i>Ilustración 36. Desarrollo del Heijunka.</i>	60
<i>Ilustración 37. Producción de unidades</i>	60
<i>Ilustración 38. Grafica comparativo tiempo actual VS tiempo propuesto.</i>	62
<i>Ilustración 39. Costo de almacenamiento mensual.</i>	63

<i>Ilustración 40. Anexo 1 - SIPOC</i>	70
<i>Ilustración 41. Entrevista a los trabajadores de planta de producción.</i>	71
<i>Ilustración 42. Formato técnica – nominal realizada a los operarios de la planta de producción.</i>	72
<i>Ilustración 43. Check list herramientas de trabajo</i>	73

## **LISTA DE TABLAS**

Tabla 1. Desarrollo de los objetivos específicos	26
Tabla 2. Características del pensamiento esbelto y Six Sigma.	33
Tabla 3. Normativa y leyes aplicables al sector de confecciones.	35
Tabla 4. Unidades producidas, vendidas y en inventario en el lapso de un año	40
Tabla 5. Promedio de tiempos registrados por Proceso	43
Tabla 6. Cantidad de unidades defectuosas, reprocesadas y desechadas.	44
Tabla 7. Programación de producción de cajas por 30 copas	57
Tabla 8. Demanda real de la empresa anual de cajas por 30 copas.	58
Tabla 9. Estadísticos descriptivos demanda anual.	58
Tabla 10. Comparación tiempo estándar actual y propuesto	61
Tabla 11. Costo de materia prima	63
Tabla 12. Costos por unidades defectuosas	63
Tabla 13. Costo por reproceso	64
Tabla 14. Costo por unidades reprocesadas.	64
Tabla 15. Costo por unidades con disminución de re-proceso	64

## RESUMEN

La empresa CORFORMAS S.A.S es una empresa del sector textil dedicada a la confección, fabricación y diseño de copas de brasier pre – hormadas. La empresa cuenta con cinco procesos productivos los cuales son: bondeado, marcado y cortado, pre – hormado, refilado crítico y rectificado de corte, se identificó que los procesos: refilado crítico, pre – hormado y rectificado de corte, son proceso críticos en los cuales se enfocara para generar propuestas de mejora por medio de la implementación de herramientas de lean manufacturing.

Este proyecto se realizó por medio de cuatro Fases. En la primera fase se ejecutó una identificación del estado actual de los procesos a ser evaluados, esta fase se llevó a cabo por medio de recolección de información relevante, recolección de datos numéricos suministrados por la gerencia de la empresa y una identificación de los puntos críticos del proceso productivo. La segunda fase del proyecto es la caracterización del proceso, aquí se identificaron los requisitos que pueden afectar el funcionamiento de los mismo, esto se realizó por medio de un análisis estadístico descriptivo de la información recolectada actual he histórica, con la obtención de lo anteriormente mencionado se realizó una identificación de la causa real. En el desarrollo de la fase tres se llevaron a cabo las hipótesis de las relaciones causa y efecto utilizando herramientas de la metodología Lean Six Sigma, con la realización de análisis causa y efecto mencionadas y generando propuestas de mejora y control en los procesos enfocado en los puntos críticos. Por último, en la fase cuatro se realizó una evaluación financiera de las propuestas, se generó un análisis minucioso para cada una de las propuestas (Herramientas 5s y herramientas Heijunka) generando un valor agregado a los procesos productivo y una disminución de tiempo de ciclo de los mismos, por otra parte en esta misma fase se proyectó un ahorro monetario anual para la empresa CORFORMAS S.A.S

**Palabras clave:** Lean Six Sigma, Reproceso, Tiempo de ciclo , desperdicios , Nivelación de la demanda.

## ABSTRACT

The company CORFORMAS S.A.S is a company in the textile sector dedicated to the confection, manufacture and design of pre-formed bra cups. The company has five production processes which are: bonding, marking and cutting, pre-forming, critical trimming and cutting grinding, it was identified that the critical trimming, pre-forming and cutting grinding processes are critical processes in which It will focus to generate improvement proposals through the implementation of lean manufacturing tools.

This project was carried out through four Phases. In the first phase, an identification of the current state of the processes to be evaluated was carried out, this phase was carried out by means of the collection of relevant information, collection of numerical data provided by the company's management and an identification of the critical points of the production process. The second phase of the project is the characterization of the process, here the requirements that may affect their operation were identified, this was done through a descriptive statistical analysis of the current and historical information collected, obtaining the aforementioned an identification of the real cause was made. In the development of phase three, the hypotheses of the relationships and effect were carried out using tools of the Lean Six Sigma methodology, with the performance of cause and effect analysis indicated and generating proposals for improvement and control in the processes focused on the points critics. Finally, in phase four, a financial evaluation of the proposals was carried out, a detailed analysis was generated for each of the proposals (5s Tools and Heijunka tools) generating added value to the production processes and a decrease in the cycle time of the On the other hand, in this same phase an annual monetary saving was projected for the company CORFORMAS SAS

**Key words:** Lean Six Sigma, reprocessing, cycle time, waste, Demand leveling.

# CAPITULO I. GENERALIDADES

## 1.1 INTRODUCCIÓN

El Mercado de ropa interior, según datos de Euromonitor (que incluye en su categoría, brasieres y calzoncillos separados, conjuntos de lencería etc.), ha crecido 68,5% en valor durante los últimos cinco años con facturación de \$2,2 billones en el 2018 (Portafolio, 2018); CORFORMAS S.A.S una empresa en gran crecimientos que requiere y debe identificar sus falencias con el fin de ser más competitiva, mejorar sus prácticas productivas, controlar la calidad de los productos, y cumplir con los tiempos de entrega y de producción.

Por medio de la metodología Lean Six sigma se pretende satisfacer dichos requerimientos, mejorando los procesos en una forma que se involucren los costos de la mala calidad, procesos fuera de control, el desperdicio y los factores críticos de los requerimientos de los clientes.

Lean es un conjunto de “Herramientas” que ayudan a la identificación y eliminación o combinación de desperdicios (muda), a la mejora en la calidad y a la reducción del tiempo y del costo de producción. (González Correa, 2007)

Alguna de las herramientas que podemos encontrar en esta metodología según (Maldonado, 2008) son

- Value Stream Mapping (Mapeo de la cadena de valor)
- Herramienta de las 5s'
- Trabajo Estandarizado
- SMED (intercambio de Herramienta en Minutos)
- Poka-Yoke
- TPM (Mantenimiento Productivo Total)
- Just in Time
- Kanban
- Kaizen

Aplicando conjuntamente estas herramientas y La metodologoa DMAIC de Six Sigma, podemos Definir, medir, analizar, mejorar y controlar los proceso críticos identificados en la empresa CORFORMAS S.A.S aumentando la capacidad de los procesos, como expresa (Mantilla & Sanchez, 2012) Lean Six sigma es una filosofía y metodología que combina la

manufactura esbelta con seis sigma, y establece cómo mejorar los procesos en una forma que involucra los costos de la mala calidad, procesos fuera de control, el desperdicio y los factores críticos de los requerimientos de los clientes .

## 1.2 DESCRIPCION DE LA EMPRESA.

### 1.2.1 Identificación de la empresa

**Nombre de la empresa:** CORFORMAS S.A.S.

**Actividad económica:** Producción, diseño y confección de copas de brasier pre-hormadas.

**Mercado Objetivo:** Clientes Mayoristas y empresas dedicadas a la venta de prendas femenina.

La empresa CORFORMAS S.A.S es una empresa dedicada a la producción, diseño y confección de copas de brasier pre - hormadas, se encuentra ubicada en la localidad de Puente Aranda, barrio Carvajal en la ciudad de Bogotá, específicamente en la dirección Carrera 68f No 21-81 (*Ilustración 1*).



*Ilustración 1. Ubicación de la empresa CORFORMAS S.A.S*  
Fuente: Google Maps..

Esta empresa pertenece al sector textil, y cuenta con más de 20 años de experiencia; por su gran experiencia en el sector se considera como una de las empresas más influyentes en el mercado.

Los productos desarrollados por esta empresa son vendidos a empresas manufactureras de brasier que los toman como materia prima para la producción y confección de ropa interior femenina.

Cada producto cuenta con un proceso de fabricación estandarizado y desarrollado en los diferentes procesos productivos y por el personal. La empresa cuenta seis empleados fijos, con cinco áreas de proceso productivo, un área de mantenimiento, un almacén para la materia prima, un almacén de producto terminado y el área administrativa cada una de estas áreas se encuentra distribuida a lo largo de los 4 pisos de la compañía.

### 1.2.2 Portafolio de productos

Dentro del portafolio se destaca la copa en espuma, copa en Eva, varilla lateral, varilla espiral, levanta cola y bondeos; los productos que generan más ganancias en la compañía son los Brasieres copa de espuma, este producto esta referenciado por tallaje, forma y color de la copa contando 256 referencias.

Tabla 1. Productos CORFORMAS S.A.S

PRODUCTO	DESCRIPCIÓN	IMAGEN
COPA TIPO ESPUMA	Copa para brasier con materia prima espuma usada en realce, puede ser usada en ropa interior como en vestidos de baño	
BARILLA LATERAL	Barilla flexible usada en para dar y mantener la forma de diferentes fajas y corset	
BARILLA PARA COPA	Barilla para dar forma y mantener la forma del brasier y del busto, usada tanto en ropa interior como en trajes de baño	

Fuente. Autores, 2020.

### 1.2.3 Estructura Organizacional

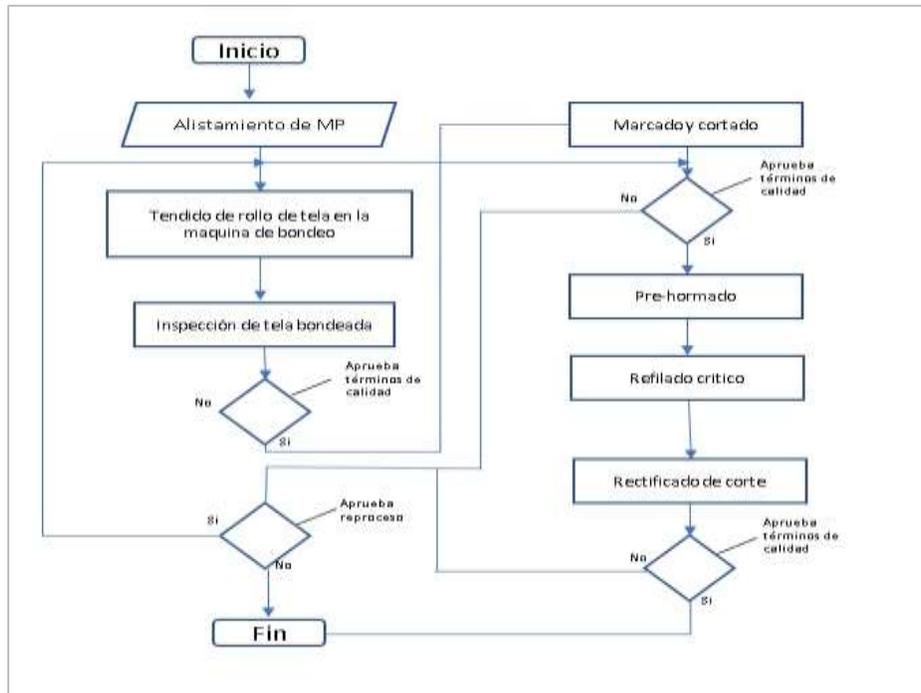
La estructura organizacional de CORFORMAS S.A.S. se compone por 6 empleados fijos (operarios), un gerente general ,un administrador y el jefe de producción (*Ilustración 2*).



*Ilustración 2. Estructura organizacional de la empresa CORFORMAS S.A.S.*  
Fuente: Autores, 2020.

### 1.2.4 Flujo grama de procesos

En el flujograma de procesos (*Ilustración 3*) se observa el proceso productivo de las copas de brasier prehornadas.



*Ilustración 3. Flujograma de procesos.*  
Fuentes: Autores, 2020.

### 1.2.5 Mapa procesos

A continuación, se muestra el diagrama de bloques del proceso productivo de la fabricación de copas de brasier prehornada (*Ilustración 4*)

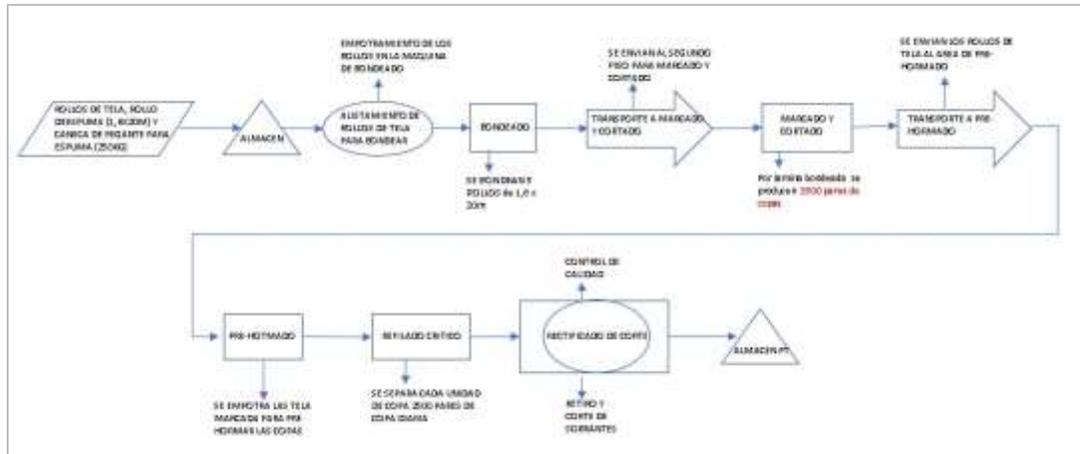


Ilustración 4. Mapa procesos CORFORMAS S.A.S  
Fuentes: Autores, 2020.

## 1.2.6 Materia Prima

La empresa se abastece quincenalmente haciendo la compra e la siguiente materia prima:

- Rollo de espuma (1.60 mts / 60 mts)
- Rollo tela (1.65 mts / 60 mts)
- Caneca de pegante para espuma (250 Kg)

Una vez llega la materia prima a la empresa se guarda en el Almacén ubicado en el primer piso de la empresa, cuando se empieza la producción estos rollos son desplazados al cuarto piso y de ahí se lleva al tercero en donde se realiza el alistamiento correspondiente en la máquina de bondeo.

## 1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.3.1 Antecedentes

#### 1.3.1.1 LEAN SIX SIGMA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE ALMACÉN DE LA EMPRESA COROIMPORT S.A.C.

Miguel Ángel Ramos Sarmiento Distrito de Ate 2015

El presente trabajo de investigación titulado “Lean Six Sigma para incrementar la productividad en el área de almacén de la empresa Coroimport S.A.C. distrito de ate, en el año 2015” tuvo como objetivo principal establecer de qué manera Lean Six Sigma incrementará la productividad en el área de almacén de la empresa Coroimport S.A.C. distrito de Ate, en el año 2015. La metodología fue de tipo aplicada con un diseño preexperimental. La población que se utilizó fueron los pedidos programados durante los años 2015 y 2016, se tomó como muestra mes de marzo 2015 – marzo 2016. Las técnicas que se aplicaron fueron la de la observación con la que se recolectó la información para el análisis de los datos,

asimismo se empleó los instrumentos de estudio para la recolección de datos. El análisis de los datos se llevó a cabo bajo los criterios estadísticos del SPSS versión 22, para luego realizar la descripción de las tablas y gráficos. En la investigación se concluyó que la aplicación de la metodología Lean Six Sigma genera en el área de almacén una disminución de los errores y demoras en las entregas de los pedidos al área de distribución debido a que se evidenció mejora en la productividad, esto fue bajo la prueba T emparejada en el pre y post se presentó un crecimiento de 15.846 % de la productividad en el periodo 2016. Puesto que la media de la Productividad pre es menor a la media de la Productividad post; esto indica que la hipótesis nula se rechaza y la alternativa se acepta como verdadera con una confiabilidad del 95%. (Sarmiento, 2015)

### **1.3.1.2 MEJORA DEL PROCESO DE GALVANIZADO EN UNA EMPRESA MANUFACTURERA DE ALAMBRES DE ACERO APLICANDO LA METODOLOGÍA LEAN SIX SIGMA**

**Leandro Barahona Castillo, Jessica Navarro Infante  
Pontificia Universidad católica del Perú 2013**

En el presente trabajo se plantea reducir el consumo de zinc aplicando como herramienta de mejora la metodología Lean Six Sigma. Se desarrollan las fases de definición, medición, análisis y mejora, utilizando herramientas de Lean Manufacturing y Six Sigma. En la fase de definición se identifica el problema principal del área de galvanizado mediante una matriz de enfrentamiento que considera una serie de factores para cada uno de los problemas encontrados, dando como principal problema el alto consumo de zinc. Además, se elabora el Project Charter, la voz del cliente, los diagramas de proceso y el cronograma de trabajo. En la fase medición se describe la situación actual del proceso a través del mapa de flujo de valor, se identifican las variables de entrada-salida de cada uno de los procesos del área de galvanizado para seleccionar las variables críticas del proceso que influyen en el problema principal y se evalúa el costo de la no calidad. Se emplea la prueba R&R, gráficos de control y el análisis de la capacidad del proceso para obtener la situación actual del proceso en estudio. La fase analizar se divide en dos grupos: análisis del proceso y análisis de datos. (Castillo, 2013)

### **1.3.1.3 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SIX SIGMA EN LA MEJORA DE RESULTADOS DE LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN.**

**Yepes, Víctor, Pellicer, Eugenio  
Universidad Politécnica de valencia 2004**

La falta de calidad en los proyectos de construcción constituye un problema de gran trascendencia social y económica. La progresiva incorporación de los sistemas de gestión de la calidad en el proceso de elaboración de los proyectos supondrá una sensible mejora de dicho problema. La comunicación presenta la metodología Seis Sigma y su aplicabilidad en los proyectos. Seis Sigma ha significado para ciertas empresas una reducción drástica de sus

fallos y costes de calidad. Si bien esta metodología se desarrolló fundamentalmente para disminuir la variabilidad de procesos repetitivos, también es verdad que la filosofía que subyace en Seis Sigma posiblemente pueda reducir significativamente el coste y el número de fallos debido a una calidad deficiente en el diseño de los proyectos de construcción. (Yepes, 2004)

