



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA

Facultad de Ciencias e Ingeniería

Ingeniería Industrial.

Seminario de Graduación para Optar al título de Ingeniero Industrial

Tema: Propuesta de mejora para el proceso de ensamble mediante el uso de herramientas de la calidad en la empresa Grupo UMA ubicada en Ciudad Sandino durante el periodo de enero a marzo del año 2019.

Elaborado por:

Br. Lauren Nazareth Parrales Betancour.

Br. Álvaro José Pineda Cruz.

Br. Obed Ignacio Vega Gutiérrez.

Tutor:

Msc. Julio Ricardo López González.

Managua, marzo de 2019

Tema: Propuesta de mejora para el proceso de ensamble mediante el uso de diferentes herramientas de la calidad en la empresa Grupo UMA ubicada en Ciudad Sandino durante el periodo de enero a abril del año 2019.

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado primeramente a Dios, por habernos concedido el don de la vida, por guiarnos por los senderos del conocimiento, por otorgarnos la sabiduría y perseverancia en los momentos más adversos.

A nuestros padres, cuyo sacrificio y entrega es el motivo por el cual entregamos nuestro máximo esfuerzo para la obtención de nuestro título.

A nuestros maestros que a lo largo de nuestra vida nos han transmitido conocimientos académicos y valores esenciales para nuestro crecimiento, de esta manera forman parte indeleble de nuestra formación profesional.



Agradecimientos

Agradecemos en primer lugar a Dios por habernos dado la fortaleza, paciencia y constancia, valores absolutamente necesarios para conseguir afrontar con éxito estos años de formación académica y poder concluir el presente estudio de graduación.

A nuestros padres, a quienes le debemos todo lo que somos, por su constante acompañamiento, sacrificio y confianza. Este logro también es de ustedes.

Agradecemos a todos nuestros formadores, quienes han sido el pilar de la sabiduría que hemos adquirido, en especial a nuestro tutor Msc. Julio Ricardo López Gonzales por su apoyo científico técnico en el mejoramiento del presente estudio.

Y finalmente agradecemos a nuestros compañeros y amigos por acompañarnos durante estos cinco años de esfuerzo, sirviendo como apoyo moral para poder concluir nuestra carrera.

Los autores

Propuesta de mejora para el proceso de ensamble mediante el uso de herramientas de la calidad en la empresa Grupo UMA ubicada en Ciudad Sandino durante el periodo de enero a abril del año 2019.



cartade tutor



Índice

Dedicatoria	i
Agradecimientos	ii
II. Introducción	2
III. Justificación	3
IV. Objetivos	4
V. Marco teórico.....	5
VI. Preguntas directrices	14
VII. Métodos y Técnicas	15
7.1. Tipo de Enfoque.....	15
7.2. Tipo de Investigación	16
7.3. Universo	16
7.4. Muestra	16
7.5. Técnicas de recolección de datos	17
7.6. Matriz de operacionalización de las variables	18
VIII. Análisis y discusión de resultados.....	19
8.1. Caracterización el proceso del área de ensamble mediante diagramas y flujogramas.....	19
8.1.1. Diagrama de bloques del Proceso de Ensamble	20
8.1.2. Flujograma de proceso de Ensamble	21
8.1.3. SIPOC del proceso de ensamble	27
8.1.4. Mapa de proceso para el sistema de ensamble	30
8.1.5. Cadena de valor Grupo UMA.....	31
8.2. Diagnosticar el nivel de calidad actual del área de ensamble	34
8.2.1. Nivel de Sigma del proceso de ensamble	35
8.2.2. Cartas de control de calidad del proceso de ensamble:.....	37
8.3. Determinar las causas del bajo nivel de calidad del área de ensamble.	42
8.3.1. Diagrama de Pareto.	42
8.3.2. Diagrama Ishikawa	49
8.3.3. Eficiencia del equipo OEE	50
8.4. Elaboración de una propuesta de mejora usando la metodología Lean.....	55
8.4.1. TPM-Mantenimiento productivo total.....	55
8.4.2. Aplicación de la metodología 5S	61



Guía de implementación de las 5 S	62
A. Propósito.....	63
B. Alcance	63
C. Documentos de referencia	63
D. Definiciones	63
E. Responsabilidades	63
F. Clasificar	64
➤ ¿Qué debemos hacer para clasificar?	64
➤ Beneficios de Clasificar.....	65
➤ Tarjeta Roja	66
G. Ordenar	66
➤ Beneficios del orden para el trabajador.....	67
➤ ¿Cómo implantar el Orden?	68
H. Limpiar.....	69
➤ Beneficios de la limpieza	70
➤ Implantación de la limpieza	71
I. Estandarizar	73
➤ Beneficios de estandarizar	74
➤ Como implantar la limpieza estandarizada	75
J. Disciplina.....	76
➤ Beneficios de aplicar shitsuke.....	77
➤ Como implantar Shitsuke.....	78
IX. Conclusiones.....	89
X. Recomendaciones.....	91
XI. Bibliografía.....	92
XII. Anexos	94

Índice de tablas

Matriz de operacionalización de variables.....	19
Leyenda de diagrama de Flujo ISO 9000.....	27
SIPOC del proceso de ensamble.....	29
Nivel de Sigma del proceso de ensamble.....	36
Lotes de producción en el mes de enero.....	38
Lotes de producción en el mes de febrero.....	38
Macro clasificación de errores de los procesos de ensamble en el mes de Enero.....	42
Micro clasificación de errores de los procesos de ensamble en el mes de Enero.....	42
Macro clasificación de errores de los procesos de ensamble en el mes de Febrero.....	47
Micro clasificación de errores de los procesos de ensamble en el mes de Febrero.....	47
Cálculos de OEE para el mes de Enero.....	52
Cálculos de OEE para el mes de Febrero.....	53
Análisis de OEE para pérdida de capacidad para Enero.....	54
Análisis de OEE para pérdida de capacidad para el mes de Febrero.....	55
Plan de mantenimiento de polpasto eléctrico.....	57
Plan de mantenimiento de compresor de tornillo.....	58
Plan de mantenimiento de Pistola de impacto.....	61

Índice de Diagramas

Diagrama de bloques del proceso de ensamble.....	21
Flujograma del proceso de ensamble.....	23
Mapa de proceso para el área de ensamble.....	31
Cadena de valor Grupo UMA.....	32
Carta de control de calidad p de unidades Defectuosas para el mes de Enero.....	39
Carta de control de calidad p de unidades Defectuosas para el mes de Febrero.....	40
Carta de control de calidad u para el mes de Enero.....	41
Carta de control de calidad u para el mes de Febrero.....	42
Pareto macro de errores para el mes de Enero.....	45
Pareto micro de errores para el mes de Enero.....	46
Pareto macro de errores para el mes de Febrero.....	48
Pareto micro de errores para el mes de Febrero.....	49
Diagrama de Ishikawa del proceso de ensamble.....	50
Resultado de cálculos OEE para Enero.....	52
Resultado de cálculos OEE para Febrero.....	53
Análisis OEE para pérdida de capacidad en el mes De Enero.....	54
Análisis OEE para pérdida de capacidad en el mes De Febrero.....	55

Propuesta de mejora para el proceso de ensamble mediante el uso de herramientas de la calidad en la empresa Grupo UMA ubicada en Ciudad Sandino durante el periodo de enero a abril del año 2019.



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA

I. Resumen

El presente trabajo investigativo radica en una propuesta de mejora para el proceso de ensamble de la empresa Grupo UMA debido al número de unidades que deben ir a reproceso por falta de calidad lo que genera una gran pérdida de rentabilidad en el producto final.

La investigación fue estratégica, centrada en encontrar mecanismos o estrategias que permitan mejorar el proceso de ensamble mediante la aplicación de los conocimientos adquiridos a lo largo de la formación académica de los investigadores.

Con la aplicación de las herramientas de la calidad se logró identificar que los defectos más recurrentes tenían que ver o estaban relacionados con la pericia, habilidad y concentración de los operarios, esto relacionado a una falta de motivación causada por la ausencia de incentivos, rotación del personal y una inadecuada distribución de las tareas. Se elaboraron propuestas orientadas a la mejora del proceso con la participación activa de los colaboradores con el propósito de involucrarlos en el compromiso de la mejora continua.

II. Introducción

Grupo UMA es una empresa regional del sector industria, dedicada al ensamblaje, distribución y ventas de motocicletas de la marca BAJAJ, siendo la empresa líder en el mercado centroamericano y del caribe con más de 50 años de experiencia y 21 distribuidores a nivel nacional, la planta de ensamblaje en Nicaragua se encuentra ubicada en el km 14.5 carretera nueva a León, está dividida en cuatro áreas, las cuales son: Gerencia País, Gerencia de Planta de ensamble y Logística, Gerencia de Ventas y Gerencia Financiera, con 43 colaboradores en esta planta.

Durante los últimos meses el gerente de planta ha detectado fallas en el área de ensamblaje, relacionados con retrasos en los tiempos de ensamble y muchas deficiencias en la calidad del producto final, lo que genera una angustiosa pérdida de rentabilidad al tener que enviar una gran cantidad de productos a reproceso.

Estas deficiencias surgen como consecuencia de una evidente falta de documentación y estandarización de las actividades lo cual no permite tener un control sobre los métodos y técnicas que aplican los operarios durante el proceso de ensamblaje.

Como respuesta a esta situación se debe realizar la documentación de las actividades a través de las técnicas y herramientas aprendidas y apoyándose en la metodología Lean Logistic para de esta manera identificar los problemas raíz y proponer un método que ayude a la mejora continua de los procesos.

Mediante la búsqueda de información para alimentar la investigación se constató que en la empresa no se han realizado evaluaciones acorde al tema de estudio, por lo tanto este será el primero y servirá como modelo para el desarrollo de futuras investigaciones.

Cabe destacar que el tema de la presente tesis es muy representativo en el perfil del ingeniero industrial puesto que este debe ser un agente de cambio positivo para la mejora de los procesos, siendo participe de ellos y garante del cumplimiento de las actividades asignadas para la mejora de la productividad y el incremento de las utilidades de una empresa.



III. Justificación

El presente trabajo investigativo se está realizando debido a que durante los últimos meses el gerente de planta ha detectado fallas en el área de ensablaje, relacionados con retrasos en los tiempos de ensamble y muchas deficiencias en la calidad del producto final, lo que genera una angustiada pérdida de rentabilidad al tener que enviar una gran cantidad de productos a reproceso. Como respuesta a esta situación se desarrollará el presente trabajo investigativo que tiene por objeto mejorar los procesos del área de ensablaje para aumentar la productividad de la empresa.

Con la mejora de los procesos los colaboradores del área de ensamble se verán beneficiados puesto que las actividades estarán estandarizadas lo que permitirá incrementar su productividad y desempeñarse de una manera más apegada a las exigencias de la empresa, además la empresa percibirá esta mejora en la productividad y desempeño con el incremento de la rentabilidad del producto final.

IV. Objetivos

4.1. Objetivo general

Mejorar el proceso de ensamble de la empresa Grupo UMA mediante una propuesta que integre diferentes herramientas industriales para el mejoramiento de la calidad.

4.2. Objetivos específicos

- Caracterizar el proceso del área de ensamble mediante diagramas y flujogramas.
- Diagnosticar el nivel de calidad actual del área de ensamble.
- Determinar las causas del bajo nivel de calidad del área de ensamble.
- Elaborar una propuesta de mejora usando la metodología Lean.

V. Marco teórico

Dirección de la calidad

La dirección de la calidad es un sistema de dirección que implanta la calidad en toda la empresa como medio para conseguir los objetivos de calidad, caminando hacia la mejora continua en todos los niveles organizativos y utilizando todos los recursos disponibles con el menor coste posible. De esta manera, a través de la planificación, organización y control de la calidad, persigue la mejora continua, no sólo de los productos, sino también de los procesos, mediante la involucración de todos los miembros de la empresa. (Tarí, 2000, pág. 52)

Herramientas de mejora de la calidad

En un ambiente de calidad, la identificación y resolución de problemas debe ser la práctica habitual en el trabajo diario, que puede estar escrito en la descripción del puesto de trabajo. No obstante, en realidad, las empresas han realizado desde siempre actividades que identificaban los problemas como parte natural de su funcionamiento. En el caso de las organizaciones de calidad, la identificación de los problemas se realizaba mediante las actividades tradicionales de control como la planificación y auditorías de control del desempeño. (Tarí, 2000, pág. 172)

Entre las diversas técnicas de mejora de la calidad, las herramientas estadísticas básicas son las más sencillas y utilizadas por los operarios. Con estas actividades los individuos y la organización pueden aprender, lo que lleva posteriormente a mejorar. De esta manera, la mejora de la calidad va a depender, en gran medida, de las personas implicadas en dichas actividades. (Tarí, 2000, pág. 173)

Proceso

Proceso es el conjunto de actividades relacionadas y ordenadas con las que se consigue un objetivo determinado. En la ingeniería industrial el concepto de proceso adquiere gran importancia, debido la práctica en esta carrera, que requiere: planear, integrar, organizar, dirigir y controlar. Estas actividades permiten al Ingeniero

Industrial lograr sus objetivos en el ejercicio de su profesión.

