



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE ÁLAMO TEMAPACHE

TITULACIÓN

TESIS PROFESIONAL

“Reducción de defectivo interno en el área de costura volante implementando la metodología DMAIC”

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

Ingeniero (a) industrial

PRESENTA

Monserrat Guadalupe Cruz Vicencio

DIRECTOR DE TESIS

M.I.I Cenia Edith Hernández San Juan

CO- DIRECTOR DE TESIS

M.I.I Erasmo Lara Román

Dedicatoria

Esta tesis es dedicada a mis padres, amigos, maestros y familiares que estuvieron conmigo en este proceso incluyendo a las personas que ya no están conmigo, pero les guardo mucho cariño.

A mi padre que no está conmigo físicamente, pero si en mi corazón, le dedico todo mi esfuerzo porque gracias a su apoyo soy la mujer que soy ahora, por formar una persona humilde, responsable, y por enseñarme a querer ser alguien en la vida, y también por apoyarme económicamente hasta su partida.

A mi madre que me formo con mucha disciplina, que me enseñó a trabajar y salir adelante sin importar las circunstancias, por apoyarme económicamente y por apoyarme sentimentalmente cuando lo necesite.

A las personas que ya no están conmigo, te dedico esto, porque fuiste parte de mi proceso, por tu apoyo incondicional cuando lo necesite, y aunque ya no estes conmigo te dedico este logro.

Agradecimientos

Los resultados de este proyecto están dedicados a todas aquellas personas que formaron parte de mi culminación, sobre todo a mis padres, a mi madre por brindarme apoyo sentimental como económico, a mi padre, por apoyarme siempre, por darme motivación hasta su último día de vida, gracias por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, gracias dios por bendecirme siempre darme la fortaleza para llegar a donde estoy. A mis amigos que fueron parte fundamental en este proceso, por trabajar en equipo y hacer menos pesado el trabajo, lo aprecio mucho y agradezco por su amistad.

Resumen

El presente trabajo fue desarrollado en una empresa de ramo automotriz de origen japonés, ubicada en la ciudad de San Luis Potosí establecida en el año 2006, es una empresa automotriz dedicada a la manufactura de piel de bovino que posteriormente pasa por un proceso de acuerdo con los requerimientos del cliente. Se identificó que el principal problema recae sobre el porcentaje de ng interno, generando pérdidas de tiempo y dinero, el ng interno es el scrap que sale de los volantes dañados, el modelo que será aplicado para la solución de este planteamiento es la metodología DMAIC. Se planteó como objetivo reducir el ng interno un 0.18% del área costura volante, siguiendo la estandarización correcta de cada proceso y como base la mejora continua del área, se siguió la metodología obteniendo buenos resultados, disminuyendo el ng interno a un 0.18% el cual está dentro del objetivo.

Palabras clave: Dmaic, reducción, defectivo, mejora continua

Summary

The present work was developed in an automotive company of Japanese origin, located in the city of San Luis Potosí established in 2006, it is an automotive company dedicated to the manufacture of bovine leather that later goes through a process in accordance with the customer's requirements. It was identified that the main problem falls on the percentage of internal ng, generating losses of time and money, the internal ng is the scrap that comes out of the damaged flyers, the model that will be applied to solve this approach is the DMAIC methodology. The objective was to reduce the internal ng by 0.18% of the ruffle seam area, following the correct standardization of each process and as a basis for the continuous improvement of the area, the methodology was followed, obtaining good results, reducing the internal ng to 0.18%, which is within the target.

Key words: Dmaic, reduction, defective, continuous improvement

Índice

| | |
|--|----|
| 1.Introducción | 1 |
| 1.1 Antecedentes | 2 |
| Costura volante (Montado)..... | 2 |
| 1.2 Planteamiento del problema | 3 |
| 1.3 Justificación | 3 |
| 1.4 Hipótesis..... | 4 |
| 1.5 Objetivos generales y particulares | 4 |
| 2. Marco teórico..... | 5 |
| 2.1 Costura Volante 320..... | 5 |
| 2.1.1 Modelo 560 y 561 | 5 |
| 2.2 Proceso Montado 320..... | 5 |
| 2.2.1 Costura unión..... | 5 |
| 2.2.2 Limpieza de estructura..... | 6 |
| 2.2.3 Aplicación de MM heater | 6 |
| 2.2.4 Montado de heater | 6 |
| 2.2.5 Premontado | 7 |
| 2.2.6 Aplicación de adhesivo sika..... | 7 |
| 2.2.7 Aplicación de adhesivo MM | 8 |
| 2.2.8 Montado..... | 8 |
| 2.2.9 Inspección..... | 9 |
| 2.2.10 Preforma | 9 |
| 2.2.11 Ohmetro | 10 |
| 2.3 Costura 320 | 10 |
| 2.3.1 Costura y ajuste..... | 10 |
| 2.3.2 Acabado..... | 11 |
| 2.3.3 Pegado..... | 12 |
| 2.4 Política de calidad..... | 12 |
| 2.5 Modelo DMAIC..... | 13 |
| 3. Estado del arte | 14 |
| 3.1 Reducción de defectos en una empresa láctea | 14 |
| 3.2 Efectos de Seis sigma en una empresa manufacturera | 14 |

| | |
|---|----|
| 3.3 Aplicación de Dmaic para una empresa de bebidas | 14 |
| 3.4 Six sigma en el proceso de fabricación de sacos de polipropileno | 14 |
| 3.5 Proyecto six sigma green belt | 15 |
| 3.6 Reducción de scrap en empresa de envasados..... | 15 |
| 3.7 Plan para la reducción de merma utilizando la metodología six sigma | 15 |
| 3.8 Propuesta de mejora para reducir índice de rechazos | 15 |
| 3.9 Implementación de la metodología DMAIC en una empresa automotriz | 15 |
| 3.10 Producto no conforme en placas norte | 16 |
| 3.11 Mejora del proceso de extrusión de una planta productora de telas | 16 |
| 3.12 Mejora continua en la reducción del defecto de marcado de paletas | 16 |
| 3.13 Aplicación de Seis sigma para la reducción de defectos de cerraduras automotrices | 16 |
| 3.14 Reducción de defectos para la fabricación de válvulas transcateter mediante la metodología dmaic..... | 16 |
| 3.15 Incremento de productividad y reducción de rechazos en una empresa automotriz..... | 17 |
| 3.16 Disminución de scrap en una fábrica de fundas y rollos plásticos..... | 17 |
| 3.17 Implementación de la metodología Dmaic para reducir productos defectuosos en una empresa de textiles | 17 |
| 3.18 Mejora continua para reducir scrap en una industria de manufactura de empaques | 17 |
| 4. Metodologia | 18 |
| 4.1 Etapa Definir..... | 18 |
| 4.1.1 Identificación del problema | 18 |
| 4.2 Caracterización del proceso | 20 |
| 4.2.1 Diagrama SIPOC..... | 20 |
| 4.3 Identificación del proyecto..... | 21 |
| 4.3.1 Project Charter | 21 |
| 4.4 Etapa Medir..... | 21 |
| 4.4.1 Contramedidas para evitar acumulamiento de volantes..... | 21 |
| 4.4.2 Periodo de toma de datos..... | 22 |
| 4.4.3 Datos recolectados..... | 23 |
| 4.5 Proceso de cambios de pieza | 24 |
| 4.5.1 Diagrama de flujo de manejo de defectivo costura volante 320 | 24 |
| 4.6 Etapa Analizar..... | 25 |
| 4.7 Etapa mejorar..... | 27 |
| 4.7.1 Propuestas de mejora en el área de Montado 320 | 27 |

| | |
|--|----|
| 4.7.2 Propuestas de mejora en el área de Costura 320 | 27 |
| 4.7.3 Plan de actividades..... | 27 |
| 4.8 Etapa controlar..... | 28 |
| 4.8.1 Contramedidas | 28 |
| 5. Análisis y discusión de resultados | 29 |
| 5.1 Defectivo Noviembre | 29 |
| 5.2 Resultados de defectivo interno | 29 |
| 6. Conclusiones..... | 30 |
| Referencias bibliográficas | 31 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Fig.1 Volante modelo 320. Midori AutoLeather 2022 | 5 |
| Fig.2 Costura unión. Fuente propia..... | 5 |
| Fig. 3 Limpieza de estructura. Fuente propia..... | 6 |
| Fig. 4 Aplicación MM heater. Fuente propia..... | 6 |
| Fig.5 Montado heater. Fuente propia | 7 |
| Fig.6 Premontado. Fuente propia | 7 |
| Fig.7 Adhesivo sika. Fuente propia..... | 7 |
| Fig.8 Aplicación de MM. Fuente propia | 8 |
| Fig.9 Montado. Fuente propia..... | 8 |
| Fig.10 Inspección. Fuente propia | 9 |
| Fig.11 Preforma. Fuente propia | 9 |
| Fig.12 Ohm. Fuente propia..... | 10 |
| Fig.13 Costura. Fuente propia | 10 |
| Fig.14 Ajuste. Fuente propia | 11 |
| Fig.15 Acabado. Fuente propia..... | 11 |
| Fig.16 Pegado. Fuente propia..... | 12 |
| Fig.17 Diagrama de Pareto de marcas naturales o proceso. Fuente propia. | 18 |
| Fig.18 Daños. Fuente propia. | 19 |
| Fig.19 Diagrama SIPOC. Fuente propia. | 20 |
| Fig.20 Pareto de defectos. Elaboración propia. | 23 |
| Fig. 21 Daños por proceso. Elaboración propia..... | 23 |
| Fig.23 Tipo de daño. Elaboración Propia..... | 23 |