#### **1.3.1.4 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SIX SIGMA PARA REDUCIR LA PERDIDA DE CAFÉ AL GRANEL EN UNA PLANTA DE ENVASADO**

**Marcos Buestan**

**Escuela superior Politécnica del litoral 2013**

Seis Sigma es una metodología rigurosa orientada a identificar y eliminar las fuentes de variación. A través de la aplicación de herramienta cualitativas y analíticas Seis Sigma logra además de ahorros, procesos más robustos, aunque sean altamente complejos. Este artículo presenta la aplicación de la metodología Seis Sigma a través del enfoque DMAIC en una fábrica que elabora y envasa café en Colombia, donde los costos de no calidad en el proceso de envasado de café se presentaban como excesivos. DMAIC reveló que la mayoría de los costos de no calidad en envasado se encontraban concentrados en dos referencias. Para cada una de ellas se generó un problema enfocada, el cual se abordó de manera independiente a lo largo de toda la metodología. La aplicación de pruebas de hipótesis mostro el peso específico del café y el nivel de vacío del equipo como factores significativos para la reducción de los costos por pérdida. Un Diseño de experimentos fue realizado para identificar los niveles de operación adecuados. Su aplicación junto con el desarrollo de otras iniciativas “ just in time” proveyeron de una reducción significativa en la pérdida del producto. (Buestan, 2013)

#### **1.3.1.5 REDUCCIÓN DE GASTO ENERGÉTICO ELÉCTRICO USANDO SIX SIGMA**

**Morato Orozco Juan Sebastián**

**Corporación Universitaria Lasallista 2009**

La aplicación de Six Sigma a los modelos de gestión energética es vital porque aporta una mejora continua, optimiza el consumo eficiente de energía y fortalece la cultura de conservación. Este artículo muestra un ejemplo de la aplicación de la metodología Six Sigma en los modelos de gestión de energía utilizados para la "Reducción del desperdicio de energía" en el parque industrial Sumicol-Corona en Sabaneta, Antioquia. (Orozco, 2009)

#### **1.3.1.6 APLICACIÓN DE SIX SIGMA EN UNA MICROEMPRESA DEL RAMO AUTOMOTRIZ**

**Jacobo Tolamatl, David Gallardo, José Antonio Varela, María Elena Flórez**

**Universidad Politécnica de Tlaxcala, 2011**

El presente artículo se desarrolló a partir de los resultados que se obtuvieron al aplicar Six Sigma en el proceso de pintura de una microempresa del ramo automotriz. El objetivo de

la investigación fue reducir el producto no conforme y los costos por defectos de calidad. (Tolamatl, 2011)

### **1.3.1.7 MODELO TECNOLÓGICO PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS USANDO LEAN SIX SIGMA**

**Olga Lucia Mantilla Celis, José Manuel Sánchez García**  
**universidad ICESI 2012**

El presente artículo describe un modelo propuesto por los autores, cuyo propósito es el de orientar a las empresas en el mejoramiento de su desempeño logístico, analizado desde la perspectiva de incremento del nivel de servicio y reducción de costos. Para esto, se utilizaron conceptos de cadena de suministros, logística, manufactura esbelta, seis sigma y lean six sigma. La metodología propuesta para el desarrollo del modelo es la dmaic (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar), soportada en diversas herramientas seleccionadas para cada fase de esta, y que conducen a la eliminación del desperdicio en flujos y operaciones, reducción del tiempo de entrega, reducción de la variación en los procesos y el aumento de valor. (Mantilla , 2012).

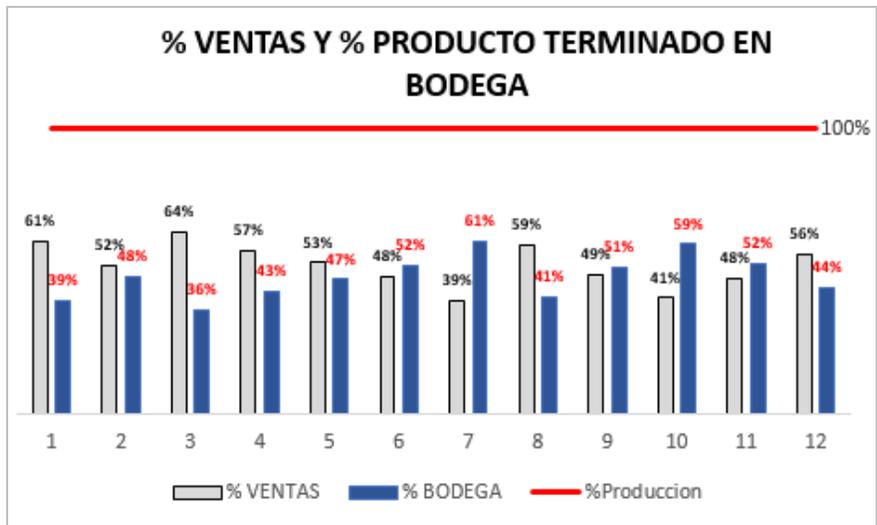
#### **1.3.2 Descripción del problema**

Dentro de las problemáticas encontradas en la empresa se destaca la gran acumulación de materia prima en el área de recepción, y en el proceso de bondeado, esto debido al incremento en los tiempos de ciclo y demoras en los tiempos promedios de producción por estación de trabajo.

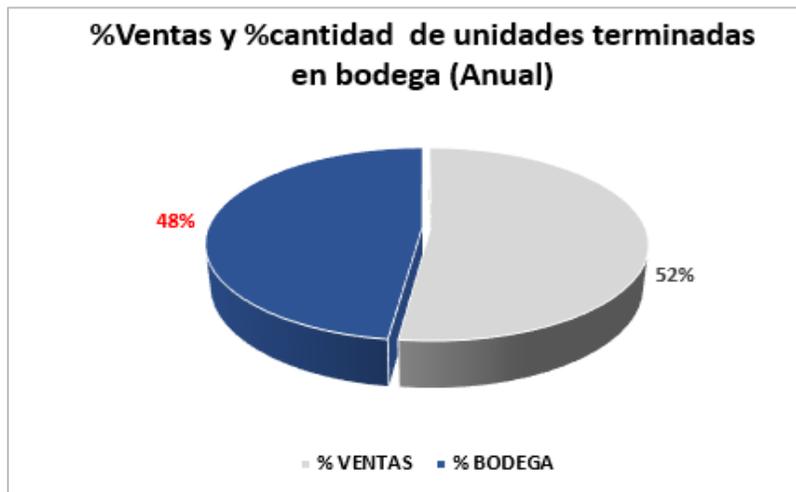
Otra problemática es la falta de control con el producto terminado, se observa en diferentes áreas de la empresa, principalmente en el área de pre - hormado y el área de refilado crítico, gran cantidad de cajas con producto terminado, este desorden genera incomodidad y dificultad las labores de los operarios.

En el proceso de fabricación una vez se da forma de copa de brasier a la lámina de espuma en el proceso de pre - hormado, se lleva la lámina al área de refilado crítico, aquí un operario corta el material excedente dejando dos copas por lamina, estas son llevadas al siguiente proceso llamado rectificado de corte en donde se cosen los bordes de las copas y el producto queda finalizado.

Con los datos de producción, almacenamiento y ventas de producto terminado en el lapso de un año y suministrados por la gerencia de la empresa, se analizó el porcentaje de unidades vendidas y almacenadas por mes teniendo como referente las unidades producidas (*Ilustración 5*), se encontró que en promedio el 52% y 48% de la producción total , corresponden a ventas y almacenaje de producto terminado respectivamente (*Ilustración 6*).



*Ilustración 5. Porcentaje de ventas y producto terminado en bodega.*  
Fuente: Autores,2020.

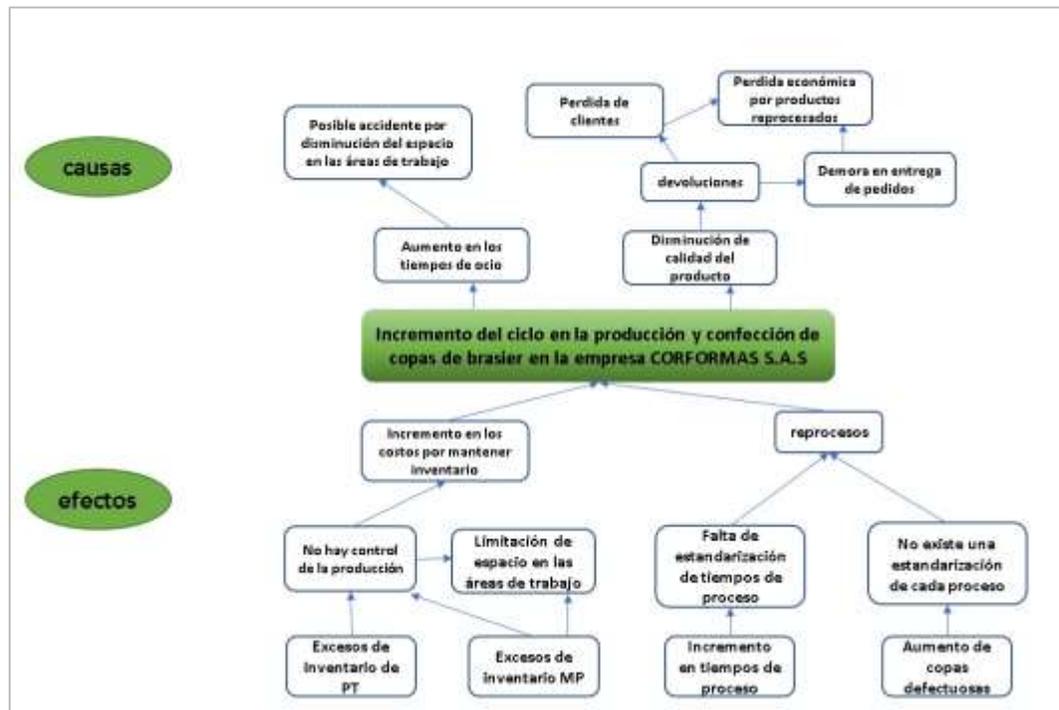


*Ilustración 6. Porcentaje de ventas y porcentaje de almacenamiento de producto terminado en un año*  
Fuente: Autores,2020.

Según lo anteriormente mencionado, se puede identificar que una de las causas de la problemática a la falta de control de inventario de producto terminado, y el desorden del mismo en las áreas organizacionales es debido a la cantidad de producto terminado que se almacena y debido a sus altas proporciones esto también genera una problemática en el área de almacenamiento de Materia Prima.

Con el fin de entender más las causas y los efectos de las falencias existentes en CORFORMAS SAS e identificar la problemática a trabajar, se realizaron dos diagramas; diagrama de Árbol y diagrama Ishikawa en el primero se exponen las causas existentes en problema determinado y los efectos causados por dicha problemática. En el segundo se determinan las posibles falencias a el problema identificado a partir de aspectos como: Método, maquinaria, personal y materiales.

La información obtenida para el desarrollo del Árbol de causas y efectos (*Ilustración 7*) se tomó por medio de la realización de unas encuestas dirigidas al área gerencial y a los operarios de la organización (Anexo 2), se relacionó la información obtenida por ambas partes y se encontraron problemas como incrementos de inventario de materia prima y producto terminado, inexistencia de plan de producción, limitaciones de espacio en áreas de trabajo, entre otras.



*Ilustración 7. Árbol de causas y efectos.*  
Fuentes: Autores, 2020.

Una vez realizado el diagrama de causas y efectos, se efectúa el diagrama Ishikawa (*Ilustración 8*) teniendo como base la información obtenida por la encuesta construida por la aplicación conocida como “*Técnica Nominal*” (Anexo 3), técnica en la cual se ponen cada una de las causas y sub-causas de manera de encuesta aplicando calificaciones de uno a cinco, siendo 1 una calificación de poca relevancia y 5 un factor crítico o generador de problemáticas, que puede perjudicar la producción.

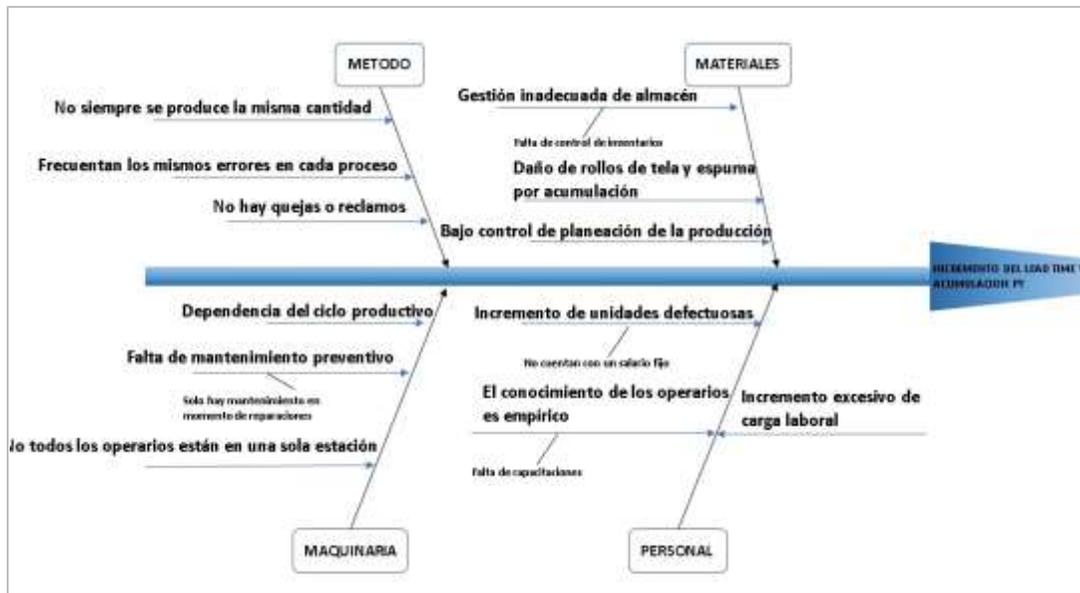


Ilustración 8. Diagrama Ishikawa.

Fuente: Autores, 2020.

Como se puede observar en los diagramas expuestos anteriormente la empresa CORFORMAS S.A.S presenta diversas problemáticas muchas de ellas causadas por la falta de control en la producción.

Por medio de la metodología Lean Six sigma y el uso de herramientas de la misma, dar solución a dichas problemáticas, mejorando los procesos en una forma que se involucren los costos de mantenimiento de inventario, procesos fuera de control, el desperdicio y los factores críticos de los requerimientos de los clientes.

### 1.3.3 Formulación del problema

¿Cómo reducir los niveles de acumulación de producto terminado y materia prima por medio de la reducción de tiempo de ciclo de producción utilizando la metodología Lean Sig Sigma?

### 1.3.4 Justificación

El mercado de la ropa interior en Colombia crece de manera exponencial; según la consultora Euromonitor el país ha incrementado su consumo en un 68,5 % en los últimos 5 años y prevé un alza de al menos un 17,4 % en el próximo lustro, con lo que la industria lograría casi duplicar su consumo en una década. (FASHION NETWORK, 2019)

Según (PROCOLOMBIA, 2018) El sector de Textil-Confección es uno de los sectores prioritarios. A través del Programa de Transformación Productiva del Gobierno, se busca potencializar la tecnificación de los procesos productivos que fortalezcan la actividad de la

cadena Sistema Moda y aumente las exportaciones hacia otros mercados; con productos de valor agregado y con características funcionales e innovadoras.

Como se puede apreciar tanto el mercado de ropa interior como el sector textil poseen gran importancia para la economía colombiana por su constante crecimiento y gran mercado. debido a la tendencia en escala que presenta esta industria es necesario tomar las decisiones adecuadas, realizar una correcta planificación productiva, que permita la mayor productividad, disminuya los desperdicios y genere eficacia en los procesos para cumplir con las exigencias y requerimientos de los clientes abarcando la mayor parte del mercado.

Por medio de la metodología Lean Six Sigma se pretende identificar las variables que no dan valor al producto y afectan el proceso productivo y de esta manera generar y proponer acciones de mejora, con el fin de nivelar la producción de unidades, mejorar la organización y orden en el área de trabajo como en los métodos productivos, reducir la variabilidad en el proceso con el fin de eliminar desperdicios etc. Cada uno de estos factores permitirá aumentar la eficiencia de la compañía y organizar sus procesos.

La propuesta con la metodología Lean Six Sigma no abordará áreas como diseño y distribución de planta e instalaciones, finanzas, entre otras. El proyecto se centra en esta área debido a que es una prioridad de la empresa y es la que más afecta su productividad en general, además es un sector de interés de los estudiantes y el director.

### **Delimitación del proyecto**

- A. Temporal: se establece un tiempo de 6 a 8 meses de duración, teniendo en cuenta los tiempos de holgura en la presente la investigación.
- B. Espacial: CORFORMAS S.A.S. es una empresa dedicada a la fabricación y confección de copas de brasier pre-hormadas, la fábrica se encuentra ubicada en la Cra.68f #21-83 en la ciudad de Bogotá D.C.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivo general**

Generar una propuesta para la reducción de los tiempos del ciclo del proceso en la producción de copas de brasier utilizando la metodología Lean Six sigma en la empresa CORFORMAS S.A.S.