El ingeniero industrial debe considerar a los procesos de producción como una herramienta para: El diseño y definición de planes, programas y proyectos, el diseño, integración, organización, dirección y control de sistemas, la optimización del trabajo, la evaluación de resultados, el establecimiento de normas de calidad y el aumento y control de la eficiencia. (Guerrero, 2008, pág. 4)

Diagrama de flujo

Esta herramienta de análisis es una representación gráfica de los pasos que se siguen en una secuencia de actividades que constituyen un proceso o un procedimiento. Identificándolo mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza además, incluye toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido.

Con fines analíticos y como ayuda para descubrir y eliminar ineficiencias, es conveniente clasificar las acciones que tienen lugar durante un proceso dado en cinco categorías, conocidas bajo términos de operaciones, transporte, inspecciones, retrasos o demoras y almacenes. (Criollo, 1998, pág. 42)

Mapa de procesos

Es una visión de conjunto, holística o “de helicóptero” de los procesos. Se incluyen las relaciones entre todos los procesos identificados en un cierto ámbito. Une los procesos segmentados por cadena, jerarquía o versiones. Vital contar con un glosario de términos en la organización, especialmente de los verbos empleados para describir procesos y actividades, así todos entienden lo mismo. Se usan dos tipos de mapas, global (de toda la organización) y de ámbito, este última aporta mayor detalle. (Carrasco, 2008, pág. 37)

Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto (DP) es un gráfico especial de barras cuyo campo de análisis o aplicación son los datos categóricos cuyo objetivo es ayudar a localizar el o los



problemas vitales, así como sus causas más importantes. La idea es escoger un proyecto que pueda alcanzar la mejora más grande con el menor esfuerzo. El diagrama se sustenta en el llamado principio de Pareto, conocido como “Ley 80-20” o “Pocos vitales, muchos triviales”, el cual reconoce que sólo unos pocos elementos (20%) generan la mayor parte del efecto (80%); el resto genera muy poco del efecto total. De la totalidad de problemas de una organización, sólo unos cuantos son realmente importantes. (Gutierrez, 2010, pág. 179)

Además de ayudar a seleccionar el problema que es más conveniente atacar, el diagrama de Pareto facilita la comunicación, motiva la cooperación y recuerda de manera permanente cuál es la falla principal. El análisis de Pareto es aplicable a todo tipo de problemas: calidad, eficiencia, conservación de materiales, ahorro de energía, seguridad, etc. Otra ventaja del DP es que permite evaluar objetivamente, con el mismo diagrama, las mejoras logradas con el proyecto, para lo cual se observa en qué cantidad disminuyó la altura de la barra correspondiente a la categoría seleccionada. (Gutierrez, 2010, pág. 180)

Diagrama de Ishikawa

El diagrama de causas-efecto de Ishikawa, así llamado en reconocimiento a Kaouru Ishikawa ingeniero japonés que lo introdujo y popularizó con éxito en el análisis de problemas en 1943 en la Universidad de Tokio durante una de sus sesiones de capacitación a ingenieros de una empresa metalúrgica explicándoles que varios factores pueden agruparse para interrelacionarlos. Este diagrama es también conocido bajo las denominaciones de cadena de causas-consecuencias, diagrama de espina de pescado o “fish-bone”. El diagrama de Ishikawa es un método gráfico que se usa para efectuar un diagnóstico de las posibles causas que provocan ciertos efectos, los cuales pueden ser controlables. Se usa el diagrama de causas-efecto para:

- Analizar las relaciones causas-efecto
- Comunicar las relaciones causas-efecto y



- Facilitar la resolución de problemas desde el síntoma, pasando por la causa hasta la solución.

En este diagrama se representan los principales factores (causas) que afectan la característica de calidad en estudio como líneas principales y se continúa el procedimiento de subdivisión hasta que están representados todos los factores factibles de ser identificados.

El diagrama de Ishikawa permite apreciar, fácilmente y en perspectiva, todos los factores que pueden ser controlados usando distintas metodologías. Al mismo tiempo permite ilustrar las causas que afectan una situación dada, clasificando e interrelacionando las mismas. El diagrama puede ser diseñado por un individuo, pero es aconsejable que el mismo sea el resultado de un esfuerzo del equipo de trabajo quien previamente utilizó el diagrama de afinidades. (UNIT, 2009, pág. 22)

LEAN (Proceso esbelto)

El proceso esbelto está basado en el Sistema de Producción Toyota (SPT), desarrollado principalmente por los japoneses Taiichi Ohno y Shigeo Shingo. Los conceptos de proceso esbelto están enfocados en el flujo de los procesos y en reducir la cantidad de actividades que no agregan valor y que impiden el flujo, algo característico de varias de las metodologías del SPT. Lo contrario a un proceso esbelto es un proceso “obeso, lleno de cebo”, en el que no fluye el trabajo y hay pases laterales, atascos, tiempos de espera, altos inventarios, numerosas actividades que se hacen por rutina y tradición, pero que no agregan valor al producto. (Gutierrez, 2010, pág. 96)

Logística y cadena de suministro

Durante los últimos años se constata no sólo un notable “debate” sobre la importancia de la logística en el seno de las empresas, sino también una serie de medidas estratégicas y operativas encaminadas a mejorar la gestión del flujo de materiales y de información en los procesos de aprovisionamiento, de fabricación y

de logística de distribución. Se observa, a la vez, una considerable optimización de la gestión de la información que se deriva de ello, ya que los flujos de materiales y de información no deben ir siempre unidos y ciertos aspectos de los procesos logísticos pueden ser virtuales.

Esto es así por dos razones: por un lado, se redescubre el potencial de la logística como generadora de claras ventajas competitivas, cada vez más orientada al marketing y menos a la ingeniería y, por otro lado, se ha desarrollado una serie de modelos de gestión que facilitan la implantación de programas de actuación que van más allá de la mejora de la eficiencia de las organizaciones (mejorar servicio y coste en las líneas de productos clásicas) y que, en muchos casos, permiten redefinir o rediseñar los modelos de negocio (aportando innovación y respuesta rápida a las nuevas líneas de producto). (Centro de Innovación y Desarrollo Empresarial (CIDEM), 2004, pág. 74)

VSM (Mapeo de cadena de valor)

Es una herramienta utilizada en Lean Logistic para analizar los flujos de materiales e información que se requieren para poner a disposición del cliente un producto o servicio. Esta herramienta se desarrolló en Toyota donde se conocía con el nombre de Mapa del flujo de materiales e información. (Ruiz, 2010, pág. 31)

Los pasos para llevar a cabo su implementación se enumeran a continuación:

1. Identificar el producto o servicio.
2. Dibujar el mapa de flujo de valor tal como está el proceso, mostrando cada una de las etapas, las esperas y las informaciones que se requieren para entregar el producto o servicio. Existen símbolos estandarizados que representan los distintos elementos de la cadena de valor.
3. Identificar sobre el mapa los desperdicios que se encuentran (aquello que no aporta valor para el cliente). Para ello suelen buscarse los 7 desperdicios según el lean: sobreproducción, tiempo de espera, transportes innecesarios, exceso de procesado, inventario, movimientos innecesarios y defectos.

4. Dibujar el mapa de estado futuro, es decir, el mapa como queda una vez eliminados los desperdicios.
5. Implementar un plan de acciones de mejora para llegar al mapa de estado futuro.

TPM (Mantenimiento productivo total)

El Mantenimiento Productivo Total TPM (Total Productive Maintenance) es un conjunto de técnicas orientadas a eliminar las averías a través de la participación y motivación de todos los empleados. La idea fundamental es que la mejora y buena conservación de los activos productivos es una tarea de todos, desde los directivos hasta los ayudantes de los operarios. (Hernández & Vizán, 2013, pág. 48)

El TPM promueve la concienciación sobre el equipo y el auto mantenimiento por lo que es necesario asegurar que los operarios adquieren habilidades para descubrir anomalías, tratarlas y establecer las condiciones óptimas del equipo de forma permanente. En estas condiciones, la implantación TPM requiere una metodología adecuada a las características de la empresa y sobre todo, formación de las personas. (Hernández & Vizán, 2013, pág. 49)

Metodología 5S

Metodología japonesa utilizada comúnmente durante la implementación de sistemas de calidad total, con el propósito de ejecutar la cultura de calidad. El principal objetivo de la metodología es desarrollar un ambiente de trabajo agradable y eficiente, el cual permita el correcto desempeño de las operaciones diarias, logrando así los estándares de calidad, de precio y condiciones de entrega requeridos por el cliente. Esta metodología está incluida dentro de lo que se conoce como MEJORA CONTINUA o "KAIZEN" que está orientado como el ciclo de Deming (PDCA / PHVA). Las 5S abarcan desde un puesto ubicado en una línea de

producción cualquiera hasta el escritorio en una oficina administrativa. (Sig Consulting , 2018, pág. 9)

Estrategia de las 5S

- CLASIFICAR (Seiri) 1° Distinguir entre lo que es necesario y lo que no lo es. Este principio implica que en los espacios de trabajo los empleados deben seleccionar lo que es realmente necesario e identificar lo que no sirve o tiene una dudosa utilidad para eliminarlo de los espacios laborales. Por lo tanto, el objetivo final es que los espacios estén libres de piezas, documentos, muebles, herramientas rotas, desechos, etc., que no se requieren para efectuar el trabajo y que sólo obstruyen su flujo. (Gutierrez, 2010, pág. 110)
- ORDEN (Seiton) 2° Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar. Con la aplicación de esta segunda S habrá que ordenar y organizar un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar, de tal forma que minimice el desperdicio de movimiento de empleados y materiales. (Gutierrez, 2010, pág. 111)
- Limpieza (Seiso) 3° No limpiar más, sino evitar ensuciar. Esta S consiste en limpiar e inspeccionar el sitio de trabajo y los equipos para prevenir la suciedad implementando acciones que permitan evitar, o al menos disminuir, la suciedad y hacer más seguros los ambientes de trabajo. (Gutierrez, 2010, pág. 111)
- ESTANDARIZACIÓN (Seiketsu) Todos igual siempre. Estandarizar pretende mantener el estado de limpieza y organización alcanzado con el uso de las primeras 3 S, mediante la aplicación continua de éstas. (Gutierrez, 2010, pág. 112)
- DISCIPLINA (Shitsuke) Autodisciplina. Significa evitar a toda costa que se rompan los procedimientos ya establecidos. Sólo si se implementan la autodisciplina y el cumplimiento de normas y procedimientos adoptados será posible disfrutar de los beneficios que éstos brindan. La disciplina es el canal entre las 5 S y el mejoramiento continuo. Implica control periódico, visitas sorpresa, autocontrol de los

empleados, respeto por sí mismos y por los demás, así como una mejor calidad de vida laboral. (Gutierrez, 2010, pág. 112).

Six sigma

Seis Sigma (6σ) es una estrategia de mejora continua del negocio que busca mejorar el desempeño de los procesos de una organización y reducir su variación; con ello, es posible encontrar y eliminar las causas de los errores, defectos y retrasos en los procesos del negocio. En todo momento se toma como punto de referencia a los clientes y sus necesidades. La estrategia 6σ se apoya en una metodología fundamentada en las herramientas y el pensamiento estadístico. Asimismo, tiene tres áreas prioritarias de acción: satisfacción del cliente, reducción del tiempo de ciclo y disminución de los defectos.

La meta de 6σ , que le da el nombre, es lograr procesos con una calidad Seis Sigma, es decir, que como máximo generen 3.4 defectos por millón de oportunidades. Esta meta se pretende alcanzar mediante un programa vigoroso de mejora, diseñado e impulsado por la alta dirección de una organización, en el que se desarrollan proyectos 6σ a lo largo y ancho de la organización con el objetivo de lograr mejoras, así como eliminar defectos y retrasos de productos, procesos y transacciones. (Gutierrez & Vara, 2009, pág. 420).

Ciclo Deming

El ciclo, ruta o rueda de Deming, también conocido con la denominación de ciclo de Shewart, ciclo PDCA («plan-do-check-act») o ciclo PHVA (planificar-hacer-verificar-actuar), es uno de los pilares fundamentales para la planificación y la mejora de la calidad. Este ciclo actúa como una verdadera espiral, ya que al cumplir el último paso, según se requiera, se vuelve a reiniciar con un nuevo plan dando lugar así al comienzo de otro ciclo de mejora y consta de las siguientes fases (UNIT, 2009, pág. 9):

Planificar: establecer objetivos y procesos necesarios para conseguir resultados de acuerdo con las expectativas de los clientes y las políticas de la organización. La planificación consta de las siguientes etapas:

- Análisis de la situación actual o diagnóstico
- Establecimiento de principios y objetivos
- Fijación de los medios para lograr los objetivos
- Adjudicación de los recursos para gestionar los medios.

Hacer: implementar los procesos. Es ejecutar y aplicar las tareas tal como han sido planificadas.

Verificar: realizar el seguimiento y medición de los procesos y los productos respecto a las políticas, los objetivos y los requisitos para el producto, e informar los resultados.