| | |
|--|----|
| Fig.22 Daños por persona. Elaboración propia | 23 |
| Fig.24 Diagrama de flujo de manejo de defectivo. Fuente propia | 24 |
| Fig.25 Diagrama Ishikawa. Elaboración Propia | 25 |
| Fig. 26 Mapeo de procesos. Fuente propia | 26 |
| Fig.27 Plan de actividades. Elaboración propia..... | 27 |
| Fig. 28 Puntos para atacar. Elaboración propia | 28 |
| Fig. 29 Defectivo Acumulado Noviembre. Elaboración propia | 29 |
| Fig.30 Daños en 320.Elaboracion propia..... | 29 |

Índice de tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Project Charter. Elaboración propia | 21 |
| Tabla 2. Control para cambios de pieza. Fuente propia | 22 |
| Tabla 3. Control de cambios de pieza. Fuente propia..... | 28 |

1.Introducción

En la actualidad las empresas optan por reducir tiempo y costos en los procesos, todo esto con el fin de lograr una reducción de scrap o defectivo, para ser una empresa altamente reconocida es necesario contribuir a una buena calidad en los productos fabricados, la generación de desperdicios se debe a diversas razones, una de ellas es el incorrecto proceso en la manipulación de la piel, procesos no estandarizados, e incluso el desempeño de los operadores en las líneas de producción. Dentro del sector industrial, se busca disminuir porcentajes de ng interno (defectivo o scrap) que se genera durante los procesos. Si se quiere lograr una estandarización efectiva, es necesario que todos los miembros del proceso participen en la selección y documentación de un método, así como también que reciban la capacitación necesaria. (Cortes, Olivares, Chagollán, & Canales, 2018). Este proyecto está enfocado en la mejora continua de los procesos, seguir la estandarización correcta que conlleva cada proceso, lo cual se decidió atacar el ng interno, defectivo interno o scrap, material defectuoso que no cumple con los estándares de calidad, el ng interno es todo aquel material que podemos detectar como scrap durante el proceso y no como producto terminado. Existe un modelo aplicado por Six sigma cuyo objetivo es combinar herramientas estadísticas y de calidad en una metodología estándar la cual se conoce por el acrónimo DMAIC, que se describe como definir, medir, analizar, mejorar y controlar. (Ovalle, 2021). El modelo Dmaic ayuda a las empresas a identificar las causas principales de cualquier problema relacionado con la fabricación de productos. Para el desarrollo de este trabajo se aplicará la metodología antes mencionada, el ng interno ha ido disminuyendo y aumentando mes con mes y se pretende llegar a un objetivo más bajo, el porcentaje actual es de 0.88% y se requiere llegar a 0.70%, por lo que es necesario identificar las causas raíz de dicho porcentaje, analizar el área, cada proceso, y generar planes de mejora continua para lograr reducir el ng interno que se acordó. Bajo esta premisa, se realizarán cada una de las fases del modelo dmaic, también se aplicarán herramientas estadísticas para llevar un seguimiento de resultados mes con mes hasta llegar al objetivo, mejorar ya sea mediante un kaisen, poka yoke, Kanban, pdca o alguna otra herramienta que sea útil, ´para posteriormente poder tener el control del objetivo logrado.

1.1 Antecedentes

Midori Autoleather Mexicana S.A. de C.V. es una empresa de origen japonés la cual tiene 13 años de antigüedad en el estado de San Luis Potosí es una empresa de giro automotriz la cual está dirigida totalmente al manejo de la piel desde el acabado, (pintarla del color que el cliente lo requiera, darle el grabado que se necesite), hasta realizar el corte en asientos para enviarlas a cliente de manera sencilla o de una manera que lleven un tipo de costura sujetando esponja con piel ya punzonada, también nos encarga del ensamble de botas, palancas y volantes para así enviarlos a cliente.

Costura volante (Montado)

Costura volante es una de las áreas pertenecientes a ensamble y es en la cual tendrá impacto este proyecto; se divide en dos partes:

- **Montado:** línea donde se ensambla la piel al boddy y con una serie de pasos se hace el cerrado de esta.
- **Costura y ajuste:** se divide en 10 líneas, dependen de un proveedor interno que es montado, al proveer los volantes a líneas procede la costura manual del producto para darle acabados finales y empacarlo para poder enviárselo al cliente final.

El área en la que me estoy enfocando en costura volante, es el proceso de montado, supervisando el área, verificando que se cumpla la producción, que haya disciplina dentro de las líneas, hacer rotación de personal cuando se requiere, cumplir con las 5 s y, sobre todo, aplicando la metodología que estaré desarrollando durante el periodo acordado para cumplir con el objetivo que es reducir el ng interno.

1.2 Planteamiento del problema

En la empresa Midori autoleather están dirigidos a convertirse en el proveedor número uno de productos de piel bovina para satisfacer las necesidades del cliente del ramo automotriz, para ello es necesario contar con procesos estandarizados y llevar a cabo la mejora continua para cumplir con la calidad y la satisfacción al cliente. La satisfacción del cliente es la base para lograrlo, para ello es necesario que el área de calidad inspeccione correctamente de acuerdo con el estándar de calidad, lo correcto es, que sea inspeccionado desde el primer proceso que es, montado. Las marcas naturales forman parte de los defectos que se pueden presentar en la piel, en todo caso, es importante que se inspeccione correctamente la piel de nuestro proveedor que es corte volante, debido a que deben entregar la piel conforme al estándar. Otra de las causas que provocan el ng interno son generadas durante el proceso o al realizar un mal retrabajo a la piel, volante, heater o estructura. Todos estos errores o defectos conllevan a realizar un cambio de pieza con su debido proveedor. Se cuenta con un ng interno de 0.88% y se busca llegar a un porcentaje de 0.70%, disminuyendo un 0.18% de scrap.

1.3 Justificación

El material ng (defectivo) en Midori Autoleather es uno de los principales problemas en el área de ensamble, se puede ocasionar de diferentes maneras, el motivo de la realización de este proyecto es lograr un 0.18% de disminución de ng en el área de costura volante, teniendo como base un diagrama de Pareto con los daños más frecuentes que puede tener la piel, mediante la metodología DMAIC se piensa llegar al objetivo definiendo el problema, midiendo las posibles causas, analizando los errores, mejorando los procesos y llevar un buen plan de control. Esta metodología es un gran instrumento de resolución de problemas, cuya finalidad es mejorar los procesos productivos de las empresas para satisfacer las necesidades del cliente. Al realizar este proyecto podremos lograr una mejora en los procesos, mantener las soluciones para que esta perdure en el tiempo y así lograr el objetivo.

1.4 Hipótesis

La disminución de defectos como lo son los daños, se debe a que no se respeta el método correcto de elaboración, para poder resolverlo es necesario aplicar la metodología Dmaic para una mejora continua y lograr el objetivo.

1.5 Objetivos generales y particulares

Objetivo general

Reducir el defectivo interno en el área de costura volante, aplicando la metodología Dmaic para lograr una disminución del 0.18%.

Objetivos particulares

- Definir variables de entrada y salida, para evaluar los requerimientos del proceso hasta el cliente.
- Medir el defectivo mediante diagramas de Pareto, para encontrar el top 1 de defectivo.
- Analizar información recolectada mediante un diagrama Ishikawa, para encontrar la causa raíz del problema.
- Mejorar el área, generando lluvia de ideas, para reducir daños en el área.
- Controlar el proceso para llevar a cabo una mejora continua.

2. Marco teórico

2.1 Costura Volante 320

2.1.1 Modelo 560 y 561

El departamento de costura volante cuenta con dos modelos, con heater (561) y sin heater (560).

El modelo 561 cuenta con un heater acogedor, el heater de los autos es un sistema que hará que tus viajes sean cómodos y a una temperatura acogedora, suele adquirirse en lugares con temperaturas muy bajas.

El modelo 560 sin heater es más sencillo, pero con la misma calidad y función de un volante.