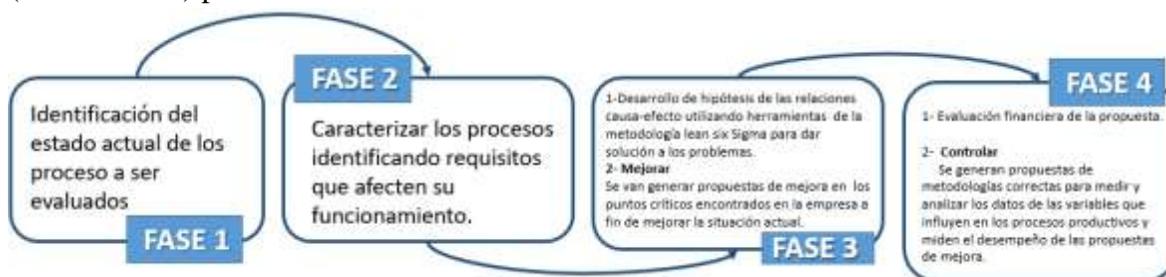
## 1.4.2 Objetivos específicos

- 1.4.2.1 Caracterizar el estado actual del proceso de producción en la planta de la empresa CORFORMAS S.A.S, identificando las variables que afectan actualmente el proceso productivo en la planta de producción.
- 1.4.2.2 Elaborar el diagnóstico del sistema productivo de la empresa textil CORFORMAS S.A.S, mediante el uso de herramientas de Lean Six Sigma que permitan dar solución a los problemas encontrados sin afectar la calidad del producto.
- 1.4.2.3 Identificar y priorizar las causas principales que generan las problemáticas en los procesos de la industria textil CORFORMAS S.A.S en el presente, permitiendo definir las acciones de mejora.
- 1.4.2.4 Evaluar financieramente el costo de la posible implementación de la propuesta de mejora para la empresa CORFORMAS S.A.S

## 1.5 PLANTEAMIENTO DE LA METODOLOGIA

Algunos autores han desarrollado una guía a seguir para la implementación de Lean Six sigma; para este trabajo se tendrá en cuenta la propuesta metodológica realizada por Jiju Antony, enfocada en cinco pasos denotados como DMAIC: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar.

El presente proyecto se encaminará en las fases definir, medir y analizar, y generara propuestas basadas en las fase de mejorar y controlar ya que el proyecto no se ejecutará, solo se propondrá, esto, con el fin de implementar Lean Six Sigma y mitigar algunas de las problemáticas encontradas en la empresa. Teniendo esto en cuenta se plantean cuatro fases (*Ilustración 9*) para el desarrollo del estudio.



*Ilustración 9. Fases del proyecto.*

Fuente: Autores,2020.

## **FASE I. Identificación del estado actual de los procesos a ser evaluados.**

En esta fase se identificarán las variables que afectan el proceso productivo de la empresa como cada una de las características que lo componen, para ello se definen las siguientes actividades: evaluación financiera de la propuesta

- 1. Recolección información relevante:** La información recolectada se obtendrá asistiendo a los horarios laborales estipulados por la empresa, preguntando a los operarios y con apoyo de la gerencia en busca de dar la mejor descripción al proceso productivos y función de los operarios requeridos en la producción de copas de brasier.
- 2. Recolección de datos numéricos:**  
Se identifican las variables que permitan justiciar las problemáticas encontradas y sirven como indicadores de los procesos en la empresa y a partir de estas se solicitan datos históricos y se toman datos en el tiempo de estudio.
- 3. Identificación de puntos críticos del proceso productivo:**  
Con los datos obtenidos y la información recolectada se identifican los cuellos de botella y puntos críticos en las áreas del proceso productivo de la empresa CORFORMAS S.A.S.

## **FASE II. Caracterizar los procesos identificando requisitos que afecten su funcionamiento**

Con la información recolectada en la fase anterior se realiza un diagnóstico del sistema productivo identificando las variables y causas que afectan su funcionamiento. En primera instancia se realiza un análisis comparando la información actual e histórica de la empresa, con el fin de definir las fallas del proceso y sistema productivo que incurren en la generación de los puntos críticos y cuellos de botella encontrados.

- 1. Análisis de la información sobre los resultados actuales e históricos:** Al definir las fallas del sistema actual se pueden conocer las históricas, puesto que siempre han mantenido el mismo modo de operación y una metodología empírica.
- 2. Identificación de las causas reales:** por las cuales se evidencian los puntos críticos estableciendo una relación causa-efecto: Mediante la metodología Lean Six Sigma se pretende encontrar y dar una propuesta para la solución y optimización de el o los procesos que generan los puntos críticos y tardanzas.

### **FASE III. Desarrollo de hipótesis de las relaciones causa-efecto utilizando herramientas de la metodología Lean Six Sigma.**

Luego de tener un diagnóstico de los procesos de la empresa, se priorizan las causas más críticas que afecten el funcionamiento de los procesos de la industria textil Corformas S.A.S, permitiendo definir las mejoras.

1. **Análisis de las relaciones causa-efecto:** realizando pronósticos y simulaciones con el fin de obtener soluciones para la mejora de los procesos: En esta etapa se dará un peso debido a la relevancia de la operación a trabajar, priorizando las variables críticas según el diagnóstico.
2. Propuestas de mejora y control en los procesos, enfocadas en las causas y efectos determinados.

### **FASE IV. Evaluación financiera de la propuesta.**

En la última fase, se realizará una evaluación financiera de la propuesta de mejora en la empresa Corformas S.A.S la cual se llevará a cabo teniendo en cuenta:

1. Implementación de controles que aseguren la continuidad del proyecto.
2. Evaluación de la viabilidad económica del proyecto.

*Tabla 1. Desarrollo de los objetivos específicos*

<b>OBJETIVOS ESPECIFICOS</b>	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>ESPACIOS ACADEMICOS INVOLUCRADOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caracterizar el estado actual del proceso de producción en la planta de la empresa Corformas S.A.S, identificando las variables que afectan actualmente el proceso productivo en la planta de producción.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Levantamiento de información de proceso productivos.</li> <li>2. Identificar actividades que realiza cada proceso.</li> <li>3. Descripción de los procesos</li> <li>4. Toma de datos en cada uno de los procesos</li> <li>5. Identificación de variables que afecten el funcionamiento de procesos</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingeniería de métodos</li> <li>• Ingeniería de procesos</li> <li>• Gestión de producción</li> <li>• Diseño de experimentos</li> <li>• Logística</li> <li>• Gestión de la calidad</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar el diagnóstico del sistema productivo de la empresa textil Corformas S.A.S, mediante el uso de</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Análisis de los datos tomados anteriormente y los datos históricos de cada proceso de la empresa</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingeniería de métodos</li> <li>• Ingeniería de procesos</li> </ul>

herramientas de Lean Six Sigma que permitan dar solución a los problemas encontrados sin afectar la calidad del producto.	2. Desarrollo de hipótesis de las relaciones causa-efecto de los procesos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigación de operaciones</li> <li>• Diseño de experimentos</li> <li>• Logística</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar y priorizar las causas principales que generan las problemáticas en los procesos de la industria textil Corformas S.A.S en el presente, permitiendo definir las acciones de mejora.</li> </ul>	Determinar y hacer uso de herramientas de ingeniería industrial que permitan priorizar y evaluar diversos factores con el fin de encontrar los más críticos y que afectan al proceso productivo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño de experimentos</li> <li>• Estadística I y II</li> <li>• Factibilidad de proyectos</li> <li>• Investigación de operaciones I y II</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar financieramente el costo de la posible implementación de la propuesta de mejora para la empresa Corformas S.A.S</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Evaluación de la viabilidad económica del proyecto</li> <li>2. Implementación de controles que aseguren la continuidad del proyecto</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Costos y presupuestos</li> <li>•Factibilidad de proyectos</li> <li>•Contabilidad general</li> <li>•Indicadores de gestión.</li> </ul>

**Fuente:** Autores, 2020.

## CAPITULO II. MARCO REFERENCIAL

### 2.1 MARCO TEORICO

#### 2.1.1. Proceso productivo

El proceso productivo está referido a la utilización de recursos operacionales que permiten transformar la materia prima en un resultado deseado (Producto terminado). Este permite transformar los insumos utilizados en productos o servicios, para satisfacer las necesidades de los clientes (Rodríguez G., Solange Balestrini, Sara Balestrini, Meleán, & Rodríguez B, 2002).

Como lo dice (Tejeda, 2011) Los sistemas productivos (Ilustración 10) generan empleos, sueldos, adelantos tecnológicos, impuestos, desperdicios, contaminación, etc. Conjuntamente, un subsistema de control mejora la productividad y debe vigilar el producto resultante para validar que es aceptable en términos de calidad.

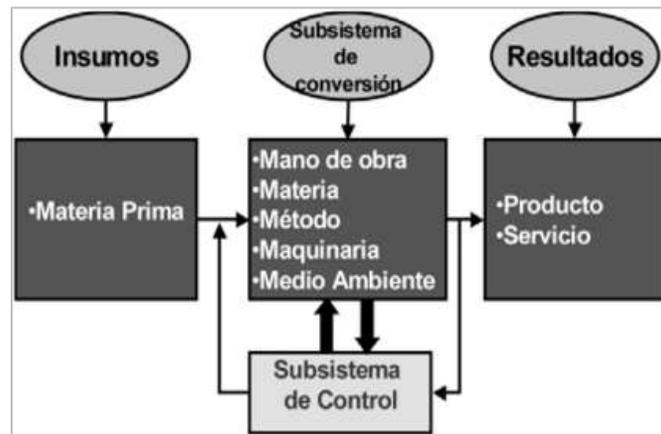


Ilustración 10. Modelo de sistema de producción.

Fuente: (Tejeda, 2011)

La productividad es un indicador fundamental para el control productivo ya que como lo expresan (Rodríguez et al., 2002) mide la relación entre insumos y la producción real alcanzada; mientras menores sean los insumos para una serie determinada de producción, o mientras mayor sea la producción para una serie determinada de insumos, mayor es el nivel de productividad.

El tiempo del ciclo de un proceso repetitivo es el tiempo promedio que transcurre entre el final de unidades sucesivas o el tiempo promedio entre terminación de unidades (CHASE, JACOBS & AQUILANO, 2009).

La producción esbelta se refiere al enfoque en eliminar la mayor cantidad posible de desperdicios. Los movimientos innecesarios, pasos de producción que no hacen falta y el exceso de inventarios en la cadena son objetivos para mejorar en el proceso de esbeltez (CHASE et al. , 2009).

### **2.1.2. Sistema de producción Toyota:**

El Sistema de Producción de Toyota se creó para mejorar la calidad y la productividad, y se basa en dos filosofías centrales para la cultura japonesa: la eliminación del desperdicio y el respeto por la gente (CHASE et al. , 2009).

(Socconini, 2008) dice que El sistema de producción Toyota es una filosofía empresarial que se basa en diseñar procesos en donde se elimine todo tipo de desperdicios y excesos entendiendo como exceso toda actividad que no agrega valor, pero si costo y trabajo.

Como lo mencionan (Burbano, 2019) el sistema de producción Toyota tuvo sus inicios en el año 1902 con el japonés Sakichi Toyoda quien invento un telar capaz de detectar un hilo roto y así detener el proceso logrando reducir los desperdicios de tiempo.

En el año de 1937 Kiichiro Toyoda, hijo de Sakichi fundo la Toyota Motor Corporation y siguiendo las enseñanzas de su padre desarrollaría el concepto de la producción “justo a tiempo” o JIT (Just in Time), uno de los pilares más importantes del SPT (Burbano, 2019).

Justo a tiempo significa producir lo que se necesita cuando se necesita y no más. Cualquier cantidad que exceda el mínimo requerido se considera un desperdicio, porque se invierte esfuerzo y material en algo que no es necesario en ese momento (CHASE et al. , 2009).

### **2.1.3. Lean Manufacturing:**

Lean es un conjunto de “Herramientas” que ayudan a la identificación y eliminación o combinación de desperdicios (muda), a la mejora en la calidad y a la reducción del tiempo y del costo de producción. En un segundo enfoque, se considera el “flujo de Producción” (mura) a través del sistema y no hacia la reducción de desperdicios. (González, 2007).

(Rajadell & Sánchez, 2010) afirman que el lean Manufacturing tiene por objetivo la eliminación del despilfarro mediante la utilización de herramientas que se desarrollaron fundamentalmente en Japón. Sus pilares son: la filosofía de mejora continua, el control total de la calidad, la eliminación del despilfarro, el aprovechamiento de todo el potencial a lo largo de la cadena de valor y la participación de los operarios.

(Felizzola & Amaya, 2014) Lean Manufacturing es un enfoque que permite mejorar la forma cómo la empresa organiza y gestiona la relación con sus clientes; la cadena de

suministro; el desarrollo y la fabricación de sus productos, buscando generar mayores salidas con menores recursos.

Según (Rajadell & Sánchez, 2010) Los pilares de Lean Manufacturing son:

- **Kaizen** : (Cambio para mejorar) Cultura de cambio constante para evolucionar hacia mejores prácticas. Comprende tres componentes esenciales: percepción (descubrir los problemas), desarrollo de ideas (hallar soluciones creativas) y tomar decisiones, implantarlas y comprobar su efecto)
- **Control total de la calidad**: Todos los departamentos de la empresa deben implicarse en el control de la calidad.
- **El Just in time**: con el JIT se pretende fabricar los artículos necesarios en las cantidades requeridas y en el instante preciso.

Lean manufacturing está soportada en cinco principios básicos, que son:

- Identificar y definir el valor (Value)
- Identificar los flujos de valor (Value Stream);
- Alinear las acciones de la organización con los flujos de valor (Flow);
- Permitir que las necesidades y expectativas del cliente jalonen (Pull);
- Perseguir la perfección (Perfection) (Felizzola & Amaya, 2014).

(González, 2007) dice que hay tres términos que son comúnmente utilizados y ayudan a identificar los desperdicios a ser eliminados:

- **Muda**: Actividad que consume recursos sin crear valor para el cliente.
- **Mura**: desigualdad en la operación.
- **Muri**: Sobrecargar equipos u operadores solicitándoles que corran a un nivel más alto del cual están diseñados o bien permitido.

(Pérez et al., 2011). Los desperdicios de manufactura representan todo aquello que no es la cantidad mínima de equipos, materiales, insumos, piezas, locaciones y tiempos de máquinas o de trabajadores, que resultan absolutamente esenciales para añadir valor al producto o servicio. A continuación, se describen los siete tipos en que se clasifican los desperdicios de manufactura:

- Sobreproducción
- Inventarios
- Transporte
- Movimientos innecesarios
- Tiempos de espera
- Procesos Innecesarios

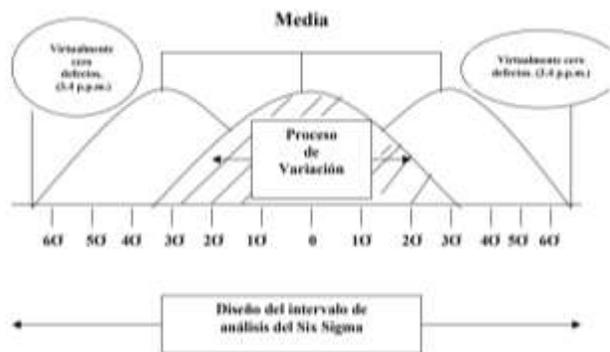
- Defectos

Para (Maldonado , 2008) Las herramientas y técnicas de Lean Manufacturing son:

- Value Stream Mapping (Mapeo de la cadena de valor)
- Herramienta de las 5s'
- Trabajo Estandarizado
- SMED (intercambio de Herramienta en Minutos)
- Poka-Yoke
- TPM (Mantenimiento Productivo Total)
- Just in Time
- Kanban
- Kaizen

### 2.1.3. Six Sigma

Six Sigma está soportado en una metodología compuesta de cinco fases: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar, comúnmente llamada DMAIC, por sus siglas en inglés (Define, Measure, Analize, Improve, Control), y tiene como objetivo aumentar la capacidad de los procesos, de tal forma que estos generen solo 3,4 defectos por millón de oportunidades (DPMO), con lo que los errores o fallas se hacen prácticamente imperceptibles para el cliente. (Felizzola & Amaya, 2014).



*Ilustración 11. Representación gráfica de los niveles de la mejora Six-Sigma*  
Fuente: (Lopez, 2001).

La *Ilustración 11* muestra la representación gráfica de los niveles de mejora Six-Sigma que es utilizada para demostrar el nivel de defectos registrados durante el proceso de variación y la media que se obtiene. En la gráfica se muestra que el proceso de variación está situado en el lugar de la media, siendo el lugar donde el proceso estará cambiando en pequeña escala. El objetivo del  $6\sigma$  es obtener la menor cantidad de defectos (3.4 partes por millón), esto es, casi es cero defectos (Lopez, 2001).

Seis Sigma tiene tres niveles de implantación en una organización (Gallardo, Varela & Flores , 2011):

Operativo: donde se realizan proyectos seis sigmas para disminuir la variación de los procesos, mejorar el rendimiento y aumentar la satisfacción del cliente.

Táctico: donde se gestionan portafolios de proyectos seis sigmas que están ligados a la estrategia organizacional y a objetivos de negocio que harán que la empresa se posicione mejor en su mercado, además se miden constantemente los resultados e impactos financieros

Estratégico-cultural: Aquí se trata de establecer seis sigmas dentro de la cultura y estructura de la empresa, para que apoye la ventaja competitiva de la organización.

Las principales herramientas que se utilizan en el Six-Sigma son:

- Diagrama de Flujo de Procesos.
- Diagrama de Causa-Efecto.
- Diagrama de Pareto.
- Histograma.
- Gráfica de Corrida.
- Gráfica de control.
- Diagrama de Dispersión.
- Modelo de Regresión.

Estas herramientas son para conocer los problemas en el área de producción y saber el porqué de los defectos (Lopez, 2001).

#### 2.1.4. Lean six sigma

Como lo expresa (Mantilla & Sanchez, 2012) Lean Six sigma es una filosofía y metodología que combina la manufactura esbelta con seis sigmas, y establece cómo mejorar los procesos en una forma que involucra los costos de la mala calidad, procesos fuera de control, el desperdicio y los factores críticos de los requerimientos de los clientes.



Ilustración 12. Historia de Lean Six Sigma.  
Fuente: (Mantilla & Sanchez, 2012).