Actuar: tomar acciones para mejorar continuamente el desempeño de los procesos, si hay que modificar el modelo, ello remite nuevamente a la etapa de planificación.

El ciclo se debe girar continuamente, de modo que al final se alcance el objetivo inicial establecido en la etapa. (UNIT, 2009, pág. 11)

Cartas de control P y U para atributos

La carta p (proporción de defectuosos) fue la primera carta de control que existió al ser propuesta por Shewhart mediante un memorandum el día 16 de mayo de 1924. Esta fecha marca el inicio del llamado control estadístico de procesos. En la carta p se monitorean las variaciones en la fracción o proporción de artículos defectuosos por muestra o subgrupo. Su propósito fundamental es la detección oportuna de causas especiales que puedan incrementar la proporción de productos defectuosos de un proceso. En general la herramienta avisa cuando se da un cambio significativo en este tipo de procesos, pudiendo ser un cambio deseable o indeseable en términos de los niveles de calidad. (Gutierrez & Vara, 2009, pág. 212)

La carta U analiza la variación del número promedio de defectos por artículo o

unidad de referencia. Se usa cuando el tamaño del subgrupo no es constante, se analiza la variación del número promedio de defectos por artículo o unidad, en lugar del total de defectos en el subgrupo. Así, en esta carta, un subgrupo lo forman varias unidades. (Gutierrez & Vara, 2009, pág. 222)

Línea de ensamble

Una línea de producción de ensamble que consiste en una secuencia de estaciones de trabajo donde las tareas de ensamble son desempeñadas por trabajadores. En cada estación una porción del contenido total del trabajo es desempeñada en cada unidad. Las partes básicas (sin trabajo realizado) se introducen en el comienzo de la línea a un intervalo regular y los trabajadores añaden componentes para progresivamente construir el producto. (Departamento de Ingeniería Industrial, 2013)

VI. Preguntas directrices

¿Qué procesos y actividades se desarrollan en el área de ensamble de la empresa?

¿Cuál es el nivel actual de calidad del producto final del área de ensamble?

¿Qué ocasiona los bajos niveles de calidad?

¿Qué mejoras pueden ayudar a aumentar la calidad de los procesos del área de ensamble?

VII. Métodos y Técnicas

Para el desarrollo integral de la presente investigación se definieron los métodos y herramientas que se debían ejecutar para el alcance de los objetivos establecidos.

7.1. Tipo de Enfoque

El enfoque cuantitativo usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías. (R. Hernández Sampieri, 2006, pág. 15).

Por su parte, la investigación cualitativa proporciona profundidad a los datos, dispersión, riqueza interpretativa, contextualización del ambiente o entorno, detalles y experiencias únicas. También aporta un punto de vista “fresco, natural y holístico” de los fenómenos, así como flexibilidad. (R. Hernández Sampieri, 2006, pág. 26).

El enfoque de una investigación es mixto cuando surge de la combinación de los otros dos enfoques (cualitativo y cuantitativo). (R. Hernández Sampieri, 2006, pág. 13).

La investigación tiene un enfoque mixto, cuantitativo dado que se recogerán y analizarán datos sobre variables de interés que se deben analizar, además que los resultados son numéricos, lo cual proporciona una mayor confiabilidad y precisión, cualitativo puesto que se busca describir los procesos ejecutados en el área de estudio.

Con ayuda de herramientas estadísticas se pueden analizar los puntos de interés tales como la productividad de los operarios y los aspectos referentes a la calidad final del producto, asimismo se hará uso de herramientas del paquete office para la flujogramación de los procesos con Visio.

7.2. Tipo de Investigación

Investigación estratégica: tiene como objeto entender los procesos relevantes para los sectores productivos, de modo que su comportamiento pueda ser predicho bajo una variedad de condiciones y subsecuentemente manipulados para crear o mejorar las tecnologías. (Jorge Tam Malaga, 2008, pág. 147)

El tipo de investigación es estratégica, centrada en encontrar mecanismos o estrategias que permitan lograr el objetivo de nuestra investigación mediante la aplicación de los conocimientos adquiridos a lo largo de nuestra formación académica, se desarrollarán los objetivos planteados con el propósito de mejorar los procesos del área de ensamble, se detallarán las actividades que se realizan en el área y a su vez se analizarán con el propósito de encontrar la raíz de los problemas actuales y ofrecer soluciones que beneficien a la empresa.

7.3. Universo

Una población o universo es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones (R. Hernández Sampieri, 2006, pág. 174)

El universo en el que se sitúa este trabajo investigativo es la empresa UMA Motors la cual cuenta con 63 colaboradores en la planta.

7.4. Muestra

Para el proceso cuantitativo la muestra es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos, y que tiene que definirse o delimitarse de antemano con precisión, éste deberá ser representativo de dicha población. (Sampieri, 2010, pág. 173)

Como muestra se tomó a 12 obreros de ensamble quienes son los que se encargan de ejecutar las actividades de las cuales se han detectado deficiencias.

7.5. Técnicas de recolección de datos

Se realizó observaciones a través de método de muestreo, los datos recolectados se analizaron e interpretaron por medio de las formulas y herramientas estadísticas aplicables a la situación.

Las técnicas para la recolección de datos utilizadas fueron:

- **Observación directa** a las actividades del proceso de ensamble realizadas por los operarios para de esta manera identificar los métodos más eficientes y los menos productivos.
- **Diagrama de flujo** se flujogramó el proceso de ensamble y las actividades contenidas en el, con ello se conseguirá identificar cuellos de botella, pasos innecesarios y círculos de duplicación de trabajo.
- **Recolección y análisis de datos:** obtenidos 'in situ' de las actividades de ensamble, relacionados con el actuar de los operarios, calidad de los productos e índices de productividad.

7.6. Matriz de operacionalización de las variables

Tabla 1

Matriz de operacionalización de las variables

Variable	Sub- variable	Indicador	Fuente	Técnica
Proceso	Tareas	Adecuada	Ensambladores /Supervisor de ensamble	Observación directa
		Inadecuada		Análisis de históricos
Sigma	Nivel sigma	Adecuado	Control de defectos mensual	Diagramas de flujo
		Regular		Observación directa
		Inadecuado		Análisis de datos históricos
Calidad	Causas del nivel de calidad	Mano de obra	Ensambladores/ Maquinaria/Local/Materiales	Análisis de nuestra
		Método		Observación directa
		Material		Herramientas de la calidad
		Medio Ambiente		Recolección y análisis de datos
Propuesta de mejora	Unidades en reproceso	Mejora	Indicador de defectos por línea Indicador de productividad	Recolección y análisis de datos estadísticos
		No mejora		Observación directa

Fuente Propia

VIII. Análisis y discusión de resultados

8.1. Caracterización el proceso del área de ensamble mediante diagramas y flujogramas

Para lograr alcanzar un análisis integro de la situación actual de la empresa en estudio es necesario en primer lugar la caracterización de las actividades, por lo tanto se debe establecer la secuencia lógica de las tareas. "Proceso es el conjunto de actividades relacionadas y ordenadas con las que se consigue un objetivo determinado". (Guerrero, 2008, pág. 4).

El proceso de ensamble comprende un conjunto de actividades relacionadas a la incorporación de piezas a un ente central (motor y chasis) las cuales son realizadas de manera sistemática.

Para entender de mejor manera el ensamble, se debe mencionar que las piezas a colocar o instalar están contenidas dentro del embalaje en el que viene la motocicleta, por lo que no es necesario tener en inventario piezas adicionales para poder llevar a cabo el armado de la misma, cada caja, en su mayoría de modelos, contiene dos motocicletas y sus respectivas piezas.

La motocicleta, además, se encuentra protegida por una armazón de metal. La misma protege al vehículo de abolladuras, golpes o rayones, protege las piezas y accesorios a ser ensamblados y le da fijación a la motocicleta.

Las piezas y accesorios, son protegidos por empaques plásticos así como su respectiva caja contenedora de cartón lo que hace poco común la aparición de defectos de fábrica, por lo tanto no se hace una revisión previa tan minuciosa de las partes a ensamblar.

En general, para cualquier modelo de motocicleta, el proceso de ensamble comprende los siguientes pasos:

Inicialmente, se extrae el empaque. Luego, se extraen las piezas y accesorios y son enviados a las estaciones a las que corresponden, posteriormente las partes pre ensambladas son subidas con un tecla a la línea de ensamble para iniciar el proceso

de ensamble por estaciones.

Posterior al proceso de ensamble, se llena una hoja inspección general de la moto, se identifican las anomalías en el funcionamiento de la misma, en caso de haberlas.

Lo anterior se hace con el fin de que en caso se encontrara algún error de ensamble o de fábrica en el proceso de chequeo de las motocicletas, se envíe a reproceso para que se haga la corrección que fuese necesaria. Una vez analizado el proceso de ensamble es caracterizado mediante un diagrama de bloques, que nos permite observar esquemáticamente cada proceso que conforma el sistema de producción:

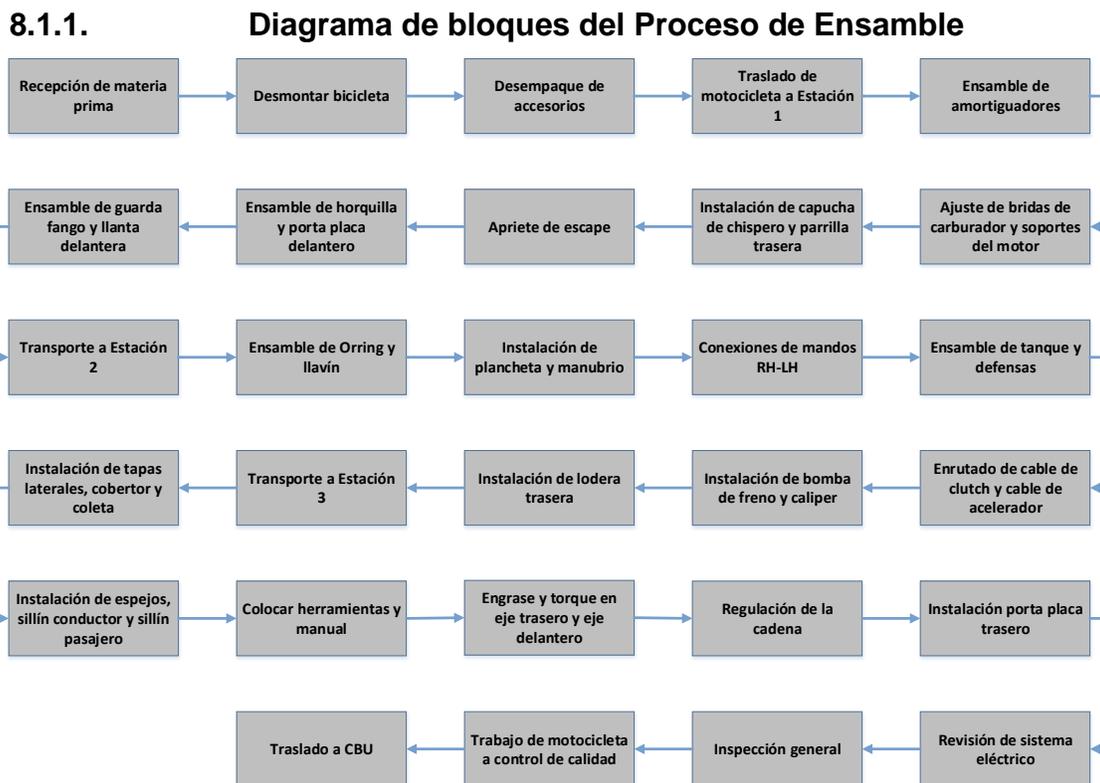


Figura 1. Diagrama de bloques del proceso de ensamble
Fuente propia

El diagrama de bloques es útil para representar gráficamente los sistemas de control dinámicos y es utilizado ampliamente en el análisis y diseño de los sistemas de

control. (Ogata, 2003).

Luego de esquematizar en orden los procesos del sistema, es fundamental para el análisis de los procesos la representación gráfica incluyendo una clasificación de actividades mediante el uso de un flujograma. Este permite, además de observar esquemáticamente las actividades o procesos del sistema, tener una clasificación y función de las actividades en el proceso.