Fig.1 Volante modelo 320.

Midori AutoLeather 2022

2.2 Proceso Montado 320

2.2.1 Costura unión

La costura unión es realizada por dos costureras, cada una en su estación se encargan de unir las letras de los sets que el proveedor lleva, uno de los proveedores de montado 320 es corte volante, el líder de corte les lleva lotes de piel de acuerdo a lo que indique el control de producción, una ruta contiene 18 sets de piel, cada set contiene cuatro letras, letra A, B,C y D.



Fig.2 Costura unión.

Fuente propia

2.2.2 Limpieza de estructura

Este proceso es muy importante, consta de limpiar la estructura con mec (metil etil cetona), esto se hace con el fin de eliminar residuos como polvo e identificar que la estructura este en buen estado, otro proveedor es almacén tac, ellos se encargan de proporcionar la estructura requerida por el plan de producción, el operador de limpieza de estructura va a almacén por una tarima de material, una tarima contine 72 volantes, son 12 cajas de 6 volantes.



Fig. 3 Limpieza de estructura.

Fuente propia

2.2.3 Aplicación de MM heater

Aquí se aplica adhesivo MM a la estructura limpia en las letras que va el heater B y C, se realiza de manera bien distribuida para evitar grumos y futuros retrabajos.



Fig. 4 Aplicación MM heater.

Fuente propia

2.2.4 Montado de heater

Posteriormente se monta el heater en la estructura, en la letra B y C donde fue aplicado el adhesivo, los puntos críticos son que no queden grumos, esto puede ocurrir al montarlo mal, se debe evitar la caída del volante o cualquier accidente como dañar el heater porque puede ocasionar un heater alto.



Fig.5 Montado heater.

Fuente propia

2.2.5 Premontado

Este proceso requiere de fuerza, se trata de colocar la piel ya costurada en la estructura, se debe tener cuidado con el heater y saber identificar la piel.



Fig.6 Premontado.

Fuente propia

2.2.6 Aplicación de adhesivo sika

El siguiente paso es la aplicación del adhesivo sika, se aplica bien distribuido el adhesivo evitando zona de pines y manchar la piel por la parte de afuera, terminando la aplicación se colocan los volantes en el rack de secado, que tienen un tiempo ciclo de 3 minutos.



Fig.7 Adhesivo sika.

Fuente propia

2.2.7 Aplicación de adhesivo MM

Pasados los 3 minutos, se aplica el adhesivo en la estructura en donde va el heater, letra B, C y D, se debe evitar manchar la piel por la parte de afuera y zona de pines.



Fig.8 Aplicación de MM.

Fuente propia

2.2.8 Montado

El montador debe colocar las costuras uniones y que este bien alineada la piel en la estructura, se cubre todo el volante, cuidando de no dañar el heater.



Fig.9 Montado.

Fuente propia

2.2.9 Inspección

Se inspecciona con la lampara de luz led, con el fin de verificar que no haya residuos de sika o adhesivo MM en la piel, otro punto importante es identificar marcas naturales o daños de proceso.



Fig.10 Inspección.

Fuente propia

2.2.10 Preforma

La preforma sirve para desvanecer las arrugas después del montaje, como líneas etc, se debe tener cuidado con el conector del heater, son 21.8 segundos en el proceso que entra y sale.



Fig.11 Preforma.

Fuente propia

2.2.11 Ohmetro

El último proceso de montaje es óhmetro, el fin de este paso, es identificar la lectura del heater, debe estar entre 2.38 y 2.81, de lo contrario es un heater alto, que se puede ocasionar por caída o daño del volante, el operador de óhmetro se encarga de hacer entregas a líneas.



Fig.12 Ohm.

Fuente propia

2.3 Costura 320

2.3.1 Costura y ajuste

Se comienza costurando el rayo uno del volante, insertando las agujas en el hilo a una distancia adecuada, primero se hace el remache para evitar que se descosa el volante, cuando se termina de costurar, comienza el ajuste, se realiza con una lesna, se ajusta la costura evitando romper la piel y cuidando que quede la gamuza dentro de la costura.



Fig.13 Costura.

Fuente propia



Fig.14 Ajuste.

Fuente propia

2.3.2 Acabado

La máquina de acabado debe estar trabajando con una temperatura de 400 grados, el tacómetro de 20 a 40 PSI (presión del aire), regulador de presión en 202 y el regulador de temperatura en 9 grados, en la máquina de acabado de vapor, la temperatura debe estar en 330 grados más menos 15 grados centígrados.

La finalidad de este proceso es eliminar arrugas, grumos o bolsas de aire en la piel del volante, se coloca el volante en la máquina de acabado, no puede estar más de 5 segundos porque se puede quemar, al estar caliente se comienza a perfeccionar la piel con la lana, eliminando arrugas y todo tipo de imperfecciones.



Fig.15 Acabado.

Fuente propia

2.3.3 Pegado

En este proceso se pega la piel en la estructura, en las patitas de la letra B y D, y cortando hilos restantes.



Fig.16 Pegado.

Fuente propia

2.4 Política de calidad

Eleva el nivel de satisfacción del cliente brindando productos que satisfagan sus necesidades. Mejorar continuamente nuestros procesos reduciendo los costos de fabricación y aumentando la productividad. Promover la participación de los empleados en la capacitación, con el fin de mejorar su capacidad en la ejecución de sus tareas. Cuanto mayor sea la satisfacción, mayor será el éxito de Midori AutoLeather.

¿Qué significa calidad para Midori AutoLeather?

La calidad es la capacidad de una empresa para satisfacer las necesidades de los clientes, con armonía entre lo que se produce (cantidad) y lo que el cliente necesita (tiempo de entrega).

2.5 Modelo DMAIC

La metodología DMAIC está compuesta por 5 etapas, definir, medir, analizar, mejorar y controlar, su objetivo es la disminución de defectos, actualmente las empresas cuentan con este sistema para mejorar la calidad de sus servicios. (Albert, Soler, & Molina, 2017)

Se define de la siguiente manera:

Definir: Según (Alucano, 2018) se refiere a los resultados que se buscan estableciendo herramientas para identificar la causa raíz del problema.

Medir: En esta etapa se recolectan los datos necesarios para realizar un análisis que se logra mediante controles sobre el objetivo requerido. (Donderis, Martínez, Nagrani, Zachrisson, & Barría, 2019)

Analizar: (Pérez-Domínguez, Pérez-Blanco, García-Villalba, & Gómez-Zepeda, 2019) dicen que se determinan y analizan los defectos obtenidos en la fase anterior verificando las causas y efectos.

Mejorar: Al estar establecidas las causas, se generan las oportunidades de mejora, identificando actividades que ayuden a la disminución de defectos. (Carrillo, Peralta, Severiche, Ortega, & Vargas, 2021)

Controlar: De acuerdo con (Lozano, 2017) es dar seguimiento a las herramientas implementadas mediante un plan o gráficos de control.

3. Estado del arte

3.1 Reducción de defectos en una empresa láctea

(Castelo & Fricia, 2021) Disminuyeron el consumo eléctrico en una empresa de lácteos, analizaron y encontraron la causa raíz posteriormente implementaron un sistema de control para evitar dejar puertas abiertas y controlaron los indicadores los cuales se tenían que monitorear para que las mejoras pudieran mantenerse, a meta fue reducir el consumo a 0,3364 kWh/l y con la implementación de las mejoras el consumo llegó a 0,3316 kWh/L.

3.2 Efectos de Six sigma en una empresa manufacturera

(Calderon, Perez, & Estela, 2019) Estudio que 30 empresas aplican herramientas de calidad que requieren para poder ser competitivas, el 9% de ellas aplica la metodología seis sigma para llevar a cabo la solución de problemas de calidad, el 4% aplica otras herramientas y el resto no lo aplica.

3.3 Aplicación de Dmaic para una empresa de bebidas

(Espinoza, 2019) Busco reducir la merma de envases retornables, realizo una recopilación de datos, en lugares donde se originaban los problemas, identifiqué causas raíz, posteriormente selecciono alternativas de mejora y aplico la metodología Dmaic.

3.4 Six sigma en el proceso de fabricación de sacos de polipropileno

(Crisante, 2018) Propone implementar la metodología six sigma, planteando como estrategia la mejora continua en una empresa de saco de polipropileno, se observó que hay una gran dificultad para disminuir la merma de scrap, se desarrolló un DMAIC, se concluyó que el 85% de la merma de scrap se genera en los procesos extrusión y telares, el six sigma se implementó en todos los procesos dando como resultado un ahorro de 117 mil dólares anuales.