En la *Ilustración 12* se puede apreciar la historia de Lean Six Sigma y toda su evolución desde que nacieron sus raíces a partir del año 1960.

La conveniencia de la aplicación conjunta del pensamiento esbelto y seis sigma es poder alcanzar los mejores resultados que ofrecen cada una de las filosofías (Tabla 2).

*Tabla 2. Características del pensamiento esbelto y Six Sigma.*

Pensamiento esbelto	Seis sigma
<b>Beneficios</b>	
Contribuye al aumento de la velocidad de respuesta	Emplea herramientas que permiten la detección de fuentes de variabilidad con el objetivo de reducir defectos
Gran enfoque en la eliminación del desperdicio	Contribuye al incremento del valor tanto para el cliente como para la empresa a través de la reducción de defectos en el proceso
<b>Limitaciones</b>	
No reconoce el impacto de la variabilidad en los procesos, por ende, no provee herramientas para su dirección y análisis	Por sí solo no puede mejorar la velocidad de los procesos significativamente
No describe proyectos explícitamente, no define una metodología y no enlaza los logros de las personas con el logro de resultados	El objetivo de reducción de defectos de seis sigma se logra más rápido con el enfoque esbelto de eliminación del desperdicio y de actividades que no agregan valor.
Falta mayor enfoque en el cliente	Falta mayor enfoque en el cliente

Fuente: (Mantilla & Sanchez, 2012)

## 2.2 MARCO CONCEPTUAL

- **Proceso:** Un proceso es una secuencia de pasos dispuesta con algún tipo de lógica que se enfoca en lograr algún resultado específico.
- **Insumo:** todas aquellas cosas susceptibles de dar servicio y paliar necesidades al ser humano, es decir todas las materias primas que son objeto de producir nuevos elementos o consumirlos.
- **Producto:** Cosa u objeto producido o fabricado, algo material que se elabora de manera natural o industrial mediante un proceso.
- **Servicio:** Conjunto de actividades que buscan satisfacer las necesidades de un cliente.
- **Productividad:** Relación entre la cantidad de productos obtenida mediante un sistema productivo y los recursos empleados en su producción.
- **Control:** El control es la función administrativa por medio de la cual se evalúa el rendimiento.
- **Rendimiento:** La idea de rendimiento se refiere a la proporción que surge entre los medios empleados para obtener algo y el resultado que se consigue.
- **Tiempo de ciclo:** Se define como el tiempo en el que un proceso se ejecuta, ya sea un proceso de máquina o un proceso manual.

- **Calidad:** Capacidad que posee un objeto para satisfacer necesidades implícitas o explícitas según un parámetro.
- **Desperdicio:** Residuo de lo que no se puede o no es fácil aprovechar o se deja de utilizar por descuido.
- **Lean:** Filosofía y un enfoque que hace hincapié en la eliminación de residuos o de no valor añadido trabajo a través de un enfoque en la mejora continua para agilizar las operaciones.
- **Muda:** Desperdicio (Japón).
- **Mejora:** Acción y efecto de mejorar, verbo que procede etimológicamente del latín “meliorare”, a su vez derivado del adjetivo “melior” que significa “mejor”.
- **Cadena de valor:** Herramienta estratégica usada para analizar las actividades de una empresa y así identificar sus fuentes de ventaja competitiva
- **Sobreproducción:** Exceso de producción o producción de una cosa por encima de las necesidades de compra del mercado.
- **Inventario:** Representa la existencia de bienes almacenados destinados a realizar una operación, sea de compra, alquiler, venta, uso o transformación.
- **Transporte:** Conjunto de procesos que tienen como finalidad el desplazamiento y comunicación.
- **Defecto:** Imperfección en alguien o algo.
- **Definir:** Explicar su opinión o su idea sobre algo exponiendo sus límites.
- **Medir:** Determinar o calcular cuantas veces cabe una unidad estándar en un determinado lugar.
- **Analizar:** Examinar detalladamente una cosa, separando o considerando por separado sus partes, para conocer sus características o cualidades, o su estado, y extraer conclusiones.
- **Mejorar:** Perfeccionar algo, haciéndolo pasar de un estado bueno a otro mejor.
- **Variación:** Cambio o alteración que hace que algo o alguien sea diferente, en algún aspecto, de lo que antes era.
- **Diagrama:** Representación gráfica de las variaciones de un fenómeno o de las relaciones que tienen los elementos o las partes de un conjunto
- **Histograma:** Gráfico de la representación de distribuciones de frecuencias, en el que se emplean rectángulos dentro de unas coordenadas.

## 2.3 MARCO LEGAL

La entrada en vigor de los TLC ha logrado que Colombia se transformado en un gran exportador de confecciones, pasando de exportar US\$466 millones en 2000 a US\$1.381 millones en 2008 (LegisComex, 2012). De igual manera, las importaciones tuvieron un periodo de estabilidad desde 2000 hasta 2006, año a partir del cual comienza un crecimiento

importante; para 2007 las importaciones aumentaron en 60% y para 2008 se incrementaron en 135% (LegisComex, 2012).

*Tabla 3. Normativa y leyes aplicables al sector de confecciones.*

<b>NORMA</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>APLICABILIDAD AL PROYECTO</b>
<b>LEYES</b>		
Ley 9 de 1979	Por la cual se dictan Medidas Sanitarias	Especifica las condiciones sanitarias y ambientales para tener un ambiente en condiciones óptimas para la condición humana
<b>NORMA</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>APLICABILIDAD AL PROYECTO</b>
<b>DECRETOS</b>		
Decreto 614 de 1984	Por el cual se determinan las bases para la organización y administración de salud ocupacional en el país	Determina las bases de organización y administración de la SO del país para la prevención de los accidentes y enfermedades relacionadas con el trabajo y para el mejoramiento de las condiciones de este
Decreto 1295 de 1994	Por el cual se determina la organización y administración del Sistema General de Riesgos Profesionales	Establece la afiliación de los funcionarios a una entidad aseguradora en riesgos profesionales (ARP)
Decreto 1772 de 1994	Por el cual se reglamenta la afiliación y las cotizaciones al sistema general de riesgos profesionales	Proteger, conservar y preservar la salud y seguridad de todos los empleados, garantiza que la gente no esté desamparada frente a un accidente o una enfermedad de origen laboral.
<b>NORMA</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>APLICABILIDAD AL PROYECTO</b>
<b>RESOLUCIONES</b>		
Resolución 2400 de 1979	Por el cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo	Implementación o aplicación de elementos de seguridad e higiene con el fin de preservar y mantener la salud física y mental para lograr las mejores condiciones de higiene y bienestar de los trabajadores

Resolución 2016 de 1989	Por la cual se reglamenta la organización, funcionamiento y forma de los programas de salud ocupacional que deben desarrollar los patronos o empleadores del país	Planeación, organización, ejecución y evaluación de las actividades de medicina preventiva, medicina del trabajo, higiene industrial y seguridad para mejorar la salud individual y colectiva de los trabajadores
Resolución 1950 de 2009	Por la cual se expide el reglamento técnico sobre etiquetado de confecciones	Se tiene la claridad de la forma en cómo se debe establecer medidas tendientes a reducir o eliminar la inducción a error a los clientes de la industria.

Fuente: Autores, 2020

# CAPÍTULO III: DESARROLLO FASE I

## Identificación actual de los procesos a ser evaluados

En esta fase se identificarán las variables que afectan el proceso productivo de la empresa como cada una de las características que lo componen, para ello se definen las siguientes actividades.

### 3.1 RECOLECCIÓN INFORMACIÓN RELEVANTE.

Para recolección de esta información se asistió a la empresa en los horarios laborales estipulados por la empresa, se realizaron encuestas a los operarios y a la gerencia en busca de dar la mejor descripción de los procesos productivos y función de los operarios requeridos en la producción de copas de brasier.

#### 3.1.1 Descripción de los procesos productivos

##### 3.1.1.1 Alistamiento de rollos de tela, rollos de espuma y galones de pegante para espuma para ser bondeados.

En este proceso dos operarios se encargan del desplazamiento de los rollos tela, rollos de espuma y pegante desde el almacén de materia prima (*Ilustración 13*) ubicado en el primer piso hasta el área de bondeado ubicada en el tercer piso, este proceso se realiza por medio de una polea. Ya transportada la materia prima a esta área, los operarios se encargan de empotrar los rollos a la maquina bondeadora y aplican pegante a la misma para iniciar el proceso de bondeado.



*Ilustración 13. Almacén de materia prima*  
Fuente: Autores, 2020.

##### 3.1.1.2 Bondeado

Este proceso lo realiza un operario el cual solo se encarga de la supervisión de la maquina bondeadora y del suministro de pegante a los rodillos de la misma, esta máquina pega la tela a la espuma por ambas caras, una vez se termina el proceso se obtienen rollos bondeados (*Ilustracion 14*).



*Ilustración 14. Proceso Bondeado*  
Fuente: Autores, 2020

### **3.1.1.3 Marcado y cortado**

Dos operarios se encargan de transportar los rollos bondeados al área de marcado y cortado el cual se encuentra ubicado en el segundo piso, en esta área los operarios se encargan de tender los rollos en una mesa, tendidos los rollos los operarios se encargan de marcar y cortar los rollos en láminas (*Ilustración 15*) para llevar a cabo el siguiente proceso.



*Ilustración 15. Proceso Marcado y cortado*  
Fuente: Autores, 2020.

### **3.1.1.4 Pre – hormado**

Un operario va ubicando las láminas cortadas sobre la máquina de pre-hormado, esta máquina se calibra en un rango de temperatura establecido entre los 190° a 210° C y se ejerce presión sobre la lámina, de una lámina se obtienen dos copas de Brasier pre - hormadas (*Ilustración 16*).



*Ilustración 166. Proceso Pre-hormado*  
Fuentes: Autores, 2020.

### **3.1.1.5 Refilado crítico**

Las unidades pre - hormadas son transportadas al área de refilado crítico la cual se encuentra ubicada en el segundo piso, aquí un operario por medio de una máquina de corte sin fin realiza la separación de las copas (*Ilustración 17*).



*Ilustración 17. Proceso de Refilado crítico.*  
Fuente: Autores, 2020.

### **3.1.1.6 Rectificado de corte.**

Tres operarias se encargan de retirar los excedentes de las copas y darles un acabado y detallado final (*Ilustración 18*).



*Ilustración 18. Proceso Rectificado de corte.*

Fuente: Autores, 2020.

### 3.2 RECOLECCION DE DATOS NUMÉRICOS

Se identificaron variables que permitieron justificar las problemáticas encontradas (Datos de ventas y producción, datos de errores y reprocesos y niveles de inventario de producto terminado).

*Tabla 4. Unidades producidas, vendidas y en inventario en el lapso de un año*

<b>MES</b>	<b>PRODUCCIÓN (CAJAS)</b>	<b>TOTAL VENTAS (CAJAS)</b>	<b>INVENTARIO EN BODEGA (CAJAS)</b>
1	1769	1071	698
2	1760	915	845
3	1729	1102	627
4	1784	1016	768
5	1837	972	865
6	1819	872	947
7	1767	697	1070
8	1817	1073	744
9	1871	910	961
10	1879	763	1116
11	1815	865	950
12	1780	997	783
<b>TOTAL</b>	<b>21627</b>	<b>11253</b>	<b>10374</b>

Fuente: CORFORMAS S.A.S.

### 3.3 IDENTIFICACION DE PUNTOS CRÍTICOS EN EL PROCESO PRODUCTIVO.

Tomando tiempos de cada uno de los procesos y el proceso en general se encontraron puntos críticos y cuellos de botella, específicamente en el área de marcado y cortado y refilado crítico.

### 3.3.1 VSM actual

El VSM es una técnica grafica que nos permite identificar las actividades que no agregan valor al proceso, aquí podemos observar información referente a materiales y el flujo que sigue hasta convertirse en producto final y ser llevado al cliente, nos permite además identificar los puntos críticos o todo aquello que impida el flujo continuo durante el proceso.

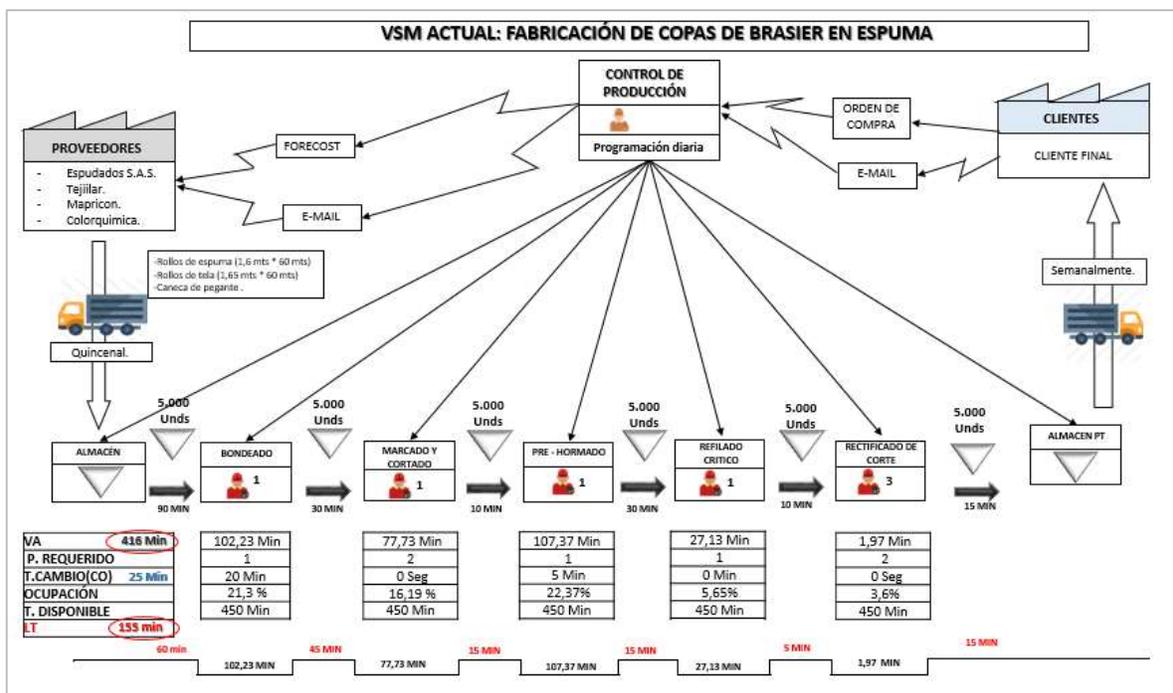


Ilustración 19. VSM Actual Proceso fabricación de copas de Brasier.

Fuente: Autores, 2020

Según el VSM (Ilustración 19) se puede identificar que la empresa cuenta con cuatro proveedores que le abastecen quincenalmente, el tiempo de ciclo por unidad de producción es de 416 min, el Lead Time de 155 min y el tiempo de cambio de 25 min. Los procesos con mayor tiempo de producción son Bondeado y Pre-hormado.

### 3.3.2 VSM Objetivo propuesto

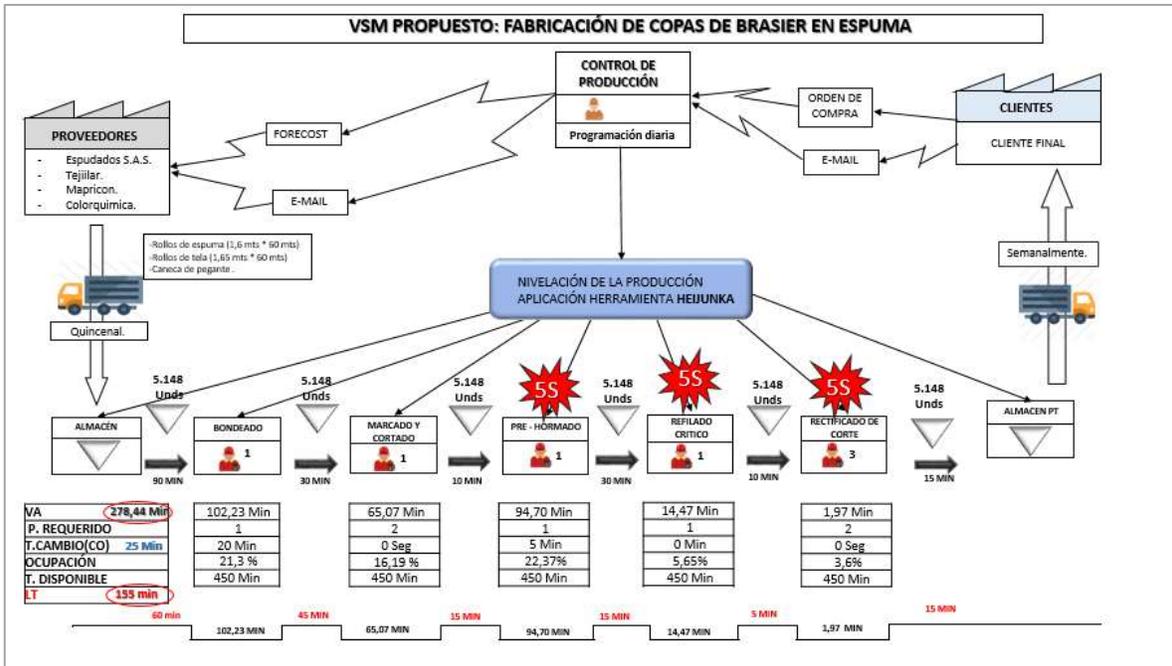


Ilustración 19. VSM PROPUESTO

Fuente: Autores , 2020

Como propuesta de cambio en el VSM se propone aplicar herramientas de Lean Manufacturing como nivelación de la producción (Heijunka) y la implementación de las 5s , aspirando tener una reducción en los tiempos de ciclo de 38 Min.

## **CAPITULO IV: DESARROLLO FASE II**

### **Caracterización de los procesos identificando requisitos que afecten su funcionamiento**

Con la información recolectada en la fase anterior se realiza un diagnóstico del sistema productivo identificando las variables y causas que afectan su funcionamiento. En primera instancia se realiza un análisis comparando la información actual e histórica de la empresa, con el fin de definir las fallas del proceso y sistema productivo que incurren en la generación de los puntos críticos y cuellos de botella encontrados.