8.1.2. Flujograma de proceso de Ensamble

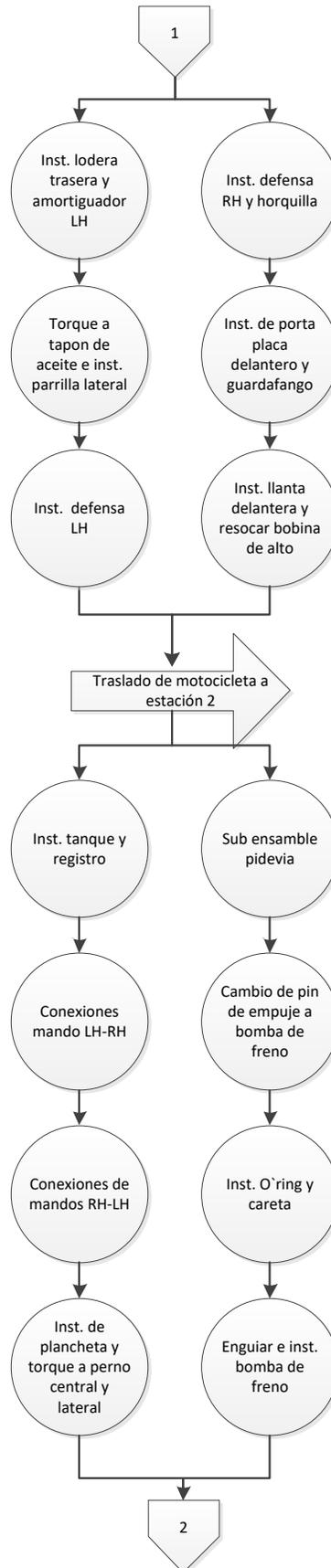
Esta herramienta de análisis es una representación gráfica de los pasos que se siguen en una secuencia de actividades que constituyen un proceso o un procedimiento.

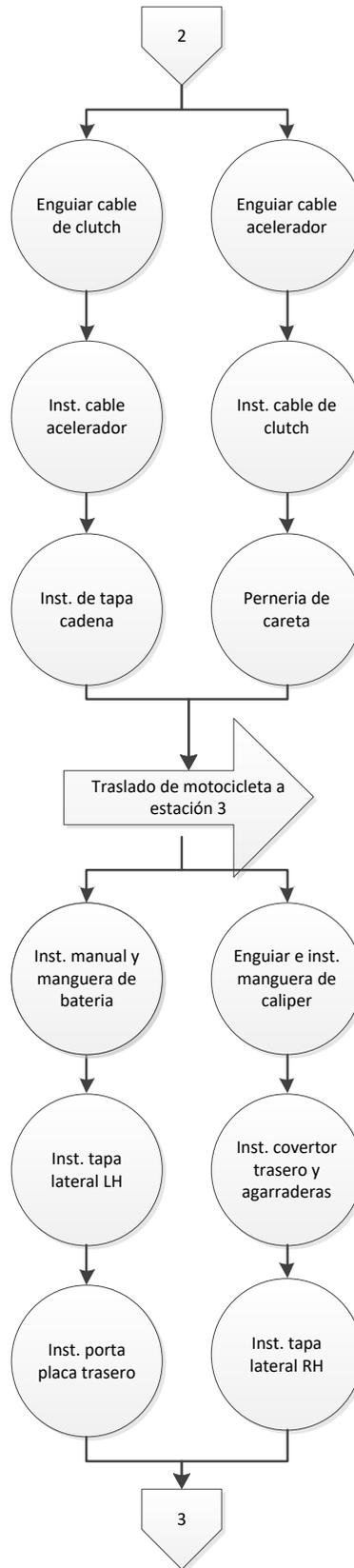
Con fines analíticos y como ayuda para descubrir y eliminar ineficiencias, es conveniente clasificar las acciones que tienen lugar durante un proceso dado en cinco categorías, conocidas bajo términos de operaciones, transporte, inspecciones, retrasos o demoras y almacenes. (Criollo, 1998, pág. 42)

La elaboración del flujograma se realizó utilizando la metodología ISO 9000 debido a su gran adaptabilidad a cualquier proceso, ya sea administrativo u operativo.

Se muestra el flujograma para el proceso actual de ensamble a continuación:

FIGURAS





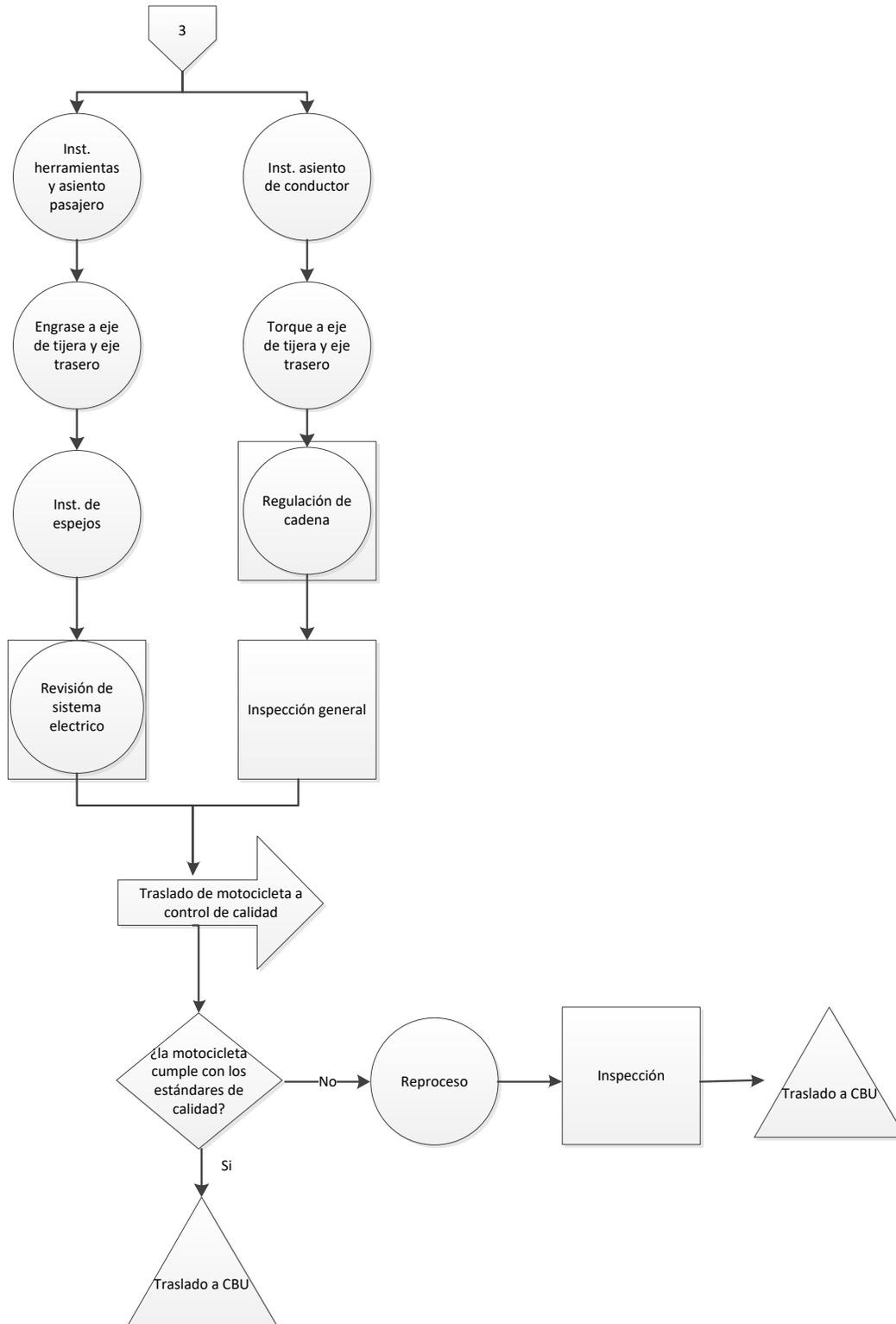


Figura 2. Flujograma del proceso de Ensamble.

Fuente propia

Tabla 2

Leyenda de diagrama de flujo Norma ISO9000

Simbología	Cantidad	Actividad
	1	Entrada de bienes que ingresan al proceso
	39	Operaciones. Fases del proceso
	2	Inspección.
	2	Operación e inspección
	1	Decisión.
	6	Transportación.
	3	Conector. Representa un enlace.
	1	Almacenamiento.

Fuente Propia

Como se puede observar el proceso consta de 19 operaciones fijas y 1 alternativa que es reproceso, además cuenta con una entrada y finaliza con el almacén de CBU, cuenta con cuatro traslados, una decisión, una acción combinada de inspección con operación, y una inspección.

Con la elaboración del flujograma se puede determinar preliminarmente que este proceso al cumplir un modelo de estaciones donde para finalizar un producto debe ser trabajo por distintos operarios es necesaria la incorporación de más de procesos de inspección en el fin de cada estación para de esta manera reducir al mínimo la cantidad de motos que deban ser enviadas a reproceso.

Ahora bien, el flujograma nos permite analizar el proceso de acuerdo a las actividades o procesos que se realizan en el sistema. Es una forma de esquematizar el sistema de manera que su comprensión sea más fácil. Pero es necesario analizar el proceso desde antes que dé comienzo el sistema productivo, puesto que no se sabe si ciertos problemas en los sistemas productivos ocurren debido a variables externas del proceso de ensamble.

Para poder analizar el proceso desde sus entradas hasta las salidas al CBU, es necesario poner en práctica una herramienta de calidad conocida como SIPOC, que consiste en detallar cada una de las entradas y salidas en dependencia de los proveedores que intervienen dentro del sistema productivo

El SIPOC permite observar y analizar los procesos de manera más amplia, pues se enfoca no solo en el proceso productivo, sino en los proveedores, entradas, requerimientos establecidos, proceso, salida y cliente.

Teniendo todos estos datos podemos construir Diagrama SIPOC del proceso de ensamble en la empresa UMSA:

8.1.3. SIPOC del proceso de ensamble

Tabla 3. SIPOC del proceso de ensamble de la empresa

Diagrama SIPOC

Empresa	Grupo UMA	Proceso	Proceso productivo del área de ensamble	Elaborado por	Br. Lauren PARRALES Betancour Br. Álvaro PINEDA Cruz Br. Obed VEGA Gutiérrez
Proveedores	Entrada	Requerimientos	Proceso	Salida	Cliente
Materia Prima (BAJAJ)	Cajas con piezas de motocicletas para el ensamble	Cumplir con la entrega de cajas en tiempo y forma	Recepción de materia Prima	Piezas para el ensamble de motocicletas	Área de producción
Proveedor del local	Nave para instalaciones	Acuerdos mutuos de pago			UMA
Proveedor de Electricidad	Energía eléctrica para el funcionamiento de la planta	Mantener un flujo eléctrico constante para evitar daños de quipos y paros por averías	Proceso de Ensamble	Motocicleta ensamblada a espera de inspecciones	Área de control de Calidad
Proveedor de agua (Parque industrial Saratoga)	Servicio de agua				
Recursos humanos	Personal de producción	Cumplir con las normas y políticas de la empresa Comprometerse con el desarrollo de la empresa a partir de			



		la participación en el cumplimiento de metas			
Proveedor de equipo de protección	Guantes Botas Cinturón de fuerza	Cumplir con la fecha de entrega de los equipos en tiempo y forma			
Proveedor de herramientas de trabajo		Cumplir con la entrega de herramientas de trabajo en tiempo y forma			
Área de ensamble	Motocicleta para pruebas de calidad	Cumplir con los estándares de ensamble establecidos	Pruebas de calidad	Producto final (motocicleta)	CBU
Proveedor de mantenimiento	Mantenimiento correctivo Mantenimiento preventivo	Establecer días exactos para los correspondientes mantenimientos de tal forma que no se vea afectada la producción de la empresa	Realización de los correspondientes mantenimientos		Área de producción

Fuente Propia

SIPOC es una herramienta que permite visualizar al proceso de manera sencilla y general. Este esquema puede ser aplicado a los procesos de todos los tamaños y a todos los niveles, incluso a una organización completa. (Arturo Tovar, 2007).

En el diagrama podemos ver una panorámica general del proceso, están incluidos todos los proveedores que influyen en el proceso de producción, desde el proveedor de materia prima BAJAJ, proveedor principal para el funcionamiento de la empresa.

Teniendo en cuenta que es importante analizar el sistema no solo por el proceso sino también por el entorno y todo lo que influye para que sistema funcione correctamente y mejore como es debido, se necesita la construcción de un mapa de procesos que permita ver cómo se clasifican los procesos del sistema.