3.5 Proyecto six sigma green belt

(Hernandez, 2020) Desarrollo un proyecto six sigma green belt, a través de la metodología DMAIC, los resultados obtenidos fueron satisfactorios pues se logró reducir el scrap ya que se encontró la causa raíz la cual fue un desajuste de una válvula, gracias a ello se permitió una reducción económica muy ventajosa obteniendo ahorros a la empresa.

3.6 Reducción de scrap en empresa de envasados

(Aldana, 2018) Mejoro el proceso para la reducción de scrap en el envasado de productos líquidos, mediante la metodología six sigma en una industria alimenticia, gracias a su aplicación se logró obtener la disminución de tiempos muertos, productos defectuosos y desperdicios de producción.

3.7 Plan para la reducción de merma utilizando la metodología six sigma

(Lopez, 2016) Desarrollo mejoras, tomo datos para posteriormente analizar encontrándose que en dos meses se obtuvo una mejora del 5%, comprobándose lo efectivo de la metodología para la reducción de scrap

3.8 Propuesta de mejora para reducir índice de rechazos

(Moreira, Propuesta de mejora para reducir el índice de rechazos por defecto de abolladuras en cocinas de 76 cm usando la metodología lean six sigma en la empresa mabe ecuador sa, 2022) Realizo una recopilación de información con ayuda de un control, posteriormente utilizo un diagrama de Pareto para comprobar componentes abollados, propuso diseñar un plan de capacitación dirigida para el personal de la línea de ensamble el cual fue ejecutado durante 6 meses.

3.9 Implementación de la metodología DMAIC en una empresa automotriz

(Cruz, Cisneros, Santos, Guerrero, & Sandoval, 2021) Aplicaron la metodología DMAIC la cual permitió identificar la causa raíz del problema, definiendo variables de entrada y salida y así mismo analizar la problemática, propusieron estrategias de mejora.

3.10 Producto no conforme en placas norte

(Suarez, 2018) Planteo el método DMAIC, donde primero se realizó la declaración del problema mediante diagramas de Pareto, verificando las posibles causas, finalmente propuso una etapa de mejora, donde se explican las posibles soluciones, cumpliendo los objetivos para poder llevar un mejor control del proceso.

3.11 Mejora del proceso de extrusión de una planta productora de telas

(Francisco & Lopez, 2021) Contemplaron el uso de pasos DMAIC, para entender las causas relacionadas, primero definieron mediante un Project charter y un sipoc, para la siguiente etapa emplearon un histograma para determinar rechazos, analizaron resultados obtenidos, terminadas las etapas se estimó un impacto positivo sobre las ventas.

3.12 Mejora continua en la reducción del defecto de marcado de paletas

(Gonzalez, 2021) La empresa Turbotec implemento la metodología DMAIC para la mejora continua en la reducción de defectos en el mercado de paletas que son componentes que van internamente en una turbina implementando tecnología láser, aplicaron las herramientas de calidad de acuerdo con la mejora continua, se lograron eliminar las causas del problema y hubo una mejora en las entregas al cliente.

3.13 Aplicación de Six sigma para la reducción de defectos de cerraduras automotrices

(Merjil, Chávez, González, Castellanos, & Martinez, 2021) Redujeron el objetivo principal que se generaba en una línea de producción de cerraduras automotrices, implementando la metodología dmaic como elemento de mejora continua para reducir defectos.

3.14 Reducción de defectos para la fabricación de válvulas transcater mediante la metodología dmaic

(Barron, 2022) Estandarizo procesos que permitieron reducir desperdicios, donde se obtuvo un decremento de los defectos por obteniendo un 5.7% por reducción de este defecto, por lo tanto, al reducir el porcentaje de defectos incremento el rendimiento a un 5% en la producción de válvulas.

3.15 Incremento de productividad y reducción de rechazos en una empresa automotriz

(Medina, Santiesteban, Manzanilla, Fierro-Xochitotl, & Fernandez, 2022) Implementaron la metodología Dmaic en una empresa de ramo automotriz, con el objetivo de la mejora continua para la reducción de reclamos del cliente, para lograrlo se apoyaron con la metodología six sigma y con herramientas de calidad como el AMEF.

3.16 Disminución de scrap en una fábrica de fundas y rollos plásticos

(Loayza, 2021) Realizo un estudio del porcentaje utilizando las herramientas de la metodología dmaic, teniendo como objetivo disminuir el porcentaje promedio de scrap generado de 4.85% a 4.02%, mediante un análisis de causa raíz que lo generan junto con la implementación de mejoras para su reducción o eliminación.

3.17 Implementación de la metodología Dmaic para reducir productos defectuosos en una empresa de textiles

(Ala, 2019) Utilizo Dmaic para reducir los productos defectuosos de la empresa, utilizo un diagrama de Pareto, posteriormente un análisis de los datos obtenidos, también realizo un ishikawa donde se muestran los factores que generarían los defectos, teniendo como resultados un índice de rechazos de 1 lo cual demuestra que la metodología dmaic redujo el índice de rechazos en un 75% respecto al anterior.

3.18 Mejora continua para reducir scrap en una industria de manufactura de empaques

(Collaguazo, 2022) Realzo una revisión de los reportes de producción identificando un promedio de 3.13% de scrap, por esta situación realizo la mejora para la disminución de este porcentaje, para ello se utilizó la herramienta dmaic que permitió identificar la variabilidad del proceso y realizar mejoras, con esa implementación se logró ahorrar en el mes de julio \$7288.92.

4. Metodología

4.1 Etapa Definir

La intención de esta etapa es identificar la causa raíz del problema, el alcance de él y las contramedidas que conllevan a la obtención del objetivo y las metas propuestas, se tomó en cuenta, las marcas naturales, los daños por proceso y otros defectos que generan a los cambios de pieza tomando en cuenta los estándares de calidad que determina el cliente. En esta fase se generó un diagrama SIPOC, para identificar proveedores, entradas, salidas hasta el cliente.

4.1.1 Identificación del problema

Durante el mes de Julio se encontró que el 80% son daños por proceso lo que ocasionan el defectivo.

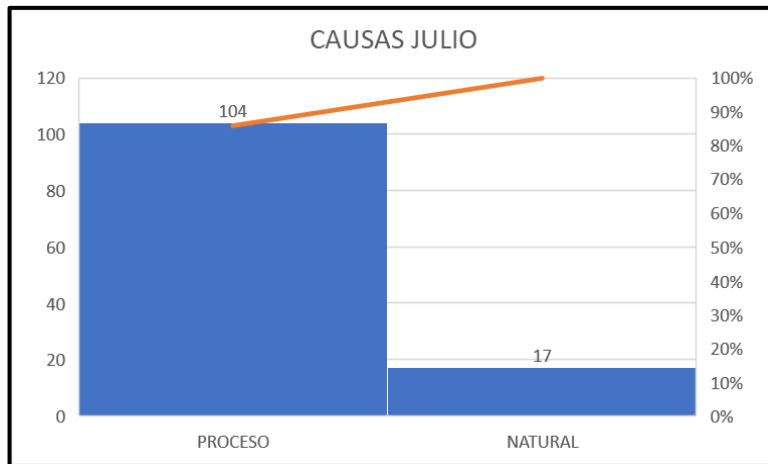


Fig.17 Diagrama de Pareto de marcas naturales o proceso.

Fuente propia.

Al tomar en cuenta es necesario identificar cual es la causa por la cual se estén dañando los volantes.

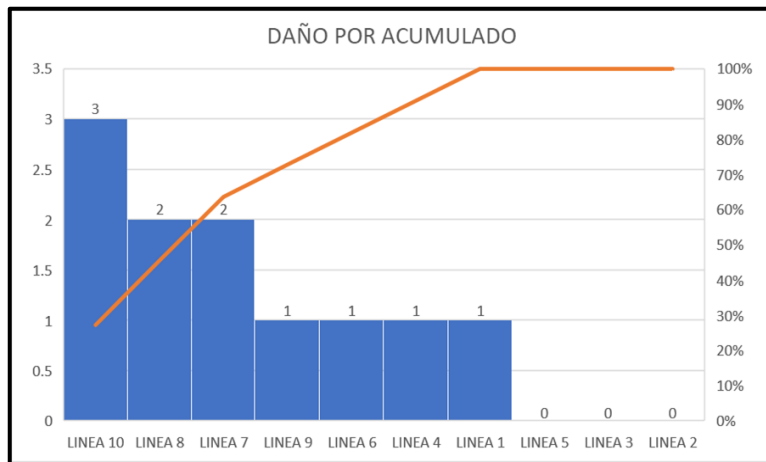


Fig.18 Daños.

Fuente propia.

Se puede observar que la línea 10 es la que genera más daños por acumulado debido a que están en capacitación y no conocen a detalle el flujo de material.