#### **4.1 ESTUDIO DE TIEMPOS.**

Por medio de un análisis a cada uno de los procesos productivos de la empresa con la información obtenida en la Fase I, se puede evidenciar se presenta una problemática a causa de que no cuentan con una estandarización en los procesos esto quiere decir que la manera de operar es empírica.

Teniendo en cuenta lo anterior, se realizó un estudio de tiempos basados en el método de cuantificación continua, el cual consiste en mantener un cronometro activo mientras se realiza el proceso productivo por estación, leyendo el tiempo en que finaliza la fabricación de las copas de brasier. Para este estudio se tomaron tiempos durante un mes de trabajo en cada una de las estaciones, en la *Tabla 4* se puede apreciar el promedio de los tiempos registrados.

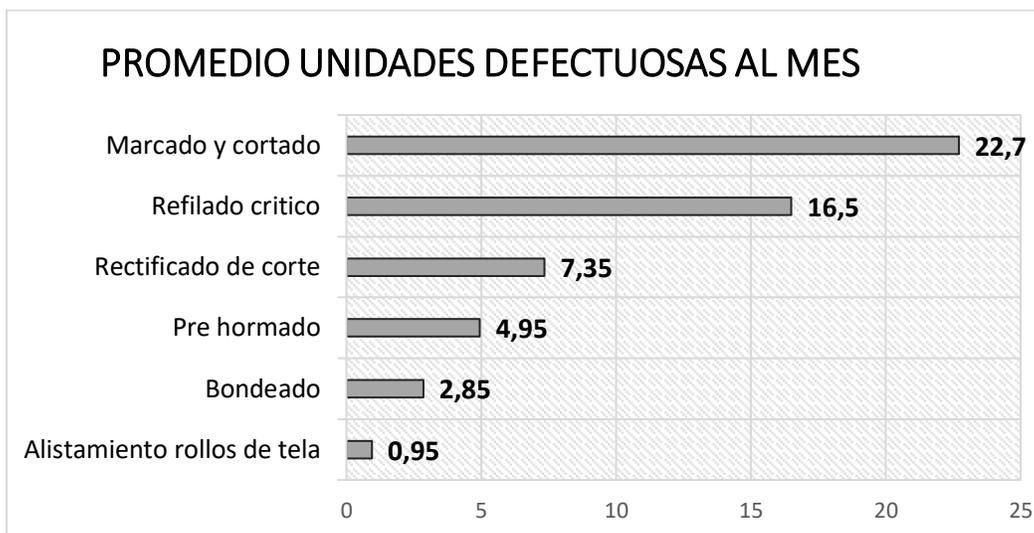
*Tabla 5. Promedio de tiempos registrados por Proceso*

<b>Proceso</b>	<b>TIEMPO PROMEDIO(Min)</b>
Alistamiento rollos de tela (5 Rollos)	99,49
Bondeado (5 Rollos)	102,23
Marcado y cortado	77,73
Pre-hormado	107,37
Rectificado de corte	27,13
Refilado crítico	1,97

Fuente: Autores, 2020.

Además de estos tiempos, también se tomaron datos de las unidades defectuosas por proceso, estas unidades defectuosas se ocasionan debido a la excesiva carga laboral, velocidad de producción y reducción de espacios laborales por acumulación de producto terminado en algunas áreas.

En la *Ilustración 20* se muestra el promedio de unidades defectuosas diarias por proceso.



*Ilustración 20. Promedio unidades defectuosas al mes.*

Fuente: Autores, 2020.

Para la obtención de las unidades defectuosas se tomaron 5 muestras diarias en cada uno de los procesos durante un mes de trabajo. En total se generaron 1106 unidades defectuosas durante un mes.

Como parámetro para definir si una unidad es defectuosa o no se tiene en cuenta que el producto no esté en óptimas condiciones y no cumpla con los parámetros de calidad (Sin quemaduras, cordado a medida, sin bordes rasgos, etc).

En la *Tabla 6* se presentan la cantidad de unidades defectuosas, reprocesadas y desechadas.

*Tabla 6. Cantidad de unidades defectuosas, reprocesadas y desechadas.*

DIA	Total de Unidades Defectuosas	Total Unidades Reprocesadas	total Unidades Desechadas	Porcentaje de Unidades reprocesadas a Diario
Día 1	69	43	26	62%
Día 2	50	32	18	64%
Día 3	52	35	17	67%
Día 4	47	32	15	68%
Día 5	47	34	13	72%
Día 6	52	33	19	63%
Día 7	66	46	20	70%
Día 8	64	49	15	77%
Día 9	65	48	17	74%
Día 10	62	44	18	71%
Día 11	55	37	18	67%

Día 12	59	42	17	71%
Día 13	56	42	14	75%
Día 14	53	38	15	72%
Día 15	54	42	12	78%
Día 16	54	47	7	87%
Día 17	44	30	14	68%
Día 18	51	35	16	69%
Día 19	55	43	12	78%
Día 20	51	37	14	73%
<b>Suma</b>	1106	789	317	
			<b>Promedio</b>	<b>71%</b>

Fuente: Autores, 2020.

Con los obtenidos anteriormente se puede identificar que, de las 1106 unidades defectuosas, el 71% son reprocesadas y 29% son desechadas.

Por medio de un diagrama de Pareto se identificaron los procesos con mayor relevancia de errores, este diagrama permite identificar gráficamente los procesos más críticos en la generación de errores del proceso productivo de las copas de brasier pre-hormado.

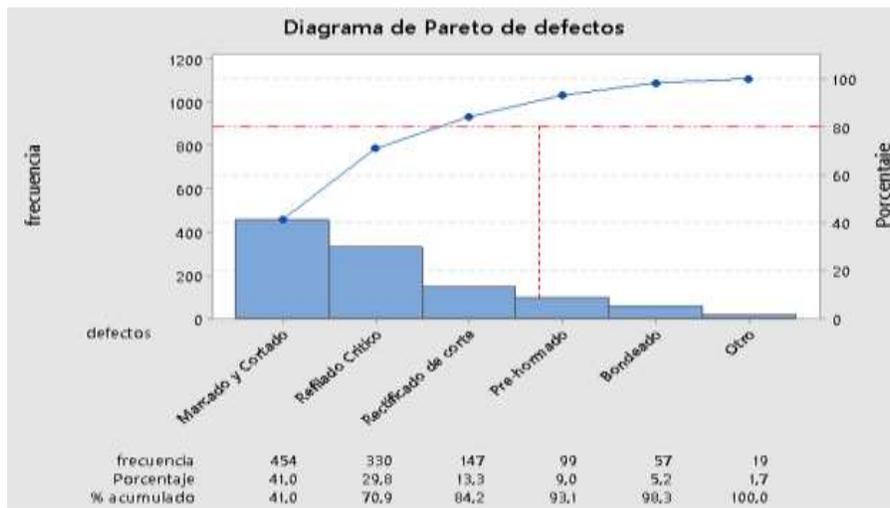


Ilustración 21. Diagrama de Pareto de defectos por proceso.

Fuente: Autores, 2020.

Por medio de la gráfica identificada por la *Ilustración 21* y teniendo en cuenta el método de Pareto 80-20, notamos que los procesos de marcado y cortado, refilado crítico y rectificado de corte representan el 80% de las unidades defectuosas en el sistema. Por lo mismo requieren de un plan de acción correctivo, para disminuir la cantidad de dichas unidades.

## **4.2. IDENTIFICACION DE LAS CAUSAS REALES ESTABLECIENDO UNA RELACIÓN CAUSA - EFECTO.**

Este punto se analizó por medio del diagrama de Árbol de causas –efectos, que se encuentra en el CAPITULO I numeral 1.3.2 .

# CAPITULO V DESARROLLO FASE III

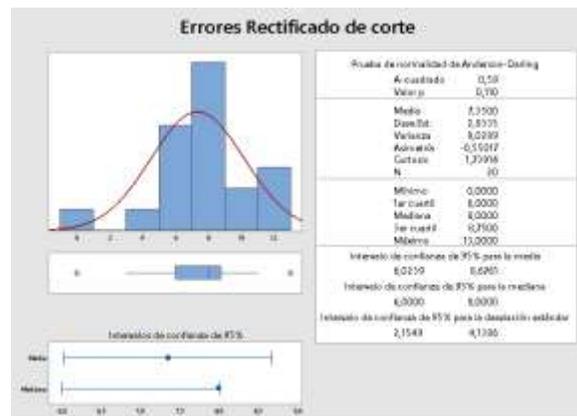
## Desarrollo de hipótesis de las relaciones causa y efecto utilizando herramientas de la metodología Lean Six sigma

### 5.1 ANÁLISIS DE ERRORES FRECUENTES DEL PROCESO POR MEDIO DEL USO DE ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA.

Para los procesos críticos identificados anteriormente por medio del diagrama de Pareto (*Ilustración 21*) se realizó un análisis estadístico descriptivo mediante pruebas de normalidad con los datos de los errores generados por dichos procesos con la ayuda del software estadístico MiniTab.



*Ilustración 22. Errores marcado y cortado*  
Fuente: Autores, 2020.



*Ilustración 23. Errores marcado y cortado.*  
Fuente: Autores, 2020.



*Ilustración 24. Errores Refilado crítico*  
Fuente: Autores ,2020

De las gráficas de las pruebas de normalidad mostradas anteriormente se puede inferir que los procesos siguen valores fenómenos normalmente distribuidos; la media de errores de los procesos diarios de marca marcado y corte, rectificado de corte y refilado crítico son de

22.7 , 7.36 y 16, 5 respectivamente , esto nos muestra que el proceso con más errores es el de marcado y corte; en el proceso de rectificado de corte y refilado critico podemos evidenciar datos fuera de los parámetros considerados normales en el proceso causados por factores no determinados.

Con el fin de dar un control detallado sobre las unidades de copa de brasier defectuosas en el proceso de fabricación y confección de brasieres se realizaron graficas NP (Número de unidades defectuosas) teniendo en cuenta los datos tomados durante un mes de las unidades defectuosas resultantes por cada proceso, cabe resaltar que diariamente se tomaron 5 muestras aleatorias y que para realizar las gráficas se calculó la sumatoria de los muestras tomadas por día y por proceso.

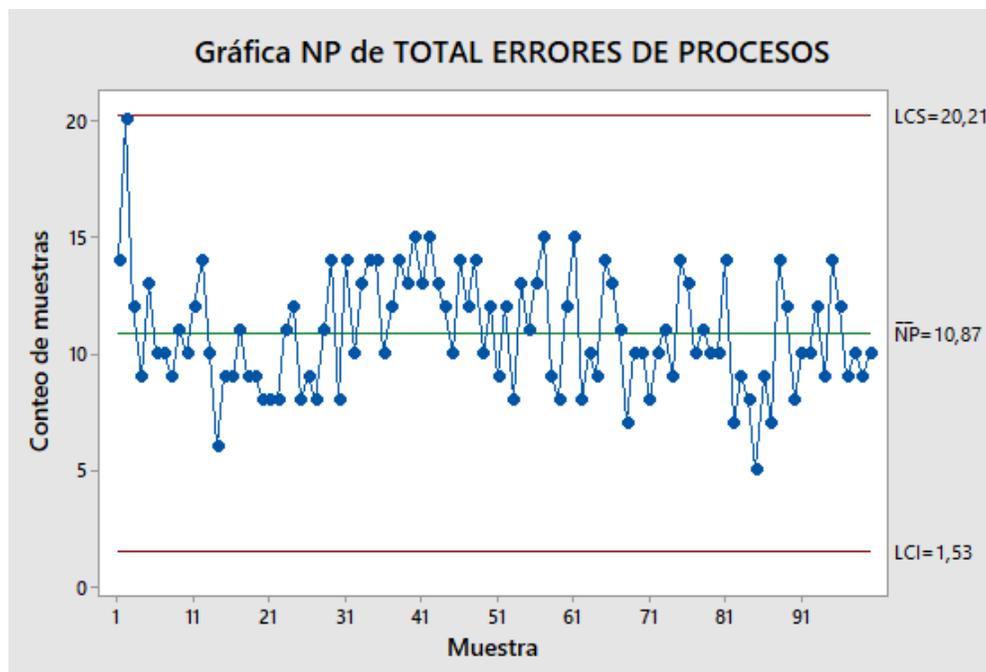
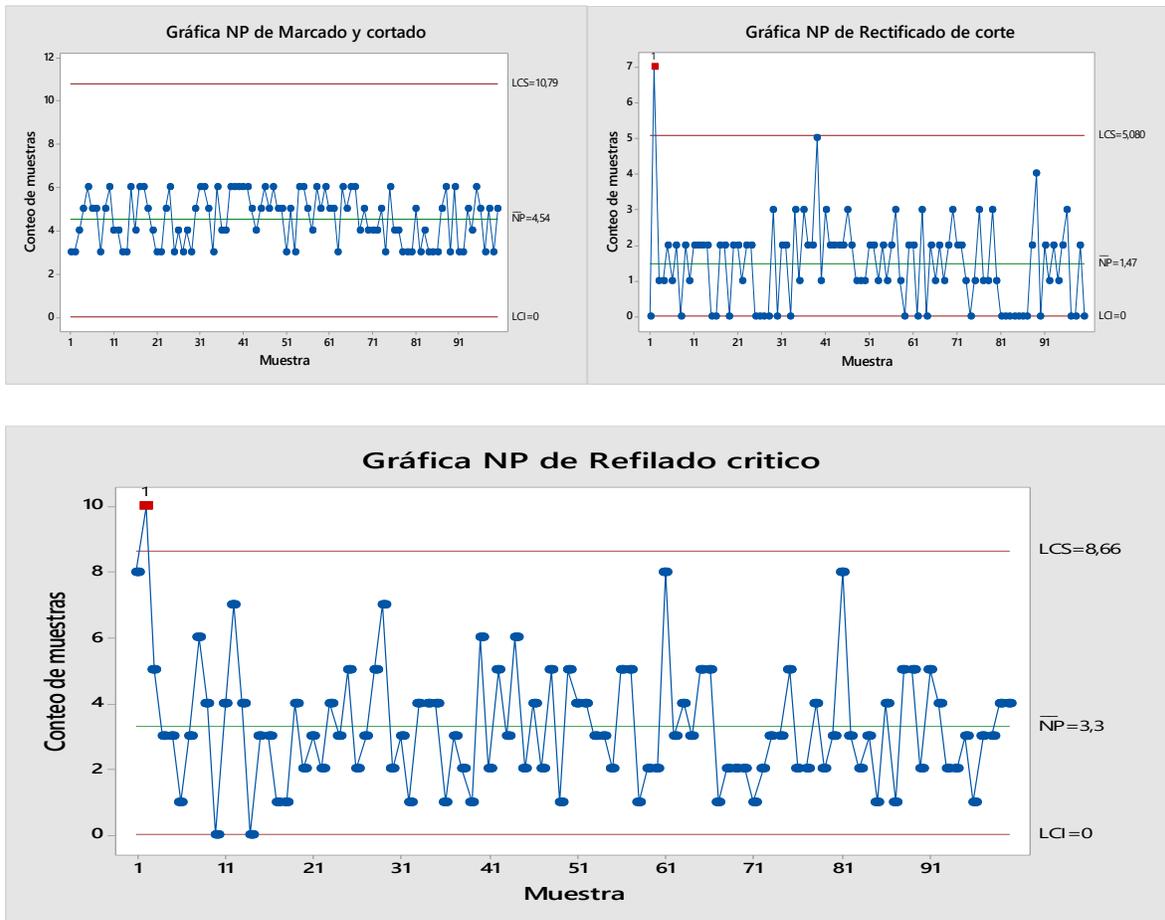


Ilustración 25. Grafica NP total  
Fuente: Autores, 2020.

La cantidad de unidades defectuosas y límites de control de todos los procesos se refleja gráficamente en la Ilustración 25, se infiere que el numero promedio de la sumatoria de los errores de todos los proceso es de 11 unidades defectuosas y que la mayoría de los errores se encuentra entre las 5 y 15 unidades no conformes y están bajo control.

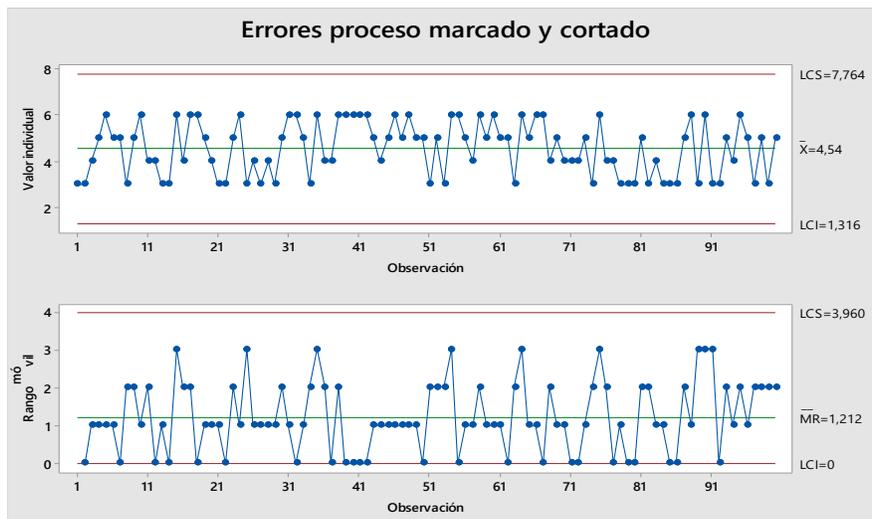


*Ilustración 26. Graficas NP procesos identificados por Grafica de Pareto.*  
**Fuente:** Autores, 2020.

Es evidente que en los procesos son recurrentes y constantes los defectos generados, en rectificado de corte podemos evidenciar datos con valor de cero defectos y como en el proceso de refilado crítico un dato atípico, fuera de los límites de control. Los procesos se encuentran en los límites aceptables de especificación y son aceptables y controlados teniendo en cuenta que los puntos fuera de los límites son despreciables.