8.1.4. Mapa de proceso para el sistema de ensamble

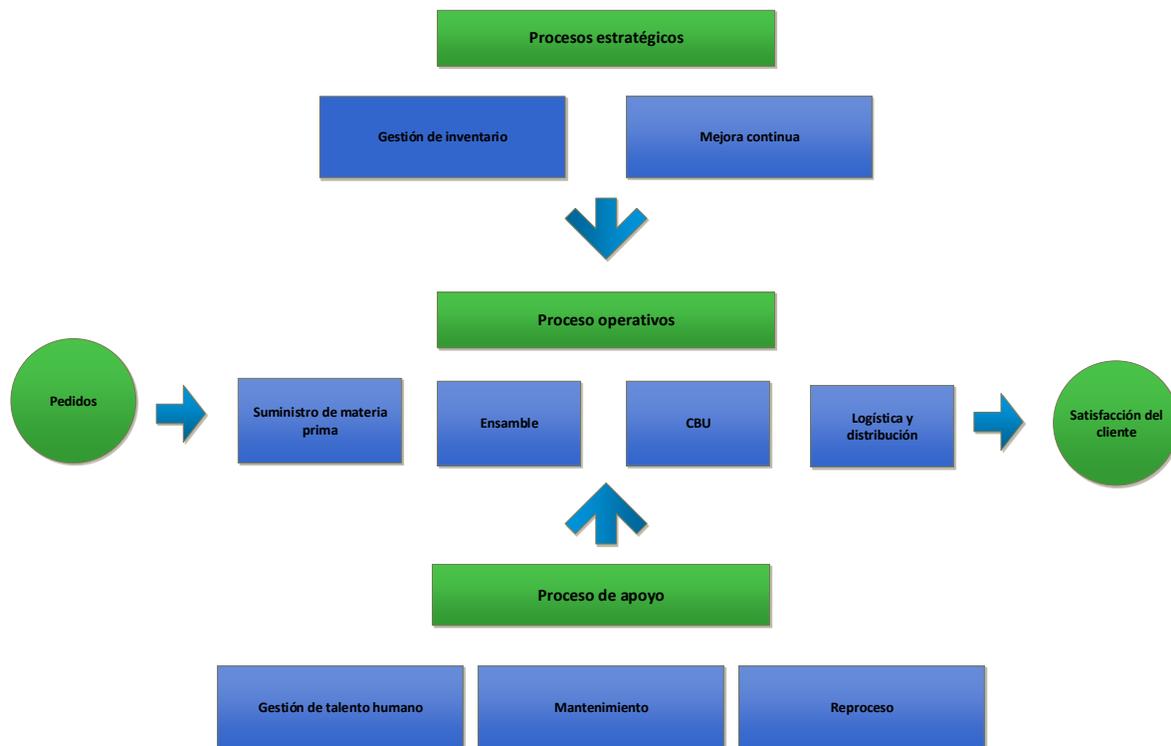


Figura 3. Mapa de proceso
Para el área de Ensamble.
Fuente propia

Es una visión de conjunto, holística o “de helicóptero” de los procesos. Se incluyen

las relaciones entre todos los procesos identificados en un cierto ámbito. Une los procesos segmentados por cadena, jerarquía o versiones. Vital contar con un glosario de términos en la organización, especialmente de los verbos empleados para describir procesos y actividades, así todos entienden lo mismo. Se usan dos tipos de mapas, global (de toda la organización) y de ámbito, este última aporta mayor detalle. (Carrasco, 2008, pág. 37)

Y otro de los diagramas que nos permite definir los procesos en el sistema de ensamble en la empresa es la Cadena de Valor, que permite centrarnos en aquellas actividades que forman la base para que la empresa se mantenga funcional y en operación, y que a su vez es la que la mantiene como una empresa competitiva en el mercado.

8.1.5. Cadena de valor Grupo UMA

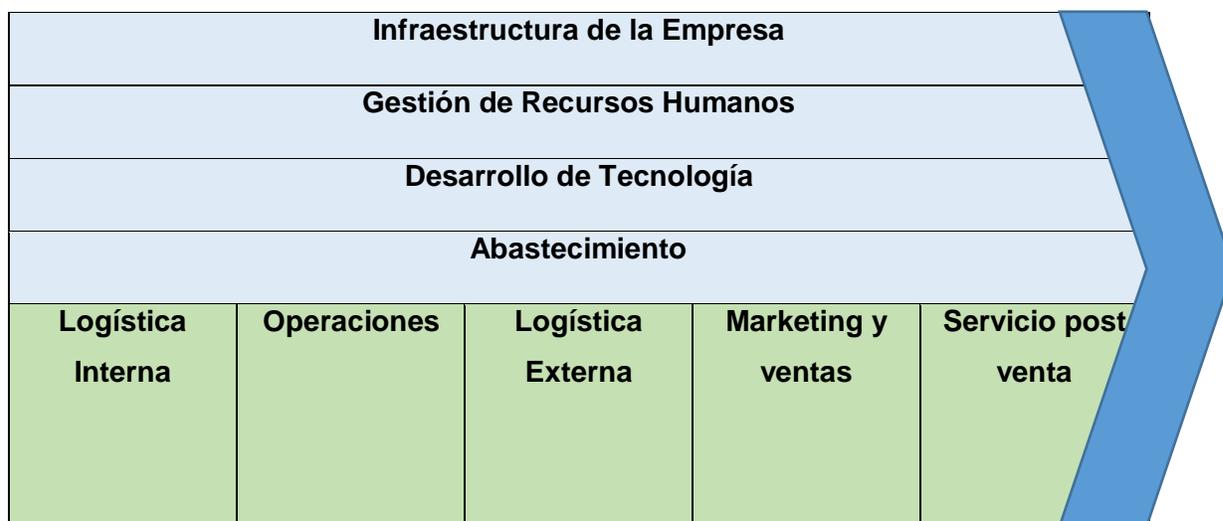


Figura 4. Cadena de valor de la empresa.

Fuente propia

La cadena de suministro de una empresa (conocida a veces como la cadena de valor) es un conjunto de eslabones, conectados unos con otros, que se establece entre proveedores de materiales y servicios, y abarca los procesos de transformación mediante los cuales las ideas y materias primas se convierten en bienes y servicios terminados para proveer a los clientes de una compañía. Una

decisión clave que examinaremos aquí es la selección de las partes de la cadena que están destinadas al suministro interno, y la mejor forma de llevar a cabo estos procesos. (Krajewski, 2000).

Las actividades de apoyo y primarias que permiten que la empresa produzca, sea rentable y competitiva se detallan a continuación:

1. Actividades de apoyo:

- **Infraestructura de la empresa:** La empresa, a pesar de no poseer un local propio, contiene una gran infraestructura basada en las normas y políticas que rigen cada una de las operaciones realizadas en la institución, además posee valores y principios que construyen un ambiente laboral agradable, lo que resulta beneficioso para el desempeño de las actividades a nivel grupal. Un buen ambiente laboral y teniendo bases y principios sobre el trabajo en equipo permiten tener claro los objetivos planificados y las responsabilidades que estos conllevan (metas productivas, objetivos financieros y contables, etc) a tal punto de que todos puedan cooperar y retroalimentarse entre sí. Una de las características que permiten que esto sea posible son actividades de comunicación que permiten conocer inquietudes, problemas y a la vez soluciones .
- **Gestión de Recursos Humanos:** La empresa posee programas de reclutamiento dirigido por recursos humanos que se encarga de evaluar las características, principios, valores y metas de las personas que aplican a puesto de pasante o bien a alguna vacante de trabajo. También se miden las habilidades que poseen, a fin de que estos puedan desarrollarse y desenvolverse en la empresa.
Las personas que son seleccionadas se son llamadas a un proceso de inducción donde se les da a conocer las metas, valores políticas y normas de la empresa, procesos, etc.
- **Desarrollo de tecnología:** La empresa busca constantemente información referida a la mejora de sistemas productivos, a fin de poder ofrecer a los clientes productos de mayor calidad. Se analizan los métodos y tiempos de



producción para poder determinar variables que pueden ser mejoradas, de tal forma que se pueda responder con mayor eficiencia y eficacia a los estándares planteados por el mercado.

- Compras: Las actividades de abastecimiento o compra están centradas en conseguir la materia prima y los equipos para poder producir. En este caso se realizan planificaciones junto con logística externa para planificar la compra de materia prima, de tal forma que pueda ser recibida en tiempo y forma. Tenemos un proveedor de materia prima de confianza que realiza las entregas en tiempo y forma, y con la calidad requerida para producir con calidad.
2. Actividades primarias:
- Logística Interna: En este proceso nos encargamos de hacer una planificación de inventario y recepción de materia prima de tal forma que podamos contar con los materiales requeridos para poder producir. También se realiza un control de inventario. En este proceso es importante tener una comunicación fija con el área de compras para poder expresar a tiempo que día deben realizarse las compras de materiales.
 - Proceso: En esta fase, se integran todas las actividades que forman parte del sistema productivo. La empresa está interesada en producir a tiempo y cumplir con los pedidos en tiempo y forma, y con la calidad necesaria para cumplir con el mercado, por eso es importante relacionar esta fase con la mejora de tecnologías. Las actividades comprendidas en esta área están detalladas en la figura 2 en el flujograma de procesos.
 - Logística Externa: Las actividades realizadas en esta fase comprenden todas las actividades relacionadas con el almacén final y la salida de productos, a fin de que no haya saturación del almacén de productos terminados. Se planifica de acuerdo a los pedidos. Cuando el producto final sale del almacén es transportado a los CBU para su distribución y venta.
 - Marketing y ventas: La empresa cuenta con estrategias de mercado y ventas, primeramente es una de las pocas empresas ensambladoras en el país, por lo que el mercado es amplio. Poseemos promociones atractivas para

nuestros clientes. En cuanto a las ventas, la planta produce y entrega el producto terminado a puestos de ventas propios y otras distribuidoras de motocicletas.

- Servicios de post venta: La empresa también ofrece servicio de post venta a los clientes, este está basado en la realización del mantenimiento de la motocicleta que el cliente ha adquirido.

8.2. Diagnosticar el nivel de calidad actual del área de ensamble

Para realizar un diagnóstico del nivel de calidad fue necesario obtener los datos de los hallazgos de defectos en las motos, para ello se solicitó el indicador de defectos por línea del mes de enero de 2019, en él está contenido el número de defectos encontrados y la descripción de los mismos.

A solicitud del Gerente de Planta se realizó este diagnóstico con la herramienta six sigma, la cual “es una estrategia de mejora continua del negocio que busca mejorar el desempeño de los procesos de una organización y reducir su variación; con ello, es posible encontrar y eliminar las causas de los errores, defectos y retrasos en los procesos del negocio” (Gutierrez & Vara, Control estadístico de la calidad y seis sigma, 2009, pág. 420).

Se utilizó el método de productos conformes/no conformes, debido a que un defecto en la moto automáticamente la descarta para la venta, es decir, no cuenta con una especificación superior o inferior, sino que, es apta o no es apta.

A continuación, se muestra el cálculo del nivel sigma del proceso de ensamble:

8.2.1. Nivel de Sigma del proceso de ensamble

Tabla 4

Nivel de Sigma del proceso de ensamble

Calculo del nivel sigma del proceso. Para productos Conformes/No conforme Ensamble Enero 2019	
1. Número de unidades procesadas N=	205
2. Posibilidades de encontrar el defecto=	100%
3. Numero de defectos detectados D=	53
4. Porcentaje de Defectos $DPU=D/(N \times O)$	25.9%
5. Productividad (Rto. del proceso) $=(1-DPU) \times 100$	74.1%
6. Nivel sigma del proceso =	2.15
7. Rendimiento	74.0%
8. DPMO	11419050.6%

Fuente propia

1. Número de unidades procesadas: Número de unidades que se ha procesado en el periodo estudiado.

2. Porcentaje de posibilidades de encontrar el defecto: Porcentaje de productos que se han medido o verificado para detectar si son conformes o no; en el caso del ensamble de las motos la probabilidad de que salga algún producto defectuoso es del 100% puesto que todas las motos son inspeccionadas por control de calidad.

3. Número de defectos detectados: en las mediciones o verificaciones que se han hecho.

4. El Porcentaje de defectos: Son las probabilidades de que el producto salga defectuoso.

5. Productividad (o Rendimiento del proceso): nos marca las probabilidades de que el producto salga conforme.

6. Nivel de calidad sigma del proceso: Te dice el número de desviaciones típicas que tu proceso puede aceptar para que tu producto sea conforme.

7. Rendimiento del proceso: Se obtiene a partir del nivel sigma del proceso, es directamente proporcional a la productividad del mismo.

8. DPMO: Defectos Producidos por Millón de unidades, es una estimación de la cantidad de defectos que debemos esperar para el producto medido por millón.

El proceso de ensamble presenta un nivel sigma de 2.15 el cual es muy bajo, lo que confirma que el proceso no está centrado ocasionando demasiados defectos que obligan a enviar un gran número de motos a reproceso.

Cuando un proceso está por debajo de las 3 sigmas significa que “el proceso no es adecuado para el trabajo. Es necesario un análisis del proceso. Requiere de modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria” (Pulido, 2013), de esta manera se diagnostica que el proceso de ensamble está muy descentrado y es necesaria la puesta en marcha de acciones correctivas orientadas a la mejora continua de los procesos.

También podemos medir la calidad de los procesos del área de ensamble mediante la construcción de cartas de control que nos permitan observar gráficamente el comportamiento del sistema de producción mediante datos históricos.

Cabe destacar que debido a que las motos presentan defectos no medibles, se usan cartas de control por atributos para poder realizar los análisis correspondientes.

Para poder realizar esta carta primeramente se desarrolló una tabla donde se muestran las unidades defectuosas por lote de producción para los meses de enero y febrero.