Al ser identificada la causa raíz, es necesario llevar un control sobre marcas naturales y de proceso, el control debe contener el daño, que lo ocasiono, cual es la letra a la que más se le generan daños y las líneas que más originan cambios de piezas. Para estar dentro del rango del objetivo se necesita tener el control de los cambios de piezas, es importante que se respete el fifo de cambios de piezas para cumplir con el que es 0.6% de lo contrario al no ser respetado se generara un acumulamiento de volantes que ocasionara un elevado porcentaje diario de cambios de pieza.

4.2 Caracterización del proceso

4.2.1 Diagrama SIPOC

Se genero un diagrama SIPOC, para identificar proveedores, entradas, salidas hasta el cliente.

A continuación, se muestra el diagrama SIPOC que incluye el proceso de costura volante 320.

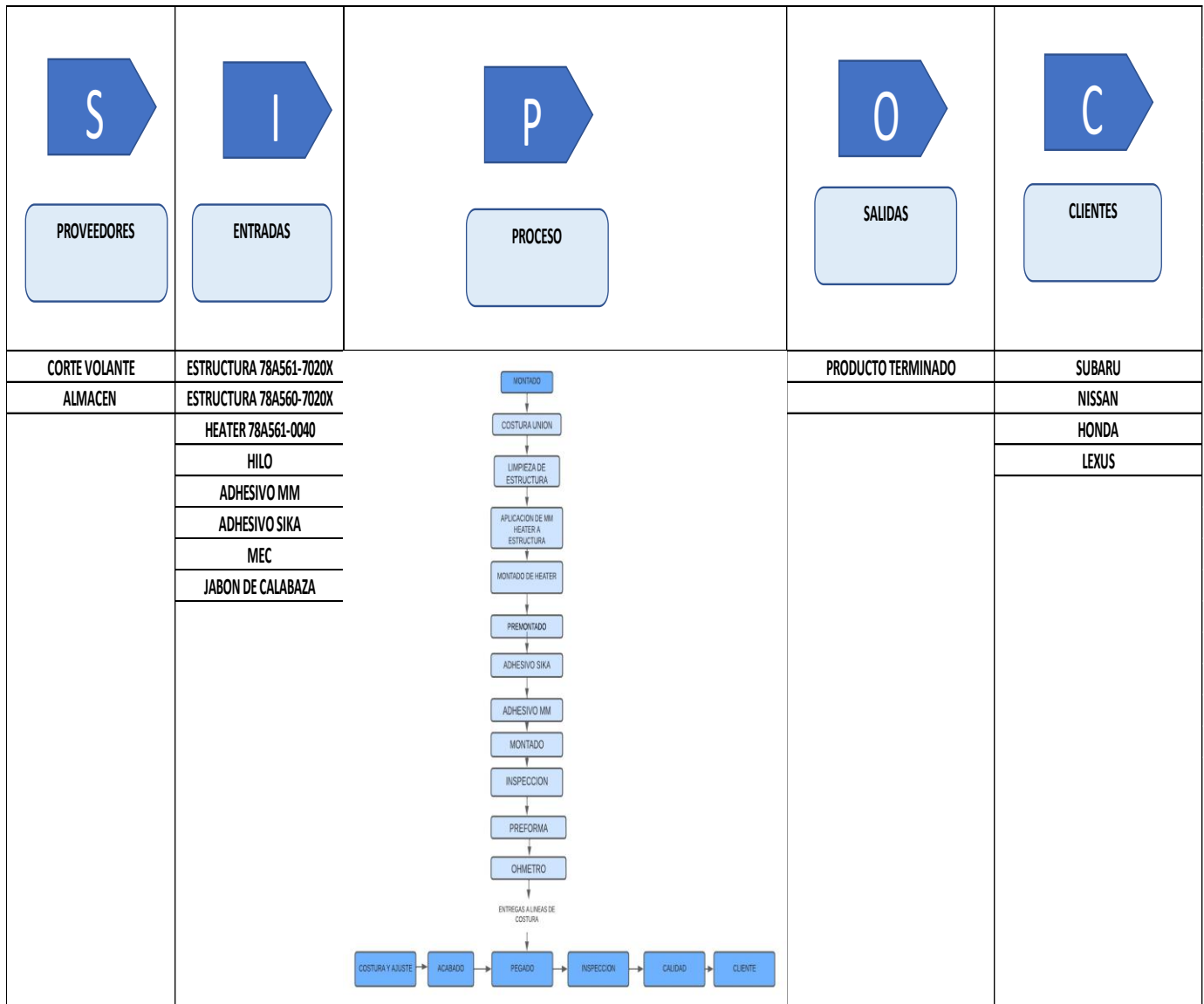


Fig.19 Diagrama SIPOC.

Fuente propia.

4.3 Identificación del proyecto

4.3.1 Project Charter

Tabla 1. Project Charter.

| Project Charter | | |
|---|------------------|------------------|
| Título del proyecto: Reducción de defectivo interno en el área de costura volante implementando la metodología DMAIC | | |
| Miembros del equipo: Departamento de producción, calidad y personal a cargo | | |
| Agentes implicados: Calidad, producción | | |
| Descripción del problema: La empresa automotriz Midori AutoLeather cuenta con un nivel de 0.88 % de defectivo interno en el área de costura volante departamento de ensamble, marcado un objetivo de 0.70% el cual debe ser resuelto de manera progresiva. | | |
| Objetivo | Valor de partida | Valor objetivo |
| Disminuir la cantidad de ng interno en el área de costura volante | 0.88% | Reducir un 0.18% |
| Beneficios esperados para la empresa: | | |
| 1. Productos con mejor calidad | | |
| 2. Reducción de retrabajo (Rw) | | |
| 3. Mejora continua de procesos | | |

Elaboración propia

En la tabla 1 se observa un Project charter como herramienta de la planificación del proyecto de manera breve y sencilla todo el trabajo a realizarse.

4.4 Etapa Medir

En esta etapa se determinaron las herramientas a utilizar para la recolección de datos, esta fase procede al análisis de información Para realizar la recolección de datos se realizaron formatos, que ayudaron a identificar los defectos que implican cambios de piezas.

4.4.1 Contramedidas para evitar acumulación de volantes

Es importante respetar el fifo de cambios de pieza para no generar un acumulación de volantes, las contramedidas que se generaron para evitar que esto suceda, son las siguientes.

Tabla 2. Contramedidas para evitar acumulación.

| CONTRAMEDIDAS | | | | | |
|--------------------------|---|--|--|--|--|
| Responsable | Acción | | | | |
| Montado | Deben ponerle el día en que fue inspeccionado el volante LU,MA,MI,JU,VI | | | | |
| Inspectoras | | | | | |
| | | | | | |
| Líneas de costura | | | | | |
| Lideres y maestros | Deben entregar en montado el día en que fue recibido el volante, de 7:00 am a 4:00 pm | | | | |












Fuente propia.

La tabla 2 muestra las contramedidas que se llevaran a cabo para obtener resultados.

4.4.2 Periodo de toma de datos

Para periodo de toma de datos se generó un control que se llenó continuamente a partir del mes de octubre, a partir de ahí se analizaran los procesos de mejora. A continuación, se muestra la tabla 4 como ejemplo del control que se llenó diariamente.

Tabla 3. Control para cambios de pieza.

| DEFECTO | MODELO | QUE LO GENERO | LETRA Y ZONA | LINEA | PERSONAL | FECHA | FOTO |
|----------------------|--------|--|--------------|---------------|----------|----------|---|
| FALTA DE RESISTENCIA | 561 | AL ESTAR COCIENDO EL VOLANTE SE ROMPIO | C,B | 19 | ? | 03/10/22 |  |
| FALTA DE RESISTENCIA | 561 | AL ESTAR COCIENDO EL VOLANTE SE ROMPIO | C,B | 18 | ? | 03/10/22 |  |
| DESPRENDIMIENTO | 561 | AL DAR ACABADO | A,A | SEGUNDO TURNO | ? | 03/10/22 |  |
| FALTA DE RESISTENCIA | 561 | AL ESTAR COCIENDO EL VOLANTE SE ROMPIO | D,A | LEXUS | ? | 03/10/22 |  |
| FALTA DE RESISTENCIA | 561 | AL ESTAR COCIENDO EL VOLANTE SE ROMPIO | D,A | L1 | LUIS | 03/10/22 |  |
| FALTA DE RESISTENCIA | 561 | AL ESTAR COCIENDO EL VOLANTE SE ROMPIO | A,A | L3 | DIEGO | 03/10/22 |  |
| DAÑO POR AGUJA | 561 | AL ESTAR COCIENDO EL VOLANTE | B,B | ? | ? | 03/10/22 |  |
| DESPRENDIMIENTO | 561 | SE DESPRENDIO EN EL PROCESO | A,A | ? | ? | 03/10/22 |  |
| FALTA DE RESISTENCIA | 561 | AL AJUSTAR EL VOLANTE | B,A | ? | ? | 03/10/22 |  |
| FISURA | 561 | MARCA NATURAL | A,B | ? | ? | 03/10/22 |  |
| FALTA DE RESISTENCIA | 561 | AL ESTAR COCIENDO EL VOLANTE | B,A | ? | ? | 03/10/22 |  |
| DESPRENDIMIENTO | 561 | CONDICION DE LA PIEL | B,A | ? | ? | 03/10/22 | N/A |
| FALTA DE RESISTENCIA | 561 | AL ESTAR COCIENDO EL VOLANTE | A,A | L3 | ? | 03/10/22 | N/A |

Fuente propia

4.4.3 Datos recolectados

Los datos recolectados permiten saber cuál es el comportamiento diario de defectivo. En la figura 20 se muestran los defectos generados según el periodo de recolección, se notó que el daño por flujo está en el top 1.