Con el fin de obtener información que nos permita monitorear la estabilidad del proceso en el tiempo teniendo en cuenta que la toma de los datos de las unidades defectuosas fue continua y en observaciones individuales, se realizó la Grafica I-MR buscando además identificar y corregir las inestabilidades de los procesos productivos.

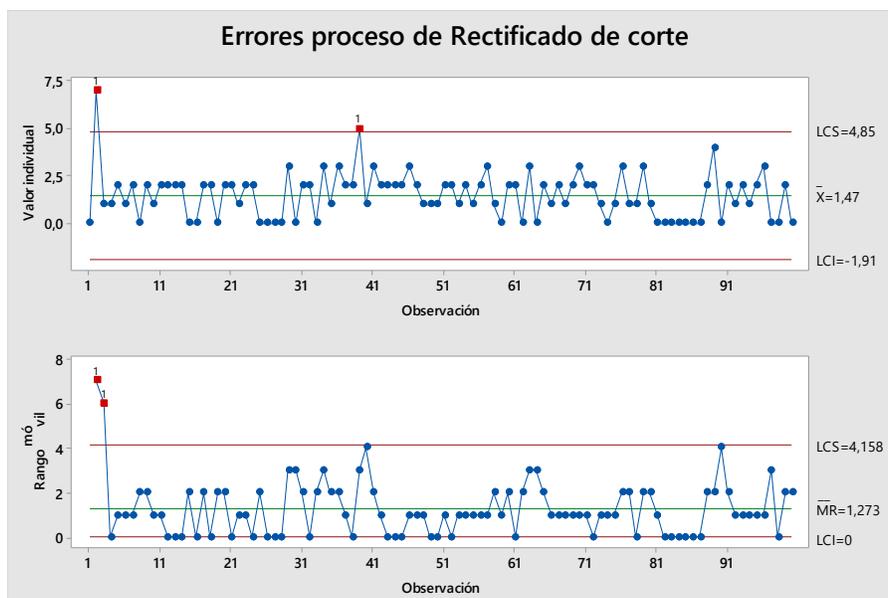
## Grafica de control de errores en proceso marcado y cortado



*Ilustración 27. Errores proceso marcado y cortado.*  
**Fuente:** Autores, 2020.

Las unidades no conformes generadas en el proceso marcado y cortado (*Ilustración 27*) varían alrededor de la línea central, siendo el promedio 4.54 unidades oscilando en un rango de tres a seis unidades defectuosas o errores, se pueden observar patrones en intervalos de tiempo donde la cantidad de errores es constante pero diferente cantidad. En general los errores en el proceso de marcado y cortado son aceptables y controlados entre los límites establecidos.

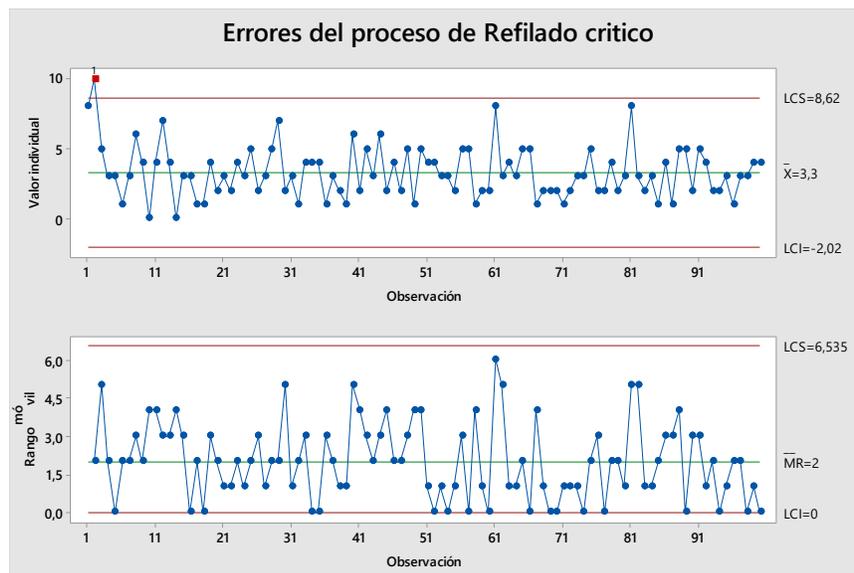
## Grafica de control de errores en proceso de rectificado de corte.



*Ilustración 28. Grafica de control de errores en proceso de rectificado de corte*  
**Fuente:** Autores , 2020.

Como se puede apreciar en la *Ilustración 28* la gráfica de control nos muestra que el promedio de unidades defectuosas en el proceso de rectificado de corte es de 1.47 , se identifican dos datos fuera de control atribuidos a fallas con la maquinaria ,ignorando estos puntos el proceso está bajo los límites de aceptación.

**Grafica de control de errores en proceso de refilado crítico.**



*Ilustración 29. Errores del proceso de refilado crítico.*

Fuente: Autores, 2020.

La grafica de control de errores en proceso de marcado y cortado las unidades no conformes varían aleatoriamente del promedio (línea central) y se encuentran en los límites de control, no se identifican patrones ni tendencias, los defectos generados en este proceso son estables.

# **CAPITULO VI. DESARROLLO FASE IV**

## **Evaluación financiera de la propuesta de mejora**

Por medio de las posibles implementaciones de las propuestas generadas a continuaciones, se pretende evaluar financieramente cada una de ellas, observando el beneficio que pueden generar para la empresa.

### **6.1 IMPLEMENTACIÓN DE CONTROLES QUE ASEGUREN LA CONTINUIDAD DEL PROYECTO**

#### **6.1.1. Metodología de las 5s: Clasificación (Seiri)**

Por medio de un estudio en la planta de la empresa CORFORMAS S.A.S se observo que en gran parte de sus procesos (puestos de trabajo) se cuenta con objetos innecesarios para llevar a cabo su operación, por lo cual, se pretende implementar en los mismos un nuevo tipo de organización, en la cual se utilicen para llevar a cabo el funcionamiento únicamente las herramientas esenciales y necesarias.

A continuación, se presentarán los modelos que se pretenden implementar en la empresa CORFORMAS S.A.S :

##### **6.1.1.1. Refilado critico**

Este proceso cuenta con elementos innecesarios como:

- Cajas de cartón vacías y con producto terminado que obstaculizan el movimiento en el puesto de trabajo
- Material refilado el cual se encuentra encima de la maquina el cual ya debería haber sido transportado a la siguiente operación
- Elementos de aseo como escoba y recogedor, los cuales deberían estar en el cuarto de aseo
- Cuaderno y cinta adhesiva encima de la maquina lo que podría ocasionar un error si esta cae durante la operación.



*Ilustración 30. Proceso de Refilado critico*  
Fuente: Autores, 2020.

### 6.1.1.2. Pre-Hormado

En este proceso se pudo observar que se cuenta con elementos no esenciales para la operación y que tampoco agregan valor a la misma, estos objetos pueden retrasar la operación y ocasionar algún tipo de reproceso.

Estos elementos encontrados son :

- Bolsas de plástico vacías las cuales podrían afectar la operación y ocasionar algún daño de la máquina
- Una mesa con producto terminado y materia prima, reduce el espacio para llevar a cabo la operación
- Cajas de cartón vacías y con producto terminado
- Repuesto de la máquina de pre-hormado.



*Ilustración 31. Proceso de Pre - Hormado*

### 6.1.1.3 Rectificado de corte

En este proceso, se pudo identificar una gran acumulacion de cajas con producto terminado, lo cual reduce el espacio en el area lo que demora el desarrollo de la operación ya que se obtaculizan los puestos de trabajo de las operarias  
Algunos elementos encontrados tambien son:

- Una emisora de radio, la cual no deberia estar dentro de la operación ya que podria causar algun tipo de accidente



*Ilustración 32. Proceso de Rectificado de corte.*

*Fuente: Autores, 2020.*

### 6.1.2 Metodología de las 5S: Ordenar (Seiton)

Para la implementación de esta primera parte de la herramienta 5s, se organizarán los materiales y objetos encontrados en cada una de las operaciones anteriormente mencionadas, para que cada objeto y material este en el área en la que corresponde.

Para llevar a cabo la organización se tendrá en cuenta la necesidad y utilidad de los objetos y materiales para cada proceso, esto con un control por medio de listas de chequeo de los elementos necesarios por cada proceso, de forma que cada operario tenga conocimiento de que elementos deben permanecer en el puesto de trabajo y también que elementos no deben estar en el mismo, de esta manera se mantendrá un orden y se comenzara a maximizar el tiempo de cada operación en la empresa.

Se tienen como soluciones para la organización de la empresa lo siguiente:

- Diseño de repisas o gavetas para cada una de las áreas de trabajo, en la cual se encontrarán los elementos y herramientas necesarias para llevar a cabo la operación,

la cual ayudara a generar responsabilidad por parte de cada uno de los operarios. Los elementos y herramientas almacenadas en las gavetas de cada operación deberán ser devueltos a la misma al finalizar su uso.



*Ilustración 33 Gaveta para organización de herramienta  
Fuente, Moduplastic, 2020*

- Asignación de un área específica para el almacenamiento de desperdicios de material generado en cada uno de los procesos
- Organización de la materia prima y producto terminado en cada una de las áreas por medio del diseño gavetas acordes al espacio de cada área, esto con el fin de clasificar la materia prima requerida para cada proceso y no generar una mezcla entre estos dos y que la empresa tenga un mejor control de sus recursos.



*Ilustración 34 Rack para organización de materia prima  
Fuente, Moduplastic, 2020*

Los beneficios de la anterior organización son:

- Aumento en los espacios de trabajo, lo cual reduce la accidentalidad
- Eliminación del despilfarro
- Mejora en el control visual de las herramientas de trabajo, material en proceso y producto terminado
- Control y organización de la materia prima requerida para cada uno de los procesos

### 6.1.3 Metodología de las 5S: Limpieza (Seiso)

Para la implementación de esta parte de la herramienta 5s y la conservación de la clasificación y orden anteriormente mencionados, se requiere un ambiente de trabajo limpio, en donde cada operario será responsable de mantener limpio y en óptimas condiciones su puesto de trabajo.

Cada uno de los operarios debe al finalizar la jornada laboral rectificar que el área y puestos de trabajo estén en óptimas condiciones, para esto se tendrá en cuenta:

- Cada una de las áreas debe contar con la totalidad de herramientas para llevar a cabo la operación
- El espacio de cada operación debe estar despejado de cualquier tipo de residuo, estos residuos ya deben estar en el área designada
- El espacio de trabajo debe estar libre de cualquier elemento u objeto que pueda obstaculizar el desplazamiento de los operarios
- Los racks designados deben contener únicamente el material necesario para llevar a cabo la operación

### 6.1.4 Metodología de las 5S: Estandarización (Seiketsu)

Para lograr una buena implementación de los pasos anteriormente mencionados se proponen las siguientes estandarizaciones:

- Visualización de los nombres de las áreas por medio de placas
- Listas de chequeo de los elementos y herramientas almacenados/as en las gavetas asignadas a cada proceso, las cuales deberán ser correctamente diligenciadas por un operario encargado al finalizar la jornada laboral (*Anexo 4, Formato de inspección de herramientas*).
- Planillas de control para el aseo de cada área de trabajo, los operarios una vez realicen la limpieza de sus puestos de trabajo deberán diligenciar correctamente la planilla una vez terminada la limpieza.
- Placas de señalización para rutas de evacuación, peligro, entre otras
- Realización de evaluaciones periódicas utilizando los criterios anteriormente mencionados.
- Manuales de procedimiento para llevar a cabo cada uno de los procesos

### 6.1.5 Metodología de las 5S: Disciplina (Shitsuke)

En esta fase de la herramienta 5s se pretende mantener el hábito de los operarios de la empresa de mantener todo de una manera correcta y continua, los operarios deben

mantener las fases anteriormente mencionadas por su propia convicción si necesidad de estar siendo supervisados.

Para poder llevar a cabo esta fase, se realizarán capacitaciones para mejorar continuamente, también se mostrara a los operarios de la empresa el antes de la implementación de la herramienta 5s y el después de su implementación, esto con el fin de darles a conocer los beneficios que se obtienen gracias a esta herramienta e incentivándolos para continuar con el desarrollo.

Con el fin de asegurar la buena ejecución, implementación y desarrollo de la metodología 5's, se diseñó una capacitación a los operarios con el fin de mejorar la productividad, el ambiente laboral como las generalidades, ventajas y modos de uso de dicha metodología. (*Anexo 5. Diseño capacitación Herramientas 5's*).

## 6.2 PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTA HEIJUNKA

“Heijunka: Es una técnica que adapta la producción a la demanda fluctuante de los clientes. Para ello, se busca producir lotes pequeños de muchos modelos en periodos cortos de tiempo. Esto requiere tiempos de cambios mucho más rápidos, y con pequeños lotes de piezas entregadas con mayor frecuencia (APLICADA, 2017)

Partiendo de la anterior definición y con el propósito de disminuir el desperdicio se parte de los resultados obtenidos en el análisis de la información del proceso de producción de la empresa, se presentan en la *Tabla 7* el estimado de producción de la empresa para un año corrido, en que cada mes la función de programación de la producción, se programa la misma cantidad de cajas de copas por treinta unidades:

*Tabla 7. Programación de producción de cajas por 30 copas*

MES	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	TOTAL
PP	1835	1835	1835	1835	1835	1835	1835	1835	1835	1835	1835	1835	22020

Fuente: Autores

Esta programación de producción equivale a 55.050 copas mensuales, para un total de 660.600 copas al año de producción.

Para lograr un marco de comparación se presenta a continuación el comportamiento de la demanda real de la empresa para un año de producción:

Tabla 8. Demanda real de la empresa anual de cajas por 30 copas.

MES	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	TOTAL
PP	1769	1760	1729	1784	1837	1819	1767	1817	1871	1879	1815	1780	21627

Fuente: Corformas S.A.S

De la comparación anterior en los intervalos de los meses I-IV, VI-VIII, y en el mes XI el estimado de programación de la producción genera cajas sobrantes, frente a los meses V, IX, X y XII en que se generan faltantes de producción para suplir la demanda real del mercado, lo que se convierte en el desperdicio de inventario de producto terminado, que en sumatoria del periodo genera un sobrante de trescientas noventa y tres (393) cajas, que equivalen a 11790 unidades de copas que terminan almacenadas y en franco deterioro.

Lo anterior igualmente quiere decir que a pesar que los faltantes de demanda se pueden suplir con el inventario acumulado de los periodos anteriores de producción, en un año corrido, se presenta un desperdicio de inventario que genera costo para la empresa y que, al trascurrir del tiempo, no se puede recuperar, dado que muchas de esas copas se deterioran y se deben desechar.

Para desarrollar el cálculo de la nivelación de la producción al contexto de la empresa, se realiza inicialmente un análisis estadístico descriptivo al comportamiento de la demanda en un año de mercado, con los siguientes resultados, con los estadísticos de interés para el problema:

Tabla 9. Estadísticos descriptivos demanda anual.

<b>ESTADISTICO</b>	<b>VALOR</b>
Media	1802,25
Mediana	1799,50
Desviación estándar	45,54
Coefficiente de variación	0,03
Coefficiente de asimetría	0,30

Fuente: Autores, 2020.

La media de la demanda es de 1802 cajas mensuales, con una desviación estándar 45 cajas mensuales, con una distribución de datos asimétrica con sesgo a la derecha y con muy poca dispersión.

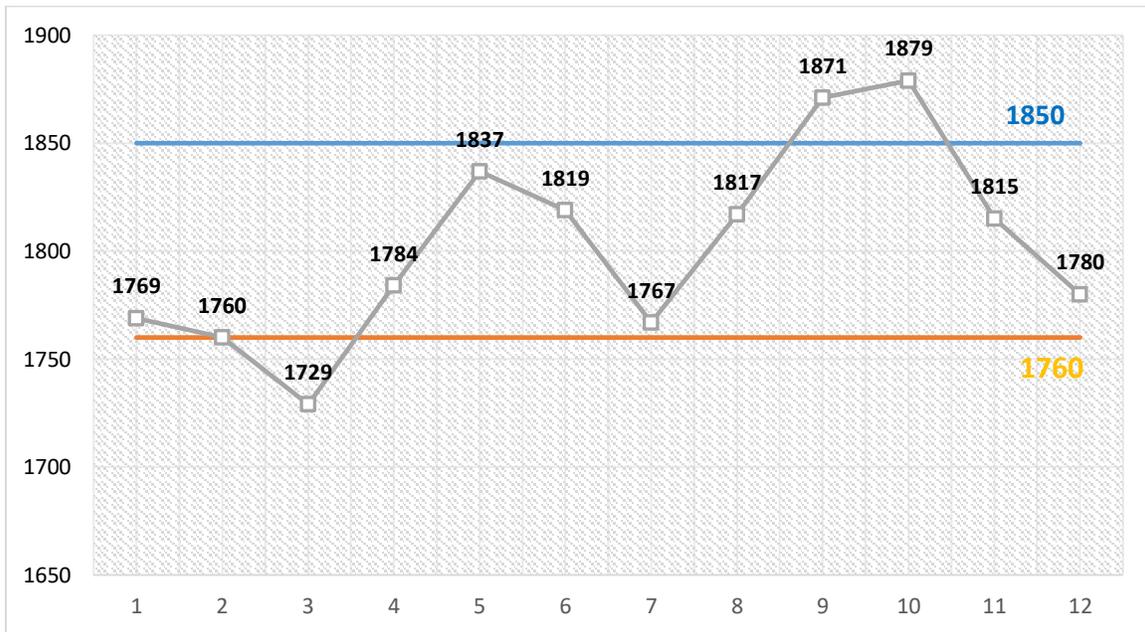
Con lo anterior se toma desarrollan varios métodos de programación nivelada que se presentan a continuación:

- a) Programar en los meses de mayor demanda una producción del promedio más la desviación estándar, es decir aproximadamente 1850 cajas para redondear en un

numero de cajas razonables, en los meses de menor demanda con la media menos la desviación estándar para 1760 cajas.