8.2.2. Cartas de control de calidad del proceso de ensamble:

Lote de producción y defectos en el mes de enero:

Tabla 5

Lotes de producción en el mes de enero

Lotes de producción	Unidades producidas	Error por ensamble	Errores de fabrica	Total error
1	52	24	11	35
2	47	6	11	17
3	21	4	4	8
4	42	10	2	12
5	30	9	5	14
6	13	0	2	2
Total	205	53	35	88

Fuente propia

Lote de producción y defectos en el mes de febrero:

Tabla 6

Lotes de producción en el mes de febrero

Lotes de producción	Unidades producidas	Error por Ensamble	Error de fabrica	Total error
1	37	4	18	22
2	38	1	15	16
3	35	7	12	19
4	23	1	5	6
5	4	0	1	1

6	11	3	2	5
7	35	11	11	22
8	20	5	10	15
Total	203	32	74	106

Fuente propia

Como se puede observar para ambos meses, los lotes de producción no son constantes y además la variación entre cada lote es muy grande, por lo tanto, tenemos solamente dos tipos de cartas a desarrollar. La primera es la carta de control p con límites variables enfocada al análisis de la proporción de defectos y la segunda es la carta de control u con límite variable dirigida al análisis del número de defectos por unidad en un subgrupo.

A continuación, se muestran las cartas de control p con límites variables para cada mes:

FIGURAS

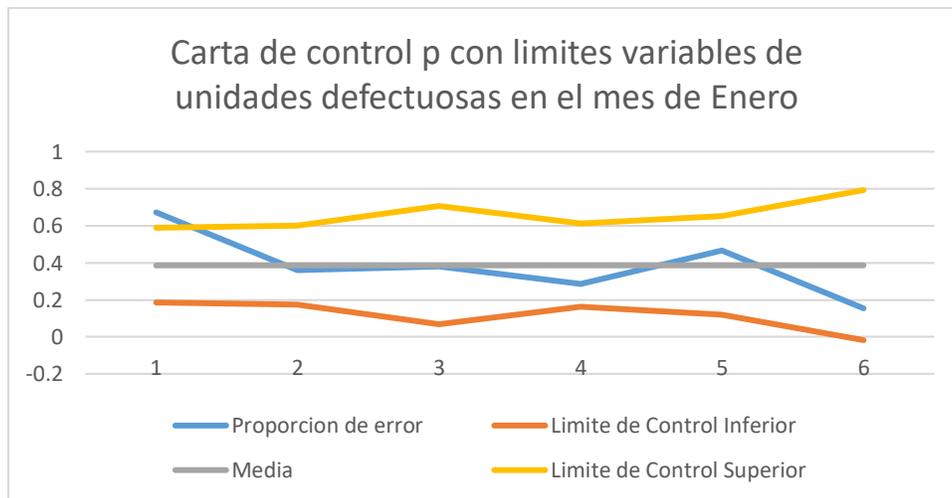


Figura 5. Carta de control de calidad p de unidades defectuosas en el mes de Enero

Fuente propia

En esta tabla se puede observar que el primer dato esta fuera de los limites, lo cual hace hincapié en que el porcentaje de error obtenido por unidad es demasiado alto en correspondencia con las unidades producidas en ese lote, dado que hubo un alto número de productos defectuosos. Por lo cual se aconseja tomar medidas ya que es índice de un mal control de los procesos de producción.

FIGURAS

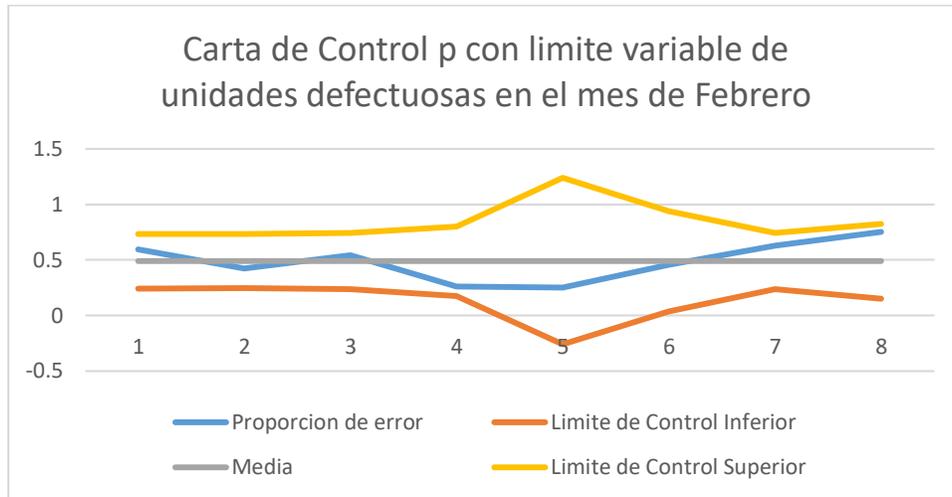


Figura 6. Carta de control de calidad p de unidades defectuosas en el mes de febrero.

Fuente propia

Para el mes de febrero se observó que no hay ningún valor fuera de los límites superior e inferior. Esto es índice de que para este mes los errores obtenidos representaban un bajo porcentaje de los lotes producidos. Dado esto se constata que para el mes de febrero el proceso productivo fue controlado como es debido.

Otra carta de control que se elaboró es la carta de control u con límites variables, con la cual se analizó el porcentaje de error correspondiente de todo el lote a una sola unidad de producción.

A continuación, se presentan las cartas de control u correspondiente a ambos meses:

FIGURAS

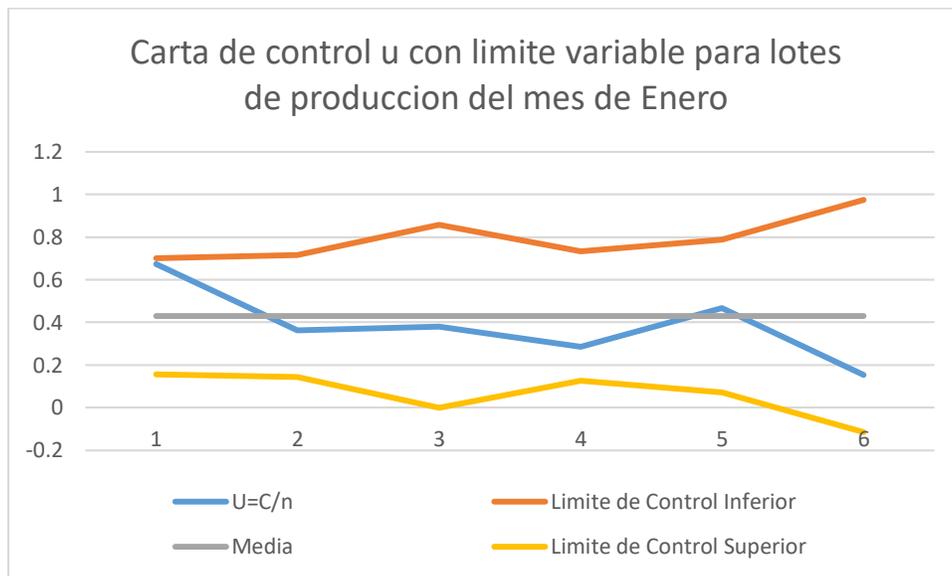


Figura 7. Carta de control de calidad u para el mes de Enero.

Fuente propia

FIGURAS

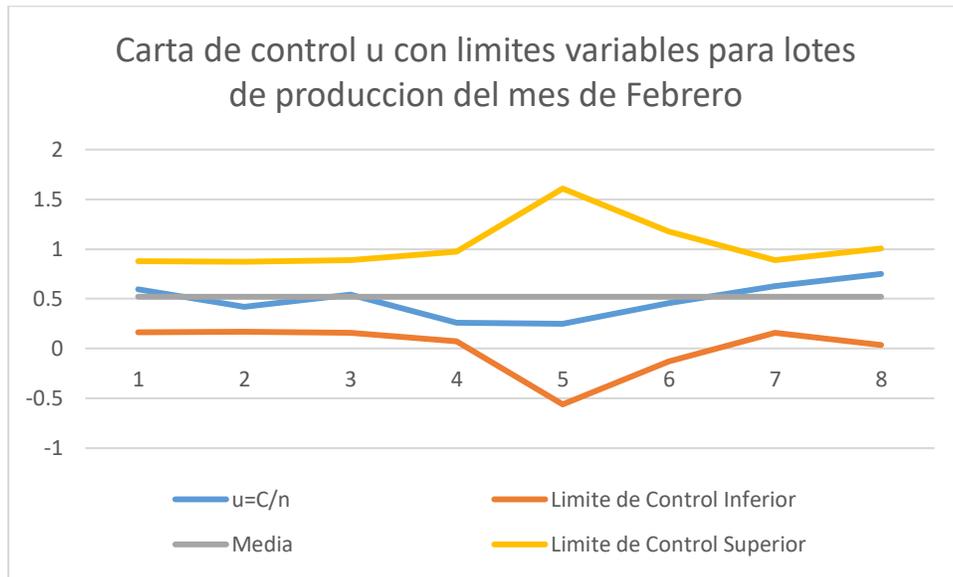


Figura 8. Carta de control de calidad u para el mes de febrero.

Fuente propia

Para ambos meses se puede comprobar que los porcentajes de error correspondientes por unidad no salen fuera de los límites, pero vemos un descontrol o variación ya que tenemos altibajos de los porcentajes en relación con el error promedio. Esto indica que no hay que tomar medidas de forma apresurada, pero el sistema necesita ciertas mejoras.

Analizando ambas tablas vemos que casi no existen porcentajes de errores por lote, o número de errores por lote que superen lo establecido, aun así, en cada una de las gráficas se observa que no hay una regularidad de errores, es decir, siempre hay altibajos, y los datos no están centralizados, lo cual es índice de que se están cometiendo ciertos errores en el sistema productivo y que las supervisiones y controles no se están realizando como es debido. Expresado de otra manera, es necesario mejorar la supervisión y control del sistema productivo a fin de poder mitigar los altibajos y tener un sistema más efectivo y eficaz.

8.3. Determinar las causas del bajo nivel de calidad del área de ensamble.

Para hacer un correcto análisis de los niveles de calidad de un proceso es necesario la aplicación de herramientas de la calidad, en esta investigación se utiliza el diagrama de Pareto y el diagrama de Ishikawa.

8.3.1. Diagrama de Pareto.

El diagrama de Pareto (DP) es un gráfico especial de barras cuyo campo de análisis o aplicación son los datos categóricos cuyo objetivo es ayudar a localizar el o los problemas vitales, así como sus causas más importantes. (Gutierrez,2010, pág. 179)

Para la construcción del diagrama de Pareto fue necesaria la caracterización de los defectos encontrados, siempre con los mismos datos del mes de enero y del mes de febrero. Se realizaron cuatro gráficos de Pareto, uno macro donde están agrupados por conjuntos de defectos similares y otro micro donde están los distintos hallazgos y uno micro donde se detallan los errores que ocurrieron en los lotes para cada mes. A continuación, se muestran las tablas y los gráficos:

Tabla 7

Macro clasificación de los errores en el proceso de ensamble del mes de Enero

Fallas	Frecuencia	ACUM
1. Tornillos flojos, pernería mal ajustada	20	37.74%
2. Mal ensamble de accesorios o partes	19	73.58%
3. Cables mal enrutados	8	88.68%
4. Cables mal conectados	6	100.00%
Total	53	

Fuente propia



Tabla 8

Micro clasificación de los errores en el proceso de ensamble en el mes de Enero.

Micro clasificación de errores	Numero de errores	Acumulado
Clutch mal regulado	10	10.42%
Clutch mal Enrutado	9	19.79%
Regulador de acelerador flojo	9	29.17%
Flasher de carburador mal Enrutado	5	34.38%
Perno de tapa de cadena trasrocado	5	39.58%
Salpicadera delantera floja	5	44.79%
Falta hule de tapa LH	4	48.96%
Falta porta placa trasero	4	53.13%
Pernos de cobertor LH flojo	4	57.29%
Manecia de arranque se pega	4	61.46%
Falta de perno en asiento de conductor	4	65.63%
Faltan pernos de tapa de cadena LH	3	68.75%
Llanta delantera floja	3	71.88%
Salpicadera trasera floja	3	75.00%
Se pega pedal de cambio	3	78.13%
Tuerca de cable de acelerador floja	2	80.21%
Manguera de valvula SAI desconectada	2	82.29%
Brida metalica de defensa floja	2	84.38%
Pernos de careta flojos	3	87.50%

Cable de acelerador mal puesto	2	89.58%
Manecia LH floja	2	91.67%
Orings de careta floja	2	93.75%
Bobina desconectada	1	94.79%
Cobertor trasero mal Enrutado	1	95.83%
Tornillo allen de chispero flojo	1	96.88%
Falta tapón de hule de parrilla lateral	1	97.92%
Se pega palanca de cambio	1	98.96%
Pernos de lodera trasera floja	1	100.00%

Fuente propia

Como se puede observar, para la elaboración del Pareto macro se agruparon los defectos en cuatro conjuntos, el conjunto con más participación en los hallazgos fue el de tornillos flojos, seguido de mal ensamble de accesorios y partes, se muestra a continuación:

FIGURAS

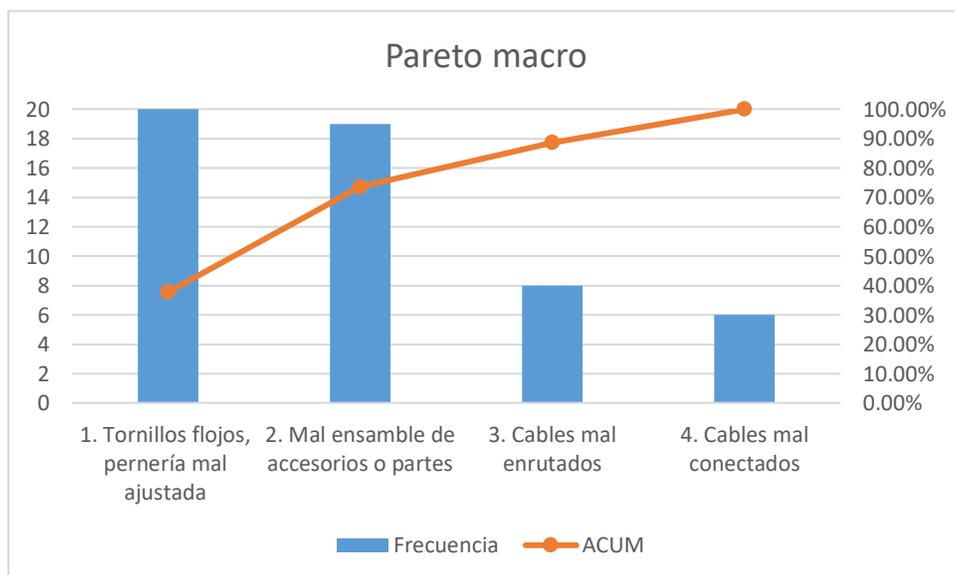


Figura 9. Pareto Macro de errores en el mes de enero

Fuente propia

El 80% de los defectos se encuentran entre el mal ajuste de tornillos y pernería y el mal ensamble de accesorios y partes, problemáticas que son imputables a la habilidad y/o capacidad de los obreros, sin embargo, este diagrama no demuestra de manera completa la verdadera problemática, por ello fue necesaria la elaboración de un Pareto micro, donde se realice el análisis por cada defecto, se observa a continuación:

FIGURAS

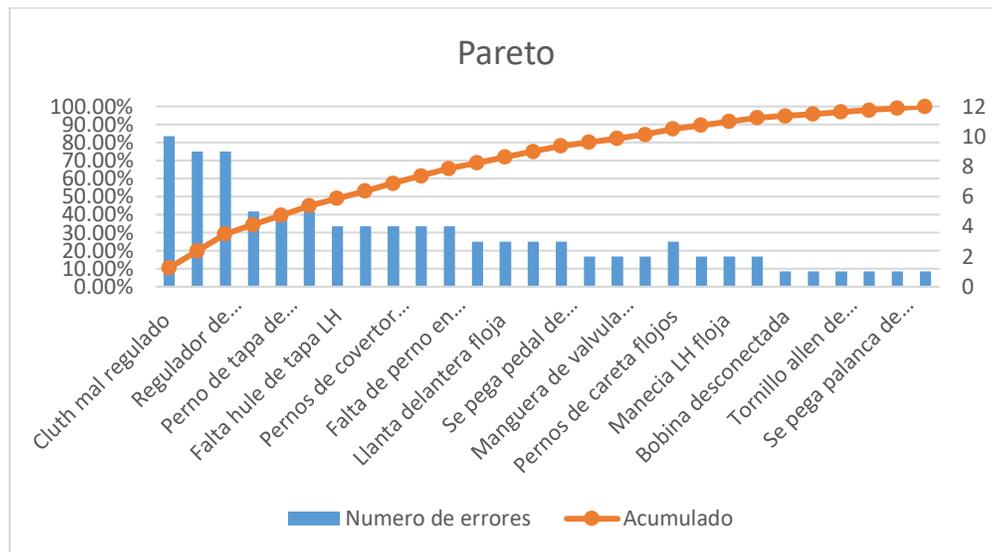


Figura 10. Pareto micro de errores en el mes de enero

Fuente propia

De igual manera se puede apreciar que los defectos más recurrentes están relacionados con mal ensambles o pernería floja, lo que nos arroja la primera conclusión, la debilidad en la calidad no está relacionada con la materia prima, sino con los operarios debido a que los defectos más representativos están ligados al método y no al material.

Para el mes de febrero, se presentan las siguientes tablas y graficas correspondientes a los errores que se digitaron en los lotes de producción:

Tabla 9

Macro clasificación de errores para el mes de febrero

Macro clasificación de errores	Numero de errores	Acum.
Mal ensamble de accesorios o partes	50	74.63%
Tornillos flojos /Pernería mal ajustada	17	25.37%

Fuente propia

Tabla 10

Micro clasificación de errores para el mes de febrero

Micro clasificacion de errores	Numero de errores	ACUM
Falta porta placa	7	10.45%
Llavin de tapa confundida	6	19.40%
Clutch bajo	6	28.36%
Carburador fuera de guia	5	35.82%
Se pega pedal de cambio	5	43.28%
Perno de lodera trasera traroscado	4	49.25%
Pechera RH floja	4	55.22%
Pechera LH pega en escape	4	61.19%
Pernos de bateria flojos	3	65.67%
Sin grasa en seguridad de asiento.	3	70.15%
Agarraderas traseras flojas	3	74.63%
Se pega luz de freno delantero	2	77.61%
Tuerca de defensa floja	2	80.60%
Tapa de cadena fuera de guia	2	83.58%
Regulador de acelerador flojo	2	86.57%

Linea de chicharra enredada	2	89.55%
Salpicadera delantera con doble arandela	1	91.04%
Salpicadera delantera floja	1	92.54%
Se pega palanca de cambio	1	94.03%
Manguera de dreno carburador pegada con bateria	1	95.52%
Lamina de seguridad de asiento floja	1	97.01%
Dreno de tanque enredado con linea de planta	1	98.51%
Rectificador desconectado	1	100.00%

Fuente propia

A continuación, se muestran los gráficos de Pareto correspondiente a ambas tablas de clasificación de los errores:

Figuras

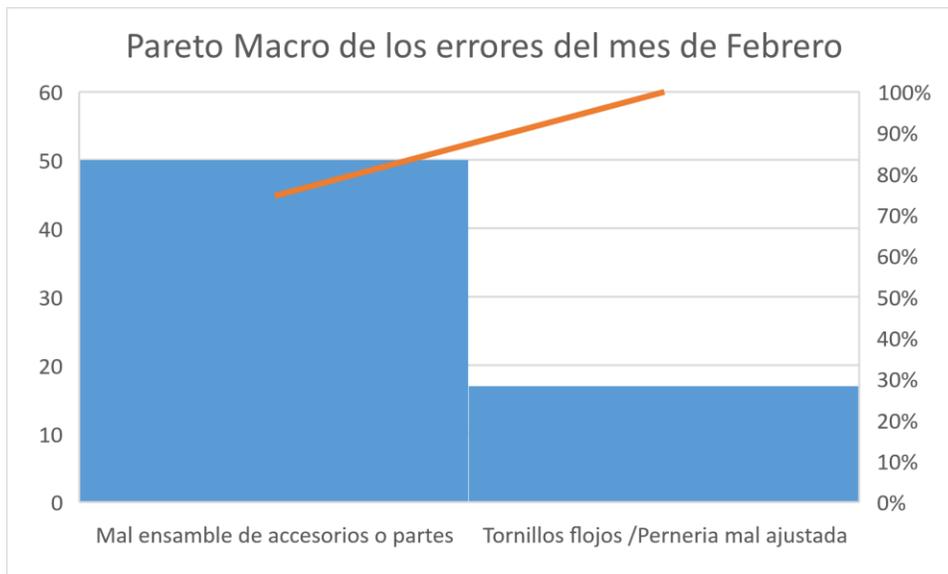


Figura 11. Pareto macro de errores del mes de febrero

Fuente propia.

Para el mes de febrero, de acuerdo a la clasificación de los errores en las tablas anteriores, los errores están centrados en un mal ensamble, este análisis se ve

respaldado por el parto macro de errores, donde es visible que el 80% de los errores está destinado a la clasificación de un mal ensamble de parte, y el otro 20% se enfoca en tornillos y pernería floja.

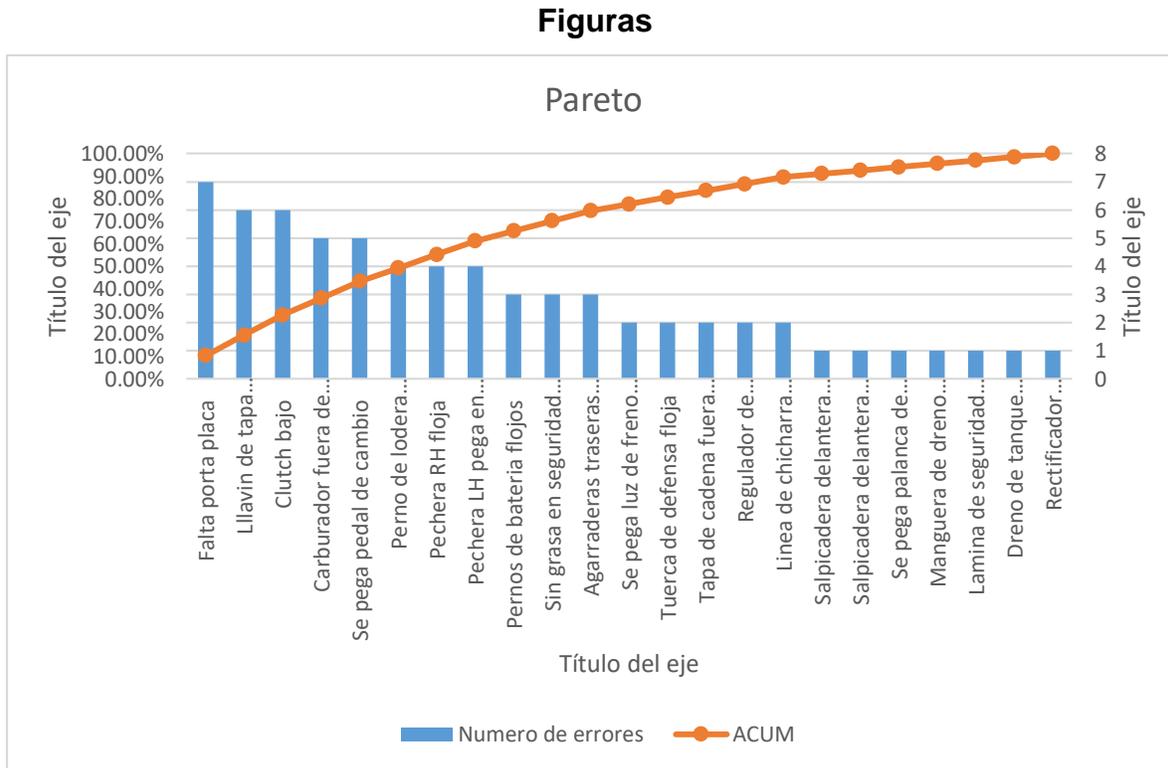


Figura 12. Pareto micro de errores del mes de febrero

Fuente propia.

De igual manera, se puede apreciar que la mayor presencia de errores está en la clasificación de mal ensamblaje, por lo que al igual que en el mes de Enero, se atribuye la causa de los errores al método utilizado para llevar a cabo el proceso de ensamble.