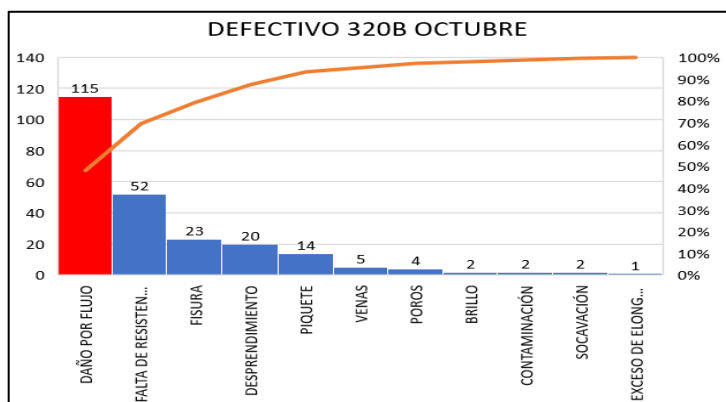


Fig.20 Pareto de defectos.

Elaboración propia.

En la figura 22 se muestran los defectos generados por proceso y persona, la línea 7 es la que más defectos proporciona.

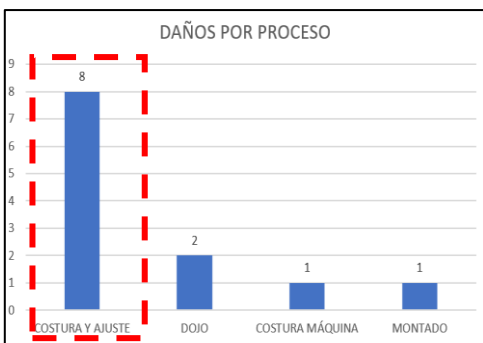


Fig. 21 Daños por proceso.

Elaboración propia.

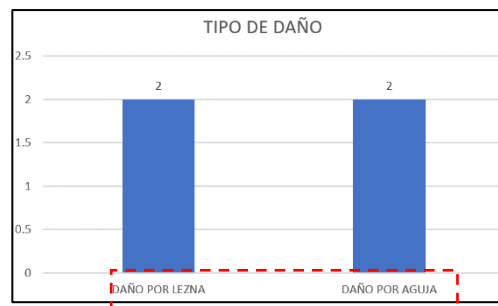


Fig.23 Tipo de daño.

Elaboración Propia.



Fig.22 Daños por persona.

Elaboración propia

4.5 Proceso de cambios de pieza

4.5.1 Diagrama de flujo de manejo de defectivo costura volante 320

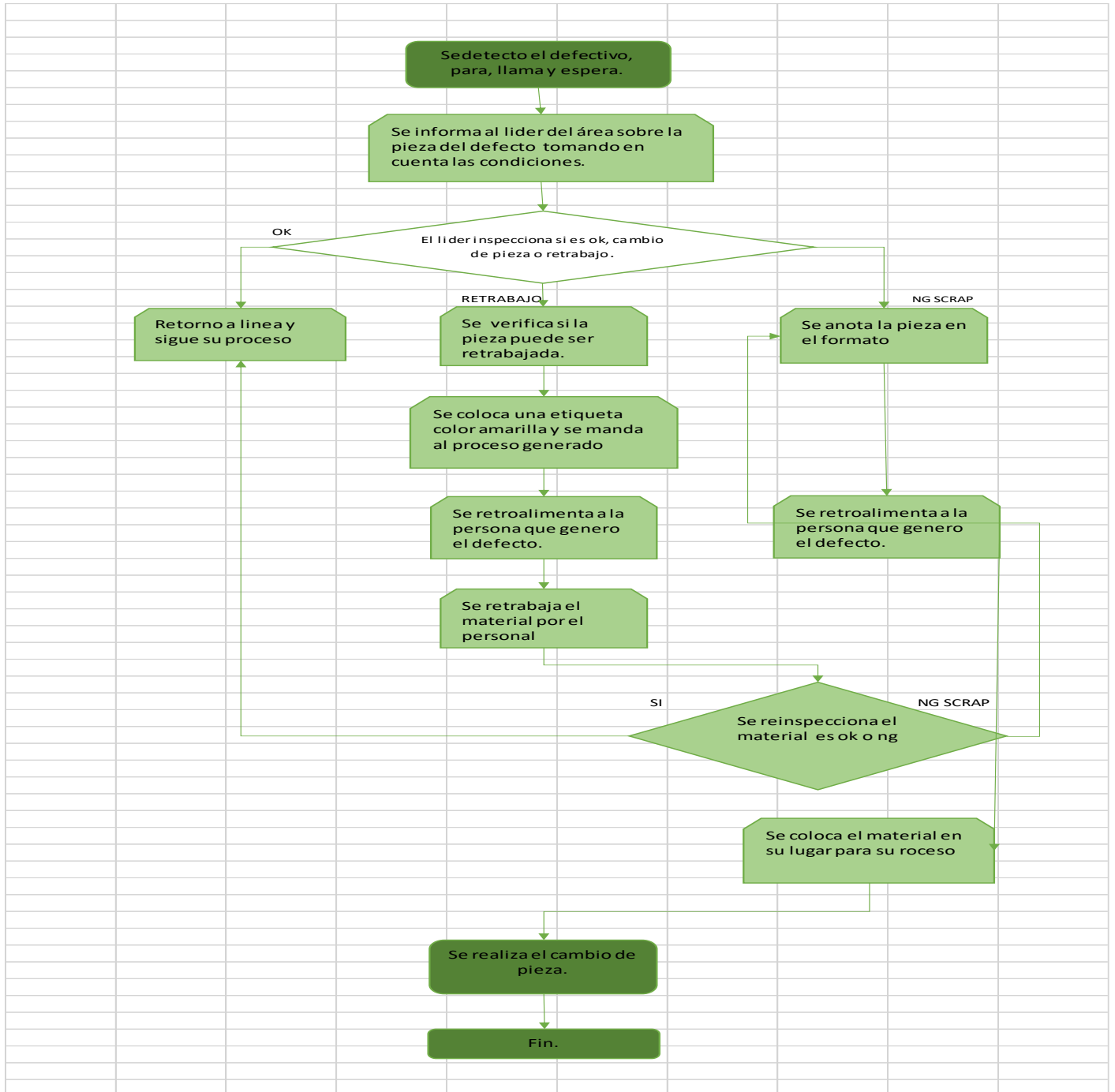


Fig.24 Diagrama de flujo de manejo de defectivo.

Elaboración propia.

4.6 Etapa Analizar

Se noto que el proceso donde más se dañan los volantes es en costura y ajuste, la persona con mayor daño de volantes es Yuridia y los tipos de daño que más se generan son daños por lezna y aguja.

Se realizo un diagrama Ishikawa para identificar la causa raíz del problema.