- b) Utilizar el criterio anterior en agrupación de cuatrimestres utilizando 1760 cajas en el primer cuatrimestre, 1802 cajas en el segundo y 1850 cajas en el tercero
- c) Se programa de manera similar para trimestres y semestres con la utilización de la media, la media más una desviación estándar y la media menos una desviación estándar.

No obstante, al desarrollar una pseudo grafica de control con los límites de control entre una y menos una desviación estándar, no se puede evidenciar un control adecuado para la programación con las ideas propuestas anteriormente como se puede evidenciar en la gráfica siguiente:



*Ilustración 35. Control de la demanda entre una y menos una desviación estándar.  
Fuente: Autores, 2020.*

A continuación, en la *Ilustración 31* se presente el mejor escenario encontrado para la nivelación de la producción:

SITUACION ACTUAL													
	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	TOTAL AÑO
CAJAS * 30/U MES	1835	1835	1835	1835	1835	1835	1835	1835	1835	1835	1835	1835	22020
DEMANDA REAL UNIDADES	53070	52800	51870	53520	55110	54570	53010	54510	56130	56370	54450	53400	648810
PRODUCCION UNIDADES	55050	55050	55050	55050	55050	55050	55050	55050	55050	55050	55050	55050	660600
SOBRANTES UNIDADES	1980	2250	3180	1530	0	480	2040	540	0	0	600	1650	14250
FALTANTES UNIDADES	0	0	0	0	60	0	0	0	1080	1320	0	0	2460
ESPERCICIO TOTAL CAJA													475
ESPERCICIO TOTAL CAJA													82
ESPERCICIO TOTAL CAJA													393

SITUACION PROPUESTA													
	MES 1	1760	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	TOTAL AÑO
CAJAS * 30/U MES	1802	1802	1802	1802	1802	1802	1802	1802	1802	1802	1802	1805	21627
DEMANDA REAL UNIDADES	53070	52800	51870	53520	55110	54570	53010	54510	56130	56370	54450	53400	648810
PRODUCCION UNIDADES	54060	54060	54060	54060	54060	54060	54060	54060	54060	54060	54060	54150	648810
DEMANDA REAL EN UNIDADES	1769	1760	1729	1784	1837	1819	1767	1817	1871	1879	1815	1780	21627
SOBRANTES UNIDADES	990	1260	2190	540	0	0	1050	0	0	0	0	750	6780
FALTANTES UNIDADES	0	0	0	0	1050	510	0	450	2070	2310	390	0	6780
ESPERCICIO TOTAL CAJA													226
ESPERCICIO TOTAL CAJA													226
ESPERCICIO TOTAL CAJA													0

Ilustración 36. Desarrollo del Heijunka.

Fuente: Autores, 2020.

Se decidió programar mes a mes, durante un año corrido la media de la demanda es decir 1802 cajas en los once primeros meses del año y una programación de 1805 cajas en el último mes, lo que genera una programación total de 21627 que equivale a la demanda total de la empresa en el mismo año, generando un desperdicio final de cero (0) cajas, eliminando el desperdicio inicial en un 100%, en la *Ilustración 37*, se puede ver la programación de la producción en la situación actual y con el modelo propuesto.

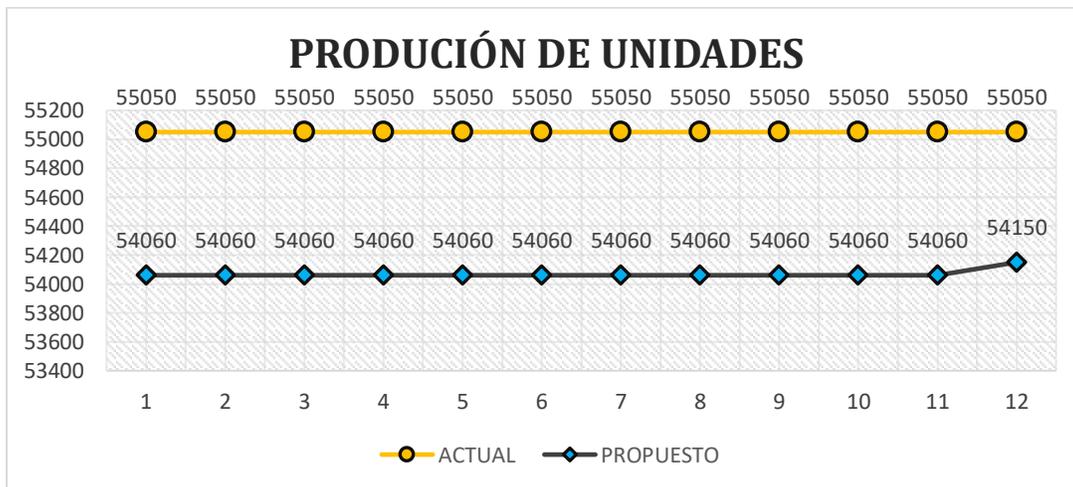
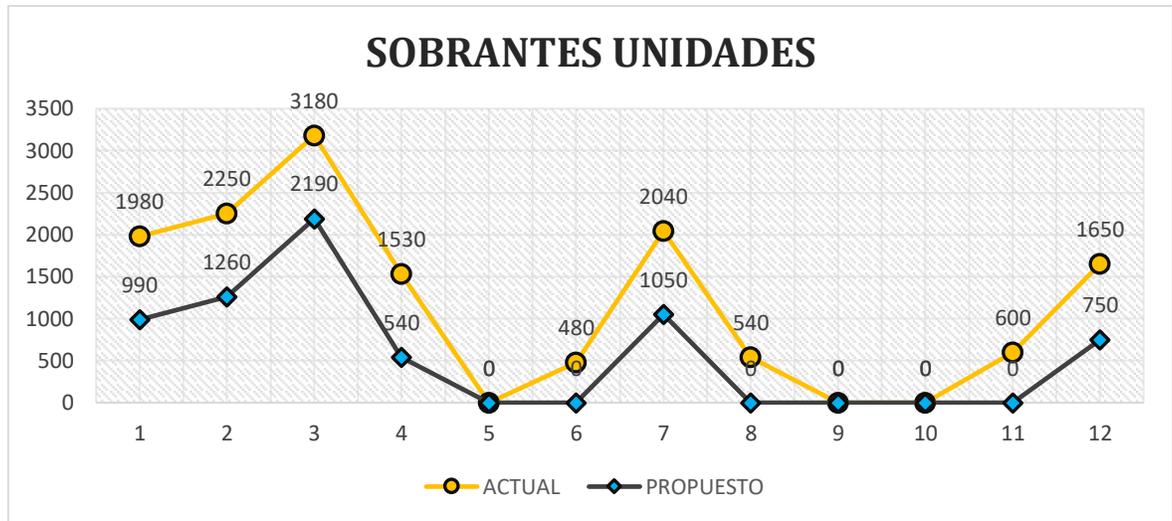


Ilustración 37. Producción de unidades

Fuentes: Autores, 2020.

Como se muestra en la *Ilustración 38* se logra gran reducción de unidades sobrantes y almacenadas utilizando el método propuesto, teniendo una reducción total del 48%.



### 6.3 PROYECCIÓN

Con la implementación de las herramientas anteriormente mencionadas se proyecta un 12.01 % de reducción en los tiempos de ciclo con respecto al tiempo actual, como se puede verificar en la *Tabla 10*.

*Tabla 10. Comparación tiempo estándar actual y propuesto*

PROCESO	TIEMPO ESTANDAR ACTUAL(min)	TIEMPO ESTADAR PROPUESTO (min)
BONDEADO	102,23	102,23
MARCADO Y CORTADO	77,73	65,07
PRE HORMADO	107,37	94,70
REFILADO CRITICO	27,13	14,47
RECTIFICADO DE CORTE	1,97	1,97
<b>TOTAL min/und</b>	<b>316,44</b>	<b>278,44</b>

Fuente: Autores, 2020.

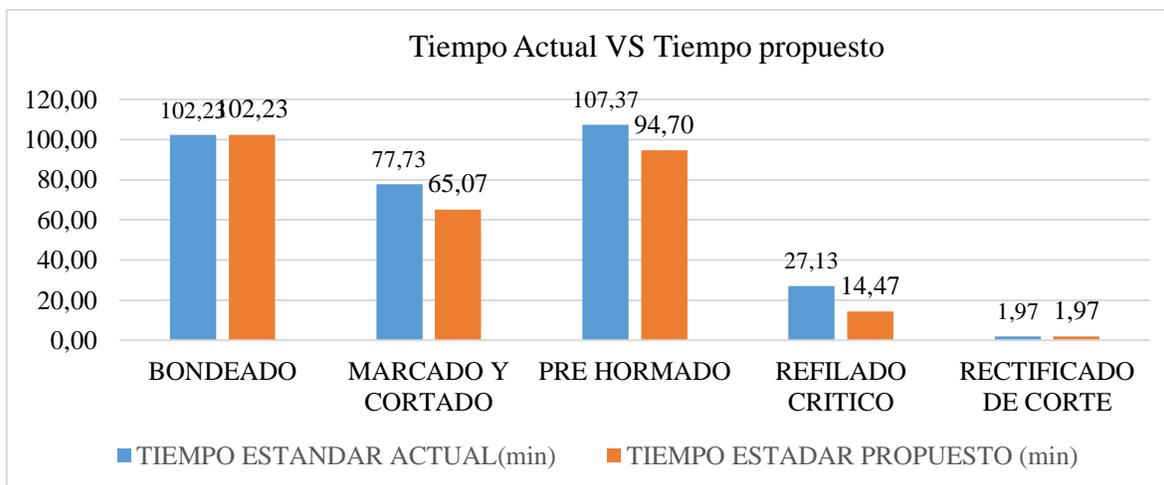


Ilustración 38. Grafica comparativo tiempo actual VS tiempo propuesto.  
Fuente: Autores ,2020

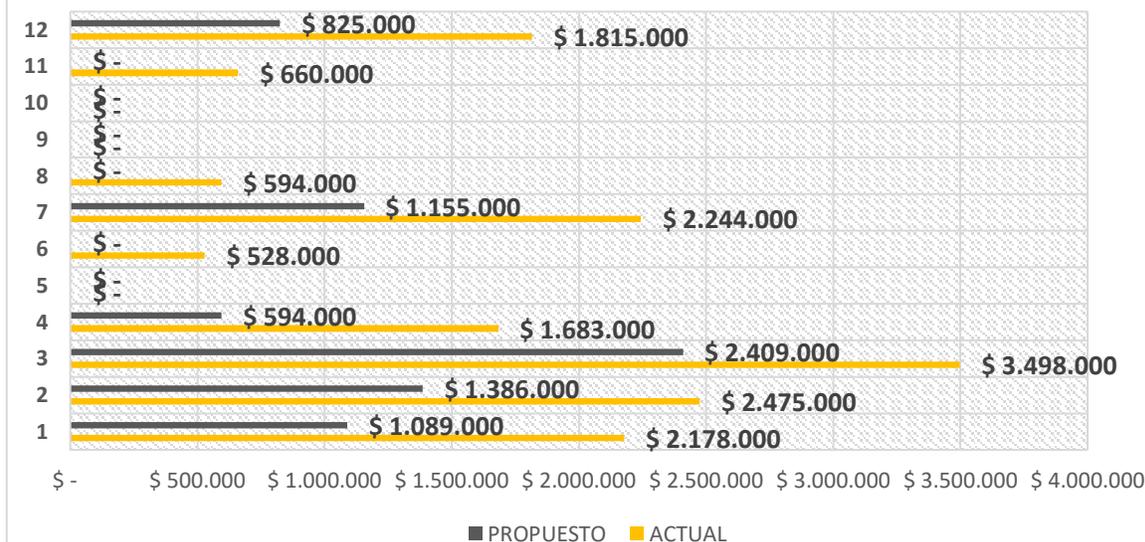
En la *Ilustración 35* que muestra la grafica de comparación del tiempo actual de proceso productivo con el tiempo propuesto, se puede inferir que se genera una reducción significativa en el tiempo de ciclo de 38 minutos.

## 6.4 EVALUACION DE LA VIABILIDAD ECONÓMICA DEL PROYECTO

Con la información suministrada por gerencia de la empresa CORFORMAS S.A.S (Costo materia prima, maquinaria, costos directos e indirectos , mano de obra , reprocesos y desperdicios de producto) y la implementación de las propuestas ya mencionadas anteriormente, se realizó la evaluación económica del proyecto, como se muestra a continuación.

Se logró gran impacto económico con la reducción de unidades sobrantes y almacenadas realizando la programación de la producción por el Método Heijunka ; teniendo en cuenta que el costo de almacenamiento por unidad es de \$1.100, se logra reducir el costo de almacenamiento mensual en los doce meses, obteniendo una reducción anual de \$7.227.000, en la *Ilustración 39* se aprecia los costos por mes en la situación actual y propuesta.

## Costos de almacenamiento mensual



*Ilustración 39. Costo de almacenamiento mensual.*  
Fuente : Autores, 2020.

*Tabla 11. Costo de materia prima*

Materia prima	Unidad de medida	Cantidad por medida	Costo total	Costo por unidad	Mp usada por unidad	Costo total
ROLLO TE TELA 1.6X60m	Rollo	100	\$ 2.200.000	\$ 22.000	0,0384	\$ 844,8
ROLLO DE ESPUMA 1.6X60m	Rollo	50	\$ 1.000.000	\$ 20.000	0,0192	\$ 384
CANECA DE PEGANTE	Litro	240	\$ 1.000.000	\$ 4.167	0,0019	\$ 8
<b>TOTAL MP</b>						<b>\$ 1.236,8</b>

Fuente: Autores , 2020

De La Tabla 11 se puede observar que el costo de materiales para la producción de un par de copas de brasier es de \$1236.8 en condiciones óptimas de fabricación (No se presentan errores ni re – proceso)

*Tabla 12. Costos por unidades defectuosas*

Proceso	% terminado por pieza	Costo por pieza	Costo mensual	Unidades defectuosas mensuales	Costo mensual por defectos	Costo anual por defecto
Refilado crítico	36%	\$ 445	\$ 24.510.902	57	\$ 25.379	\$ 304.549,63
Marcado y cortado	24%	\$ 297	\$ 16.340.602	454	\$ 134.762	\$ 1.617.140,74
Pre - hormado	22%	\$ 272	\$ 14.978.885	118	\$ 32.107	\$ 385.287,94
Rectificado de corte	15%	\$ 186	\$ 10.212.876	147	\$ 27.271	\$ 327.257,28
Bondeado	3%	\$ 37	\$ 2.042.575	330	\$ 12.244	\$ 146.931,84
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>\$ 1.237</b>	<b>\$ 68.085.840</b>	<b>1106</b>	<b>\$ 231.764</b>	<b>\$ 2.781.167,42</b>

Fuente: Autores, 2020

Por medio del porcentaje de terminado de pieza que hace referencia a la participación de cada proceso en el desarrollo del producto y que es estipulado por el Jefe de producción, se determinó el costo por pieza asociado a cada proceso, esto con el fin de identificar el costo en el que incurre la empresa por las unidades defectuosas anualmente.

Tabla 13. Costo por reproceso

Proceso	% terminado	Costo por pieza	% de costo adicional por reproceso	Costo de reproceso por unidad
refilado critico	36%	\$ 445	15%	\$ 512
marcado y cortado	24%	\$ 297	10%	\$ 327
pre hormado	22%	\$ 272	7%	\$ 291
rectificado de corte	15%	\$ 186	2%	\$ 189
bondeado	3%	\$ 37	35%	\$ 50
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>\$ 1.237</b>		<b>\$ 1.369</b>

Fuente: Autores, 2020.

Teniendo en cuenta cada uno de los porcentajes de participación mencionados anteriormente y que se muestran en la *Tabla 13* se realizo el calculo del costo por reproceso por unidad multiplicando el porcentaje de costo adicional por el costo por pieza y agregando este excedente a dicho costo , como resultado se obtuvo que el costo de reprocesar una unidad es de \$1.369.

Tabla 14. Costo por unidades reprocesadas.

Costo por unidad optima	Costo por unidad reprocesada
\$ 1.237	\$ 1.369
<b>Diferencia</b>	<b>\$ 132</b>
<b>Promedio und defectuosas/mes</b>	1106
<b>Costo mensual por defectos</b>	\$ 146.229
<b>Costo anual por defectos</b>	<b>\$ 1.754.743</b>

Fuente: Autores, 2020.

Como se puede observar en la anterior Tabla (*Tabla 14*) , se obtuvo un incremento de \$132 con respecto al precio de fabricación base de la copas de brasier, esto debido a que algunas copas deben ser reprocesadas, finalmente se concluye que la empresa incurre en un costo anual por defectos de \$1.754.743.

Tabla 15. Costo por unidades con disminución de re-proceso

Costo por unidad optima	Costo por unidad reprocesada
\$ 1.237	\$ 1.369
<b>Diferencia</b>	<b>\$ 132</b>

<b>Promedio unidades defectuosas mes</b>		540
<b>Costo mensual por defecto</b>	\$	71.396
<b>Costo anual por defecto</b>	\$	<b>856.746</b>

Por medio de las herramientas aplicadas se logró reducir la cantidad de unidades defectuosas en un 51% generando un ahorro mensual de \$74.833 y un ahorro anual de \$897.997.

Para finalizar los cálculos de proyección tenemos en cuenta la *Ilustración 34*. Ubicada en el capítulo VI numeral 6.2, teniendo una reducción del 100% del desperdicio total de cajas del producto terminado se proyecta un ahorro de \$24'759.000 que sumado al ahorro de las unidades reprocesadas mencionadas anteriormente y a la reducción de los costos de mantener inventario suman un ahorro total de: \$32'883.997 pesos anuales para la empresa CORFORMAS por la implementación de este proyecto.