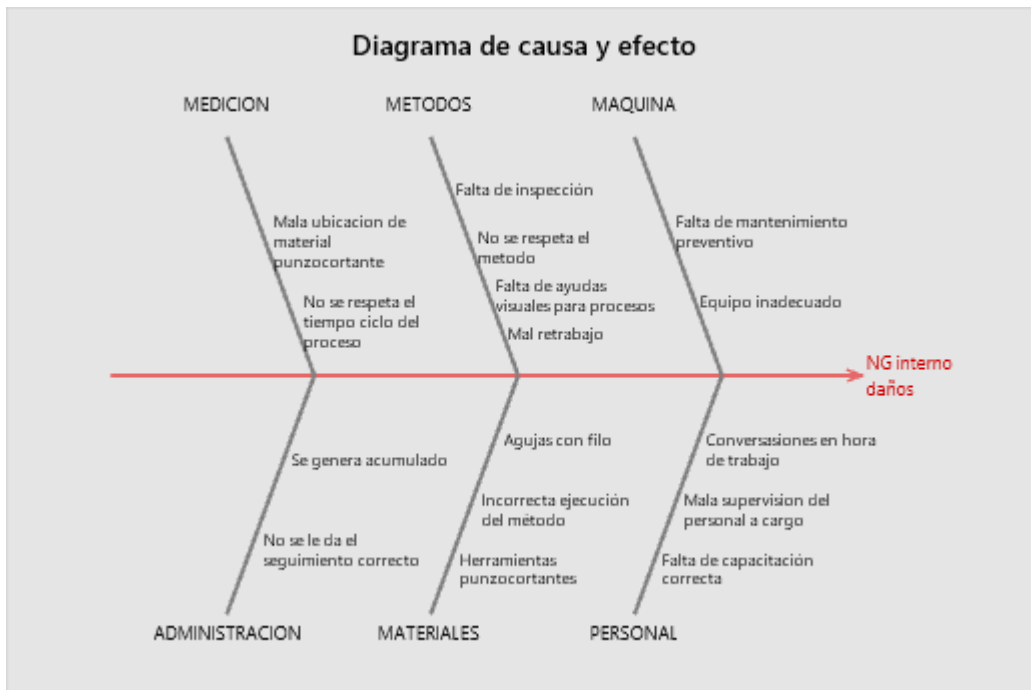


Fig.25 Diagrama Ishikawa.

Elaboración Propia

En el siguiente diagrama se observa que los factores que generan el efecto la mayoría son parte del proceso, por esta razón, se tomaran medidas para poder controlar los daños que se generan y así mismo generar contramedidas para las demás causas.

También se realizó un mapeo de procesos para identificar la causa raíz, en el cual se obtuvieron los siguientes resultados.























| MOTOR AUTOCUIDADER | | COSTURA MAQUINA - MONTADO | | | HERRAMIENTAS NECESARIAS |
|--------------------|---------------|---|---|--|-------------------------|
| CLIENTE | ÁREA | MODELO | OBJETIVO DE LA OPERACIÓN | | NA |
| IAC | MONTADO | 320B29 | PROCESAR CORRECTAMENTE EL MATERIAL, IDENTIFICANDO LOS PUNTOS DE RIESGO EVITANDO GENERAR DAÑOS PASAR AL MATERIAL DURANTE EL PROCESO. | | |
| CRITERIOS | | MUESTRA NG | | MUESTRA OK | |
| 1 | COSTURA UNIÓN | Herramienta punzocortante sobre maquina de costura |  |  | |
| 5 | PRE MONTADO | No se cumple con metodo, operador toma primero pieza y despues estructura Traslado de estructura con piel de buggy |   |  | |
| 6 | MONTADO | Soporte superior e inferior con filo |  |  | |
| 6 | SIKA | soportes y base con filo |   |   | |
| 7 | MM | Soportes y estructura de rack sin protección |   |   | |
| 8 | INSPECCIÓN | volantes empalmados sin respetar separación |  |  | |
| 11 | OHMETRO | Mesa con filo y volantes sin separador |   |  | |
| 12 | KAN BAN | Reck fuera de su lugar |  |  | |

Fig. 26 Mapeo de procesos.

Fuente propia.

4.8 Etapa controlar

En esta última etapa, se realizó un control diario, el cual servirá para mantener el objetivo en línea recta y que no haya un porcentaje elevado de defectivo.

| MIDORI AUTO LEATHER | | CONTROL DE CAMBIOS DE LETRAS | | | CHIEF | MONSE CRUZ | |
|---------------------|-------|------------------------------|---------|-------|-------|------------|-------|
| NUMERO | LETRA | MODELO | DEFECTO | FECHA | DONDE | RAZON | LINEA |
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | |

Tabla 4. Control de cambios de pieza.

Fuente propia.

El formato de la tabla 4 se llenará diariamente con los cambios de pieza que se generan durante el día, los volantes dañados se llevan al área de montado, la dinámica es entregar el volante al chief del área para que firme el volante, el chief debe verificar el defecto, ver si se puede retrabajar, de lo contrario realizar el cambio de pieza, al ser firmado se debe dar una recuperación del volante dañado por uno nuevo en buenas condiciones.

4.8.1 Contramedidas

| TPS | PUNTOS A ATACAR |
|------------|--|
| | <p>1.- DOCUMENTAR EL MÉTODO DE COMO SE DEBE ELIMINAR EL FILO A LA HERRAMIENTA</p> <p>2.- COLOCAR LAS MUESTRAS DE REFERENCIA DE LAS AGUJAS SIN FILO</p> <p>3.- DEFINIR UN CONROL (DIAGRAMA DE FLUJO) DE COMO SE DEBEN ENTREGAR LAS AGUJAS SIN FILO</p> <p>4.- DOCUMENTAR EL MÉTODO DE CAMBIO DE PIEZA</p> |

Fig. 28 Puntos para atacar.

Elaboración propia

5. Análisis y discusión de resultados

5.1 Defectivo Noviembre

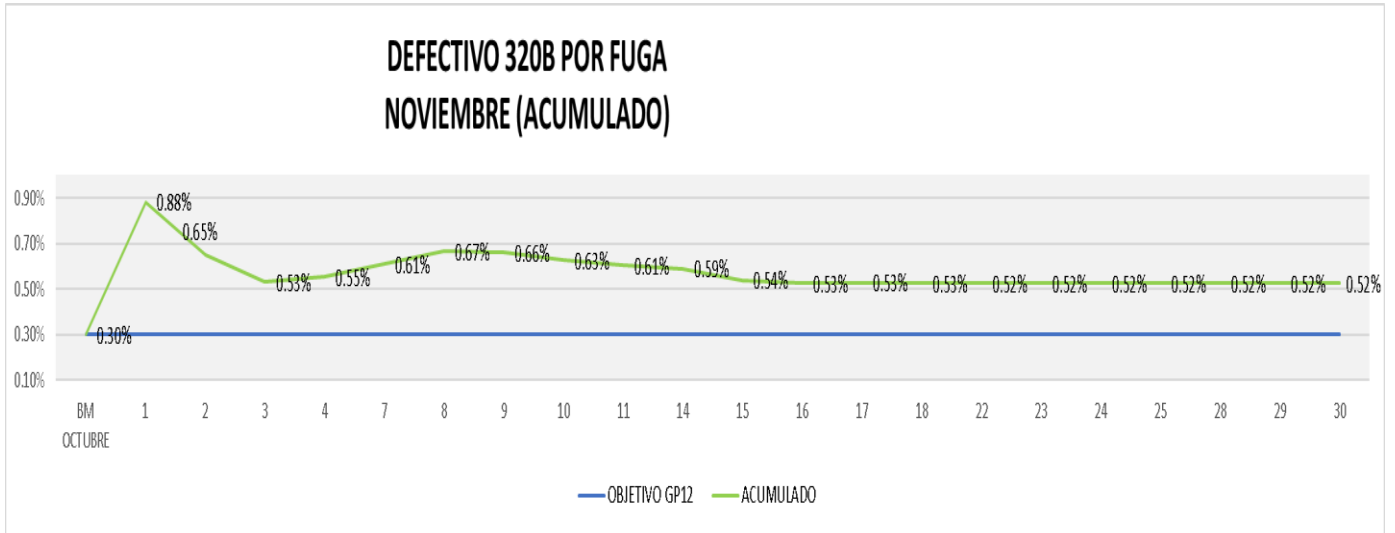


Fig. 29 Defectivo Acumulado Noviembre.

Elaboración propia

En el mes de noviembre, el defectivo fue disminuyendo, se empezó con un 0.88% y a final de mes se obtuvo un 0.52% que está dentro del objetivo.

5.2 Resultados de defectivo interno

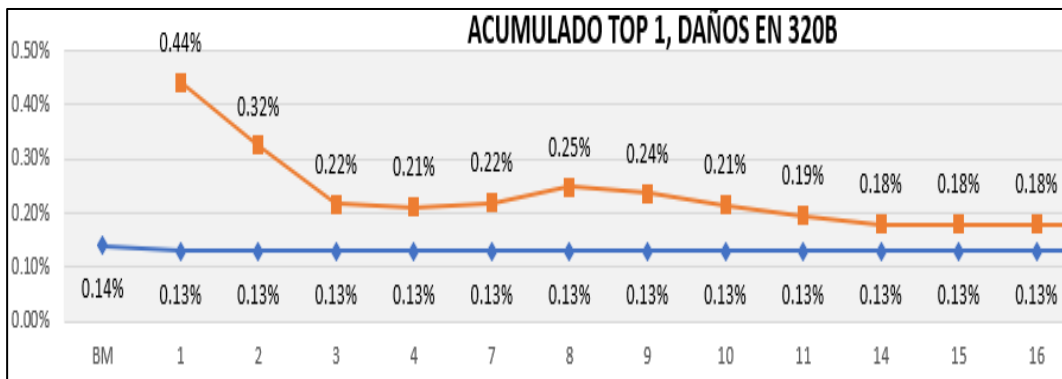


Fig.30 Daños en 320.

Elaboración propia.

Se puede observar en la imagen, que el porcentaje de daños bajo de un 0.44% a 0.18% lo cual está dentro del objetivo, por lo tanto, se cumple la hipótesis, se disminuyó el scrap a un 0.18% mediante la metodología dmaic, aportando a la empresa una mejora continua.

6. Conclusiones

Por medio de la aplicación de la metodología Dmaic, se pudo lograr encontrar la causa raíz del problema, en este proyecto se aplicó la metodología debido a que había un problema en el área de costura volante el cual con la ayuda y el análisis de six sigma se pudo disminuir la cantidad diaria de scrap, la implementación de la metodología Dmaic demostró que reduce defectos de un área o empresa, se optó por atacar daños debido a que el daño por flujo es el defecto que se puede detectar en el área donde se estuvo mapeando el proceso, se demostró que el porcentaje bajo más del 0.18% hubo un buen resultado gracias a los datos recolectados en base a la causa raíz, gracias a la reducción de scrap el área costura volante tiene oportunidades de mejora en sus procesos de producción lo cual conlleva a una mejora continua .

La metodología Dmaic es una herramienta importante lo cual se debe tener conocimiento previo antes de aplicarla, al realizarlo se mejora un proceso, los resultados obtenidos en este proyecto pretenden servir de estímulo a la empresa para el desarrollo de futuros proyectos y mejora de sus procesos mediante la aplicación de dicha metodología.

Aprendí conocimientos como, hacer una mejora en un área, desde analizar las posibles fallas y causa raíz de un problema, aprendí a delegar actividades, rotación de personal, balanceo de líneas, y, sobre todo, mejora continua de los procesos.

Al realizar este proyecto, adquirir mucha capacidad para resolver problemas que se presentaron en el área donde estuve, aprendí a ser responsable, a darle seguimiento a actividades importantes para evitar cuellos de botella, pude desarrollarme profesionalmente enfocándome en mi trabajo y así mismo realizando mi proyecto, plasmando todo lo que aprendí durante mi carrera universitaria, de manera laboral y metódica.

Referencias bibliográficas

- Ala, O. A. (2019). *mplementación de la metodología definir, medir, analizar, implementar y controlar (DMAIC) para reducir productos defectuosos en el área de confecciones de la Empresa Textiles Roca S.A Puente Piedra. FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA. Universidad Cesar Vallejo, Lima Peru. Obtenido de Implementación de la metodología definir, medir, analizar, implementar y controlar (DMAIC) para reducir productos defectuosos en el área de confecciones de la Empresa Textiles Roca S.A Puente Piedra.*
- Albert, E. N., Soler, V. G., & Molina, A. I. (2017). *Metodología e implementación de six sigma. 3C Empresa, 73 – 80.*
- Aldana, C. A. (2018). *Mejora del proceso para la reducion de scrap en el envasad de productos liquidos, utilizando la mtodologia seis sigma en una industria de alimentos. Obtenido de USAC: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/13642/>*
- Alucano, I. A. (Mayo de 2018). *Aplicación de Metodología DMAIC para la reducción de producto terminado. Baja california, Mexico.*
- Barron, C. V. (05 de Junio de 2022). *Semana academica ingenieria industrial. Obtenido de <https://ingenieriaindustrialitt.org/publicacion/semana-academica/article/view/129>*
- Calderon, J. R., Perez, E. G., & Estela, C. (2019). *Efecto de Seis Sigma en el Almacén de una Empresa Manufacturera. Con ciencia Tecnologica, 58.*
- Carrillo, M. S., Peralta, J. T., Severiche, C. A., Ortega, V. P., & Vargas, L. E. (15 de Noviembre de 2021). *Reducción de ruido industrial en un proceso productivo metalmecánico: Aplicación de la metodología DMAIC de Lean Seis Sigma. Entre Ciencia e Ingeniería, páginas 41-48. .*
- Castelo, B., & Fricia, P. (2021). *Implementación de metodología DMAIC para el ahorro de energía en una industria láctea. Obtenido de Espol: <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/52255>*
- Collaguazo, E. S. (2022). *Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana. Obtenido de Propuesta de Mejora Continua para Reducir el Nivel de SCRAP en la Elaboración de Rollos en una Industria de Manufactura de Empaques Flexibles: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/23935>*
- Cortes, M. G., Olivares, M. D., Chagollán, M. R., & Canales, M. C. (2018). *Estandarización de procesos, para la reducción de SCRAP en una empresa. Revista de Operaciones Tecnológicas, 16-23.*
- Crisante, L. K. (2018). *Aplicacion de la metodlogia six sigma para reducir la merma de scrap en el proceso de fabricacion de sacos de polipropileno. Cybertesis UNMSM.*

- Cruz, M. L., Cisneros, S. A., Santos, J. P., Guerrero, R. G., & Sandoval, L. M. (2021). *Implementación de metodología DMAIC-Seis sigma en el área de air bags en empresa automotriz. Obtenido de Journal CIM: https://www.researchgate.net/publication/322215273_METODOLOGIA_E_IMPLMENTACION_DE_SIX_SIGMA*
- Donderis, L., Martínez, A., Nagrani, R., Zachrisson, C., & Barría, N. (Marzo de 2019). *Aplicación de las tres primeras etapas de la metodología DMAIC para identificar la causa principal de la merma en el proceso de producción de las tortillas de harina de trigo . Panama.*
- Espinoza, E. G. (2019). *Propuesta metodológica Dmaic para la disminución de defectos en el proceso de envasado de agua en una industria de bebidas. Postgrado, 30.*
- Francisco, E., & Lopez, N. L. (22 de Enero de 2021). *Mejora del proceso e extrusion de una planta productora de telas no tejidas mediante el uso de la metodología lean six sigma. Obtenido de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/654818>*
- Gonzalez, A. S. (4 de Diciembre de 2021). *Semana academica ingenieria industrial. Obtenido de <https://www.ingenieriaindustrialitt.org/publicacion/semana-academica/article/view/41>*
- Hernandez, J. R. (AGOSTO de 2020). *Proyecto six sigma green belt: reduccion de scrap por HBLKT. Obtenido de BUAP: <https://repositorioinstitucional.buap.mx/handle/20.500.12371/12712>*
- Loayza, M. R. (2021). *ESPOL. FIMCP. Obtenido de Disminución del porcentaje de scrap en una fábrica de fundas y rollos plásticos aplicando herramientas de mejora alineadas a la metodología DMAIC: <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/52581>*
- Lopez, E. D. (2016). *Propuesta de un plan para la reducción de la merma utilizando la metodología six sigma en una planta de productos plasticos . Obtenido de PUCP-Tesis : <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/6810>*
- Lozano, G. D. (Junio de 2017). *Análisis y mejora de procesos en una empresa de automatización industrial y electrificación aplicando la metodología Dmaic. Lima, Peru.*
- Medina, J. C., Santiesteban, N. A., Manzanilla, F. O., Fierro-Xochitotl, M. C., & Fernandez, V. G. (2022). *Optimización del proceso de barrenado para el incremento de productividad y reducción de rechazos a través de la metodología dmaic: caso empresa del sector automotriz. Estudios de Administración,, 142-164.*
- Merjil, J. F., Chávez, A. V., González, M. P., Castellanos, H. G., & Martinez, R. M. (2021). *Aplicación de la metodología Dmaic de seis sigma. Ipsumtec.*

- Moreira, E. D. (Abril de 2022). Propuesta de mejora para reducir el indice de rechazos por defecto de abolladuras en cocinas de 76 cm usando la metodologia lean six sigma en la empresa mabe ecuador sa. Obtenido de Universidad Guayaquil : <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/61222>*
- Moreira, E. D. (22 de Abril de 2022). Repositorio Universidad de Guayaquil. Obtenido de Propuesta de mejora para reducir el índice de rechazos por defecto de abolladuras en cocinas de 76cm, usando la metodología Lean Six Sigma en la Empresa Mabe Ecuador S.A.: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/61222>*
- Ovalle, O. D. (Mayo de 2021). Propuesta de mejora para la reducción de scrap en la producción de sacos de polipropileno mediante la aplicación del modelo DMAIC. Guayaquil.*
- Pérez-Domínguez, L. A., Pérez-Blanco, b. J., García-Villalba, L. A., & Gómez-Zepeda, P. I. (20 de Diciembre de 2019). Aplicación de metodología DMAIC en la. Mundo Fesc, pp. 55-66.*
- Suarez, C. J. (2018). Propuesta de metodologia seis sigma para reducir el producto no conforme en placas del norte. Obtenido de Repositorio.Ug: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/28245>*