## CAPITULO VII. CONCLUSIONES

- Por medio del contraste entre el Flujo de valor (VSM) actual de la empresa y el propuesto por parte de los investigadores, se identificaron de factores que afectan el flujo de valor del proceso productivo y se aplicaron herramientas que permitieron disminuir el tiempo de ciclo en 38 minutos.
- Por medio de las herramientas 5's y la implementación de racks para almacenar la materia prima y de gavetas para mantener la herramienta para cada una de las áreas de trabajo se ayuda y se logra despejar las áreas de trabajo, permitiendo a los operarios un habiente de trabajo óptimo, y reduciendo el tiempo de proceso, para asegurar el buen uso y la aplicación de dichas herramientas, se generaron Listas de Chequeo y capacitaciones.
- Se logró proyectar una reducción del 51% de las unidades re-procesadas en los procesos productivos por medio de la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing (Heijunka, 5s).
- La herramienta Heijunka permitió nivelar la producción causando que los que las unidades almacenadas se redujeran en un 48% y reduciendo en gran medida los costos de almacenamiento.
- Por medio de la herramienta Heijunka se logró una reducción del 100% del desperdicio total de cajas de producto terminado, lo cual le genera a la empresa un ahorro de \$24'759.000, ya que por medio de la nivelación de la producción se evita que la empresa incurra en un costo de producto terminado, permitiendo cumplir con la totalidad de la demanda además de reducir el costo de almacenamiento en \$7'227.000.
- Los errores generados por el proceso productivo oscilan en un rango de 5 a 15 errores por día.
- Por medio de las propuestas generadas en el proyecto desarrollado se logró proyectar un ahorro a la empresa CORFORMAS S.A.S de \$32'883.997.

## CAPITULO VIII. RECOMENDACIONES

- Con el fin de seguir fomentando el uso y aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing, se sugiere realizar capacitaciones periódicamente a los operarios de la empresa para darles a conocer nuevas formas y herramientas para seguir llevando a cabo el mejoramiento continuo de la empresa.
- Se recomienda generar más control sobre las áreas críticas identificadas, para evitar un nuevo acumulación de elementos innecesarios que puedan impedir el buen funcionamiento de cada proceso.
- Se recomienda a la empresa la implementación de herramientas para el área de marcado y corte que puedan garantizar un mejor desempeño al momento de la operación.
- Se recomienda la implementación de indicadores que permitan llevar el seguimiento y la mejora continua de la empresa CORFORMAS S.A.S.
- Se recomienda un sistema de poleas más acorde a las necesidades de la empresa que permita un adecuado transporte de material entre pisos en la empresa.

## CAPITULO IX. REFERENCIAS

### Referencias

- APLICADA, D. (2017). *Qué herramientas se emplean en Lean Manufacturing*. Obtenido de <https://www.ipeaformacion.com/herramientas-lean/herramientas-lean-manufacturing/>
- Burbano Pasánte, P. J. (2019). *Propuesta para la aplicación del Sistema de Producción Toyota en restaurantes, caso estudio: "Muchha café-restaurant"*. Cuenca, Ecuador: Universidad de Azuay.
- CHASE, R., JACOBS, F., & AQUILANO, N. (2009). *ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES. Producción y cadena de suministros*. Mexico : Mc Graw Hill.
- FASHION NETWORK. (2019). El consumo de ropa interior en Colombia se duplicaría en 10 años. *FASHION NETWORK*.
- Felizzola Jiménez, H., & Luna Amaya, C. (2014). Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: un enfoque metodológico. *Ingeniare.*, Vol. 22(No 2), pp. 263 - 277.
- González Correa, F. (2007). MANUFACTURA ESBELTA (LEAN. *Panorama Administrativo* (No 2), pp. 85 - 110 .
- LEAN SOLUTIONS. (s.f.). *leansolutions.co*. Obtenido de <https://leansolutions.co/conceptos-lean/lean-manufacturing/vsm-value-stream-mapping/>
- Lopez, G. (2001). METODOLOGÍA SIX-SIGMA: CALIDAD INDUSTRIAL. *EBSCO*, pp. 1 - 14.
- Maldonado Villalva, G. (2008). *HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS LEAN MANUFACTURING EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y CALIDAD*. Universidad autónoma del estado de Hidalgo.
- Mantilla Celis, O., & Sanchez Garcia, J. (2012). Modelo tecnológico para el desarrollo de proyectos logísticos usando Lean Six Sigma. *Estudios gerenciales*, Vol. 28(No. 124), pp. 23-43.

- Michcol, J., Gallardo García, D., Varela Loyola, J., & Flores Ávila, E. (2011).  
APLICACIÓN DE SEIS SIGMA EN UNA MICROEMPRESA DEL RAMO  
AUTOMOTRIZ. *Conciencia Tecnológica*(No. 42), pp.11- 18.
- Pérez Rave, J., La Rotta, D., Sánchez, K., Madera, Y., Madera, Y., Restrepo , G., &  
Rodríguez, M. (2011). Identificación y caracterización de mudas de transporte,  
procesos, movimientos y. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, Vol. 19*(No. 3),  
pp. 396 - 408.
- PORTAFOLIO. (2019). Negocio de ropa interior local crecería 17,4% en cinco años.  
*PORTAFOLIO*.
- Rajadell, M., & Sánchez, J. (2010). *Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad*.  
Díaz de Santos.
- Revista Semana. (2019). La industria textil va con toda. *SEMANA*.
- Rodríguez, G., Balestrini , S., Balestrini, S., Meleán, R., & Rodríguez, B. (2002). Análisis  
estratégico del proceso productivo en el Sector Industrial. (FACES-LUZ, Ed.)  
*Revista de Ciencias Sociales (RCS), Vol. VIII*(No. 1), pp. 135-156.
- Socconini, L. (2008). *LEAN MANUFACTURING Paso a paso*. MARGE Books.
- Tejeda, A. (2011). Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos. *CIENCIA  
Y SOCIEDAD, XXXVI*(No. 2), 276-306.

ANEXO 1. SIPOC

# De Procesos	Actividad	Proveedor	Entradas				P	O	C
			Mano de obra	Materia Prima	Maquinaria	Descripción			
1	Almacén Materia Prima	Espumados S.A.S	Gerencia	Rollos de tela y Espuma de 1.6x2.0 m, Canecas de m.	Los rollos de tela, laminas de espuma de poliuretano y tarros de pegante llegan a la recepción, dos operarios se encargan de transportarlos a la bondeadora		Rollos de tela y espuma, canecas de pegante listos para ser bondeados	Proceso de bondado	
		Tejilar	Colorquímica	Rollos de tela y Espuma de 1.6x2.0 m, Canecas de m.	Los rollos de tela, laminas de espuma de poliuretano y tarros de pegante llegan a la recepción, dos operarios se encargan de transportarlos a la bondeadora				
2	Bondado	Area de Almacén de Materia Prima	2 operarios	Rollos de tela y Espuma de 1.6x2.0 m, Canecas de m, Canecas de pegante	<p>Dos operarios ubican dos rollos de tela y una lamina de espuma de poliuretano en la maquina bondeadora, luego van aplicando pegamento en los rodillos de la bondeadora, la tela y la espuma pasan por la maquina mientras los rodillos ejercen presión para pegar ambos materiales</p>		Rollos bondados	Area de Marcado y Cortado	
3	Marcado y Cortado	Area de Bondado	2 operarios	Rollos de Bondados 1.6x2.0m	Un operario marca el area de corte en las laminas bondeadas, para después cortar laminas de 40x60cm con forma de las copas de brasier		Placas marcadas con pares de copas	Area de Pre-Formado	
4	Pre-Formado	Area de Marcado y Cortado	1 Operario	Laminas bondadas marcadas con pares de copas	Un operario coloca la lamina cortada en una maquina de pre-formado, la cual ejerce presión a la lamina, esta se retira luego de unos segundos		Placas bondadas con la forma de las copas de brasier	Area de Refilado Critico	
5	Refilado Critico	Area de Pre-bondado	1 Operario	Laminas bondadas y hormadas	Se cortan los costados de las copas hormadas mediante una sierra sin fin para separar las unidades de las copas de brasier		Unidades de copas de brasier refiladas	area de Rectificación o de corte	
6	Rectificado de corte	Area de Refilado Critico	3 operarios	Unidades de copas de brasier	Tres operarios se encargan de coser los bordes de las copas de brasier		Unidades terminadas de copas de brasier	Clientes en general	

Ilustración 40. Anexo 1 - SIPOC  
Fuente: Autores, 2020.

## ANEXO 2

<p>• <b>PREGUNTAS:</b></p>
<p>1 ¿Nunca han pensado en la implementación de un sistema de mejora mediante el cual puedan reducir los errores significativamente, mejorando la productividad, reduciendo gastos operacionales y por ende aumentando las ganancias?</p>
<p>Rta</p> <hr/> <hr/> <hr/>
<p>2 ¿Consideran que mediante una serie de capacitaciones a los empleados (no interesa la experiencia que ellos tengan en la labor) puedan ellos ser más eficientes en sus labores productivas?</p>
<p>Rta</p> <hr/> <hr/> <hr/>
<p>3 ¿Cree usted que sería mejor tanto para la empresa como para los empleados asignar un salario fijo mensual y no por destajo de productos?</p>
<p>Rta</p> <hr/> <hr/> <hr/>
<p>4 ¿Sabe usted como es el ambiente laboral en su empresa?</p>
<p>Rta</p> <hr/> <hr/> <hr/>
<p>5 ¿Estarían dispuestos a invertir en una consultoría para la implementación de un proyecto similar a esta tesis que le garantice ganancias en un periodo determinado?</p>
<p>Rta</p> <hr/> <hr/> <hr/>

*Ilustración 41. Entrevista a los trabajadores de planta de producción.*  
Fuentes: (Ramirez Calderon & Cordero Velásquez, 2018)

**ANEXO 3.**

<b>TECNICA NOMINAL</b>					
En la siguiente encuesta según su opinión, marque con una X el factor que considere crítico en la producción de Blue Jeans, siendo 1 un factor sin relevancia y 5 un factor muy crítico					
<b>MÉTODO</b>					
<b>CAUSAS</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>				
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Ausencia de capacitaciones					
Sobreproducción					
No hay servicio post-venta					
No todos producen lo mismo					
<b>MATERIALES</b>					
<b>CAUSAS</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>				
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Desperdicio de tela					
Falta de recursos económicos					
Excesivas órdenes de compra de tela					
Daños en rollos de tela por acumulación					
Cambios de la tela a los proveedores					
<b>MAQUINARIA</b>					
<b>CAUSAS</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>				
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
No hay mantenimiento preventivo					
Maquinas ineficientes					
Solo hay mantenimiento por reparaciones					
Los operarios rotan de puesto de trabajo					
No hay cuidado con la maquinaria					
<b>PERSONAL</b>					
<b>CAUSAS</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>				
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
No hay salario fijo					
Excesiva carga laboral					
Conocimiento empírico					
No hay control de producción por operario					

*Ilustración 42. Formato técnica – nominal realizada a los operarios de la planta de producción.  
Fuente: (Ramirez Calderon & Cordero Velásquez, 2018)*

## ANEXO 4. FORMATO DE INSPECCION DE HERRAMIENTAS.

FORMATO DE INSPECCION DE HERRAMIENTAS	
CORFORMAS S.A.S	
FECHA:	
AREA INSPECCIONADA:	
NOMBRE DE QUIEN REPORTA:	

ITEM	DESCRIPCION	ESTADO		
		B	M	NA
<b>A</b>	<b>HERRAMIENTAS DE CORTE</b>			
1	Las limas no estan rotas o sucias			
2	Los serruchos disponen de empuñadura y sus dientes estan completos			
3	Los cuchillos disponen de mangos y fundas			
4	El/los destornilladores cuentan con el mango en buen estado			
5	Las tijeras disponen de sus mangos y punta			
<b>B</b>	<b>HERRAMIENTAS DE GOLPE</b>			
6	Se emplea el martillo adecuadamente según la labor			
7	Las caras y bordes de los martillos estan en buen estado			
8	El mango del martillo no esta quebrado ni flojo			
<b>C</b>	<b>HERRAMIENTAS DE TORSION-LLAVES</b>			
9	Se dispone de llaves para golpear			
10	Las llaves de pulgadas y milimetricas estan en buen estado y calibradas			
11	la punta y cabo de los destornilladores se encuentran en buen estado			
<b>D</b>	<b>HERRAMIENTAS ELECTRICAS</b>			
12	En el taladro se observa el mandril con golpes			
13	Brocas sin filo			
14	Pulidoras y taladros limpios y lubricados			
15	Cables y enchufes no presentan daños			
16	Los esmeriles cuentan con guardas y los soportes de los discos son los adecuados			

**OBSERVACIONES**

Ilustración 43. Check list herramientas de trabajo  
Fuente, Autores 2020.

## ANEXO 5. DISEÑO CAPACITACIÓN HERRAMIENTAS 5'S

### METODOLOGÍA DE LAS 5 S

Herramientas claves para aumentar la productividad.

Capacitación enfocada al área productiva

**Objetivo:** Enseñar a los operarios del área productiva la metodología de las 5's (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu; Shitsuke) con el fin de mejorar la productividad.

### INTRODUCCIÓN

El programa de las 5's es una herramienta práctica, con finalidad de crear un ambiente organizado, agradable y seguro en el trabajo.

Con la aplicación de este programa se logra un buen ambiente laboral, instalaciones limpias, ordenadas, ahorro de tiempos, costos, evitar desperdicios, dar una buena imagen a los clientes, evitar la contaminación del ambiente, etc.

Es una herramienta de poca teoría y mucha práctica; sus resultados se ven a corto plazo pero requiere constancia, creatividad y participación continua para que subsista en el tiempo.

### ¿Que son las 5's?

**Seiri:** Sentido de la clasificación.  
**Seiton:** Sentido del orden.  
**Seiso:** Sentido de la limpieza.  
**Seiketsu:** Estandarización.  
**Shitsuke:** Seguir mejorando

### ¿Para que sirven?

- Reduce costos.
- Reduce tiempo.
- Reduce accidentes de trabajo.
- Evita la contaminación.
- Evita desperdicios.
- Crea nuevos hábitos.
- Crea un ambiente estético y agradable en la entidad.
- Elimina fallas.
- Mejora el bienestar personal.
- Da una buena imagen a los visitantes.
- Se reaprovechan los recursos.
- Se liberan espacios.
- Organiza la mente, los pensamientos y las ideas.
- Economiza espacio
- Contribuye al mejoramiento continuo
- Crea nuevos hábitos

### Seiri : Sentido de la clasificación

Ordenar o disponer por clases, determinar la clase o grupo a que corresponde una cosa

Seleccionar los recursos disponibles con un sentido de equilibrio evitar los desperdicios y las carencias.

Separar lo útil de lo que no lo es, para tener en cada espacio lo estrictamente necesario.

Mantener en el lugar de trabajo solamente los recursos necesario

### ¿Cómo se realiza una buena clasificación?

**De uso constante:** Colóquelos en el lugar donde estén siempre a la mano.

**De uso ocasional:** Colóquelos en el archivador, gaveta o estante del lugar de trabajo. Asígneles un lugar especial

**De poco uso:** Asígneles un lugar especial. seleccio

## Seiton: Sentido del orden.

Poner en buena disposición una cosa.

Ordenar los elementos necesarios, de forma que puedan ser ubicados de la mejor manera y rapidez por cualquier persona.

Disponer los recursos de una manera sistemática estableciendo un excelente sistema de comunicación visual para un rápido.

### ¿Cómo se hace?

- Después de haber hecho una buena clasificación determinar el lugar en donde se guardan los elementos.
- Marcar estantes, archivadores utilizando códigos de colores, gráficos, mapas, tableros de herramientas, etc.
- Mantenga cada cosa en su lugar correspondiente.
- Deja a la vista los materiales y herramientas que utiliza.
- Advertir sobre el uso de los equipos peligrosos o los sitios restringidos.
- Marque las instalaciones.
- Establezca un sistema de información gerencial.
- Despeje pasillos y corredores.



## Seiso: Sentido de la limpieza.

Quitar la suciedad o el muge de una cosa, quitar impurezas; purificar.

Practicar la limpieza de manera habitual y rutinaria y sobretodo no ensuciar.

Lograr que toso los funcionarios apoyen las áreas de mantenimiento para el cuidado de la maquinaria, los insumos, las herramientas y el material de trabajo.

El mantenimiento de los equipos debe ser la prioridad.

Realizar brigadas de limpieza periódica.

### ¿Cómo hacer?

- Dividir por zonas y colocar un responsable o alcalde por zona.
- Establecer un horario de limpieza 5 minutos al comenzar, 5 minutos al terminar la jornada de trabajo.
- Entrenar a los funcionarios para que conozcan por completo los equipos que usan.
- Elaborar listas de verificación de los puntos de los equipos que merecen atención especial durante las inspecciones



## Seiketsu: Estandarización.

Mantener el grado de organización, orden y limpieza alcanzando con las tres primeras fases; a través de señalización, manuales, procedimientos y normas de apoyo.

Instruir a los colaboradores en el diseño de normas de apoyo.

Utilizar evidencia visual acerca de cómo se deben mantener las áreas, los equipos y las herramientas.

Utilizar moldes o plantillas para conservar el orden

### ¿Herramientas a utilizar?

- Tableros de estándares.
- Muestras patrón o plantillas.
- Instrucciones y procedimientos.



## Shitsuke: Disciplina (Seguir mejorando)

- Establecer una cultura de respeto por los estándares establecidos, y por los logros alcanzados en materia de organización, orden y limpieza.
- Promover el hábito del autocontrol acerca de los principios restantes de la metodología.
- Promover la filosofía de que todo puede hacerse mejor.
- Aprender haciendo.
- Enseñar con el ejemplo.
- Haga visibles los resultados de la metodología 5s.

### ¿Herramientas a utilizar?

- Hoja de verificación 5's
- Ronda de las 5's



### Ventajas

Se crea el hábito de la organización, el orden y la limpieza a través de la formación continua y la ejecución disciplinada de las normas.