Para hacer un análisis más completo de las causas del reproceso es necesaria la aplicación de otra herramienta de control de calidad, que se enfoca en encontrar la raíz de los problemas. Se necesita encontrar las causas que perjudican el proceso de ensamble, a tal nivel de tener una gama de errores durante el proceso. Para

poder conocer las causas de este problema, se usa una herramienta conocida como Diagrama Ishikawa, el cual se presenta en la figura 12:

8.3.2. Diagrama Ishikawa

FIGURAS

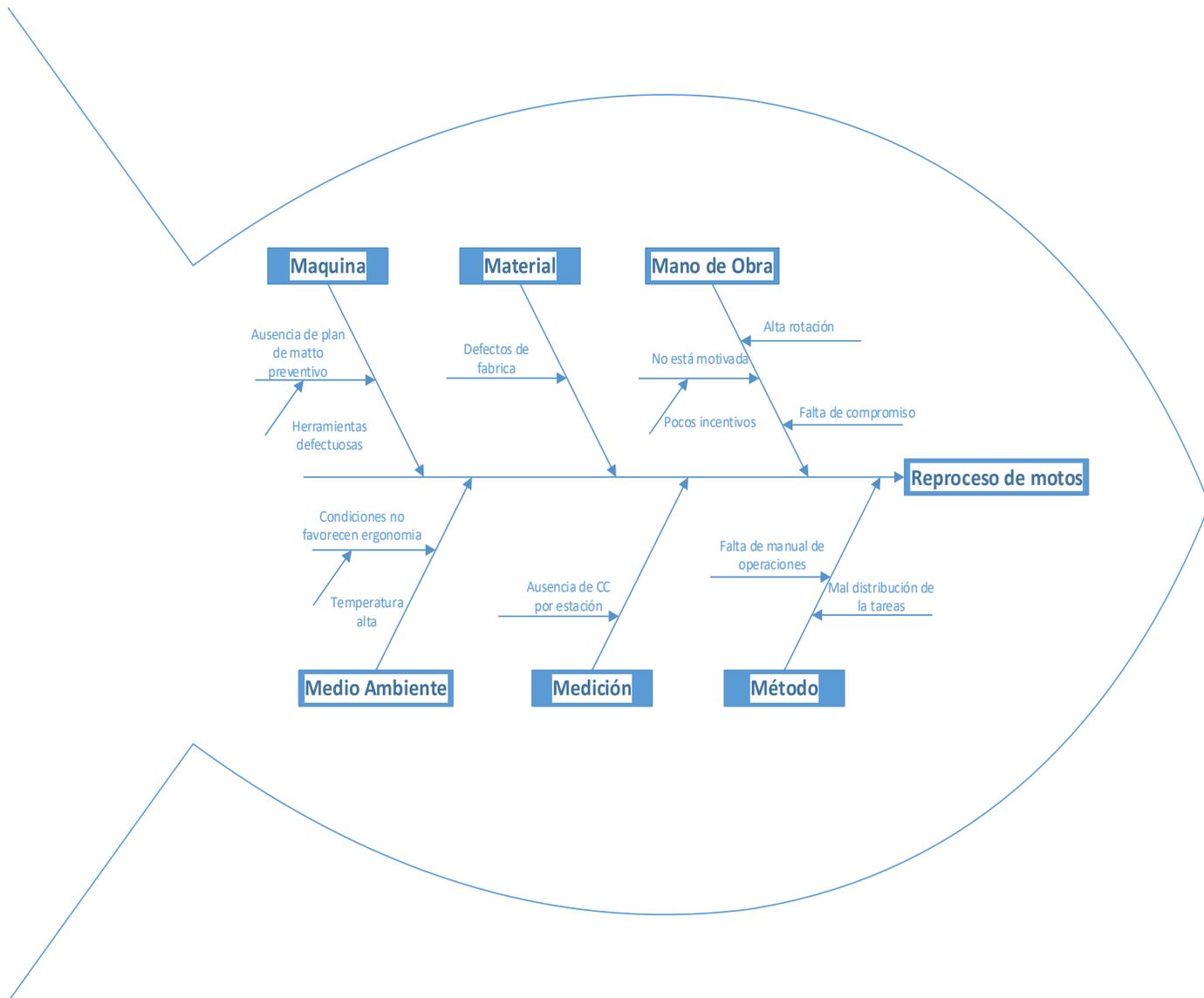


Figura 13. Diagrama Ishikawa del proceso de ensamble.

Fuente propia

El diagrama de Ishikawa permite apreciar, fácilmente y en perspectiva, todos los factores que pueden ser controlados usando distintas metodologías. Al mismo tiempo permite ilustrar las causas que afectan una situación dada, clasificando e interrelacionando las mismas. (UNIT, 2009, pág. 22)

El elemento que provoca la mala calidad en el proceso es principalmente la mano de obra, puesto que en términos generales cuentan con las condiciones mínimas de trabajo en lo que a ergonomía refiere, además, la piezas pre ensambladas que son enviadas por el proveedor suelen tener el nivel de calidad esperado, por lo tanto, la problemática radica en el colaborador, debido a que con el análisis de los defectos se pudo constatar que los errores suelen ser los mismo y con una frecuencia demasiado alta, lo que deja en evidencia una falta de atención a los detalles por parte de los ensambladores.

Esta deficiencia en los colaboradores se incrementa debido a que las tareas de producción no están distribuidas de manera equitativa, además de que no se cuenta con un manual de operaciones para estandarizar los métodos.

8.3.3. Eficiencia del equipo OEE

El concepto OEE nace como un indicador clave de desempeño asociado a un programa estándar de mejora de la producción TPM, midiendo la efectividad de las máquinas y líneas a través de un porcentaje combinando los tres elementos de la producción los cuales son disponibilidad, eficiencia y calidad.

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} * \text{Eficiencia} * \text{Calidad}$$

De manera que llevar un control a través del indicador OEE permite detectar los desperdicios, cuellos de botella, el rendimiento de operaciones y justifica cualquier decisión sobre posibles inversiones que beneficien el proceso cabe señalar que los operarios se familiarizaran con los aspectos técnicos del equipo.

Los resultados se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 11

Cálculos de OEE para el mes de Enero

Indicadores de eficiencia de equipo	9/1/2019	10/1/2019	11/1/2019	23/1/2019	24/1/2019	29/1/2019
Disponibilidad	100%	100%	56%	100%	67%	22%
Eficiencia	93%	87%	70%	93%	56%	81%
Calidad	23%	49%	62%	67%	40%	85%
OEE	21%	43%	24%	62.22%	14.81%	15%

FIGURAS

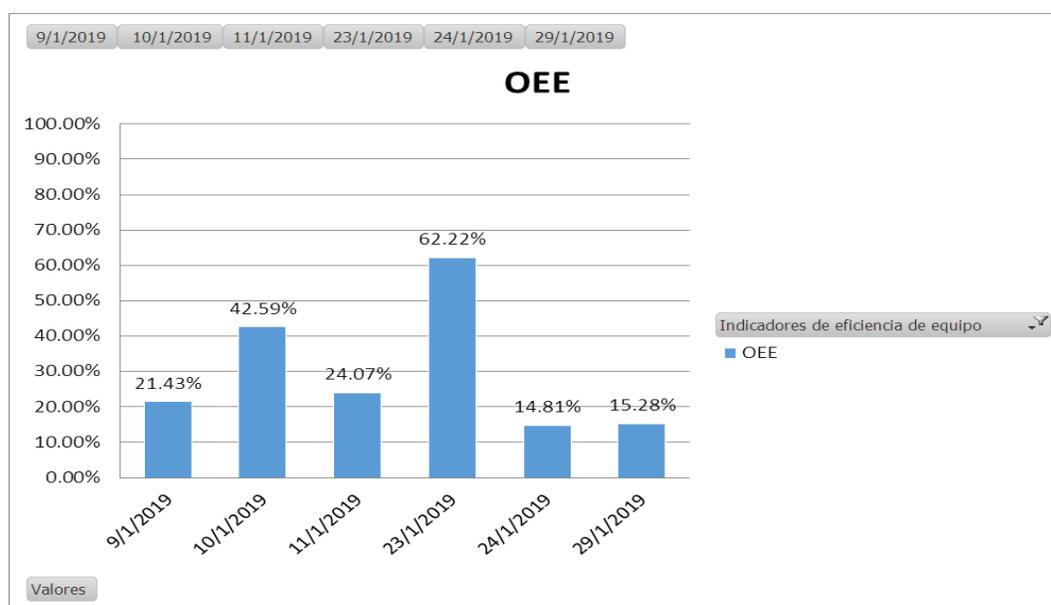


Figura 14. Resultados de cálculos de OEE para Enero

Fuente propia

Según calculo OEE, UMA en enero conto con una eficiencia de equipo del 30% lo cual indica que se encuentra con una eficiencia inaceptable esto resulta alarmante ya están dando perdidas económicas y tiene un grado bajo de competitividad.

En la siguiente tabla y grafica se muestran los resultados del mes de febrero:

Tabla 12

Cálculos de OEE para el mes de Febrero

Indicadores de eficiencia de equipo	11/2/2019	12/2/2019	13/2/2019	14/2/2019	19/3/2019	25/3/2019	26/3/2019	28/3/2019
Disponibilidad	82%	84%	78%	100%	100%	57%	84%	80%
Eficiencia	58%	59%	55%	36%	9%	24%	78%	44%
Calidad	16%	58%	51%	70%	75%	36%	40%	25%
OEE	8%	29%	22%	25%	7%	5%	26%	9%

Fuente propia

FIGURAS

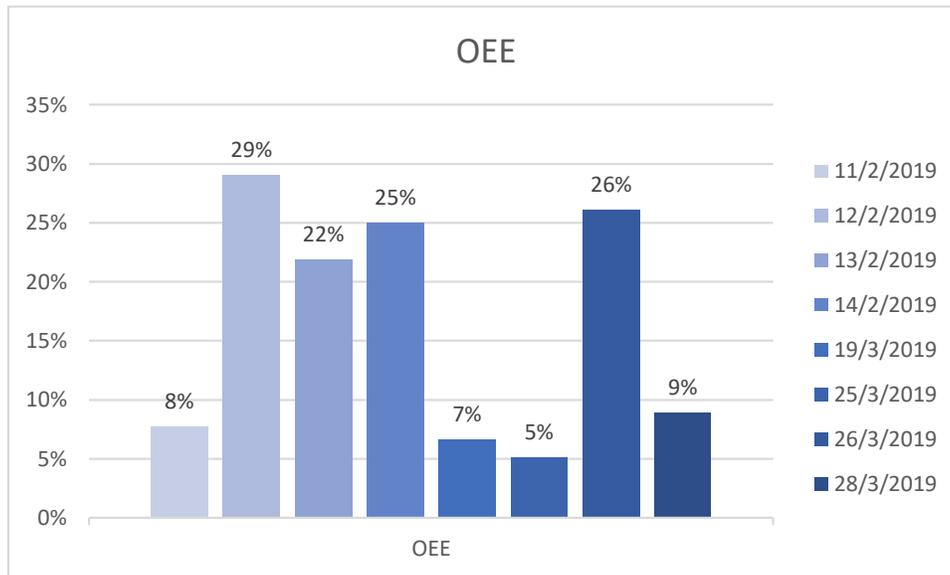


Figura 15. Resultados de cálculos de OEE para Febrero

Fuente propia

Para febrero, los datos obtenidos reflejan que se necesita tomar medidas rápidas, dado que todos los porcentajes están por debajo del 30%. Esto indica que el sistema está provocando pérdidas económicas.

Pérdida de capacidad a través del análisis de OEE

Tabla 13

Análisis de OEE para pérdida de capacidad en el mes de Enero

Perdidas de capacidad	9/1/2019	10/1/2019	11/1/2019	23/1/2019	24/1/2019	29/1/2019
Defectos provocados (ensamble-desempaque)	25	6	4	7	10	0
Defectos de procedencia	15	11	4	2	5	2
Baja velocidad (min)	130	168	126	180	264	24
Paros en línea (min)	20	30	24	60	60	0

Fuente propia

FIGURAS

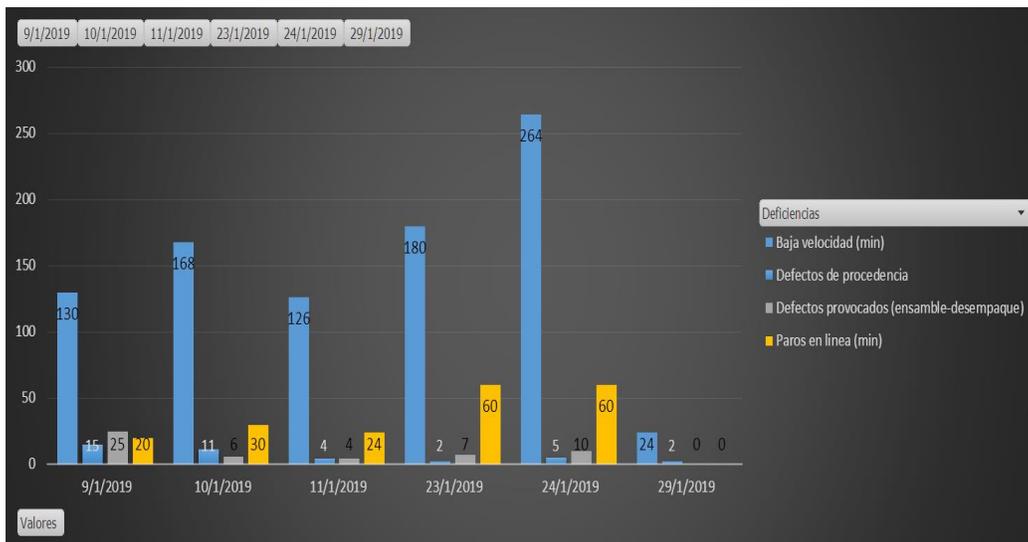


Figura 16. Analisis OEE para perdida de capacidad

Fuente propia

Se logra determinar que UMA se ve afectado en el proceso ya que existe un bajo desempeño en los operarios debido a su lentitud, así como también paros en línea como consecuencia de la falta de un programa de mantenimiento que permita involucrar a todos los operarios y estos logren detectar fallas antes de que se presenten.

Esto también puede apreciarse en los datos de Febrero reflejados a continuación:

Tabla 14

Análisis de OEE para pérdida de capacidad en el mes de Enero

Perdidas de capacidad	11/2/2019	12/2/2019	13/2/2019	14/2/2019	19/3/2019	25/3/2019	26/3/2019	28/3/2019
Paros en línea/cambio de modelo (min)	96	84	48	0	0	144	0	48
Baja velocidad/ falta de personal (min)	0	0	72	0	0	0	0	0
Reprocesos en la línea (min)	0	0	0	0	0	36	0	0

Fuente propia

FIGURAS

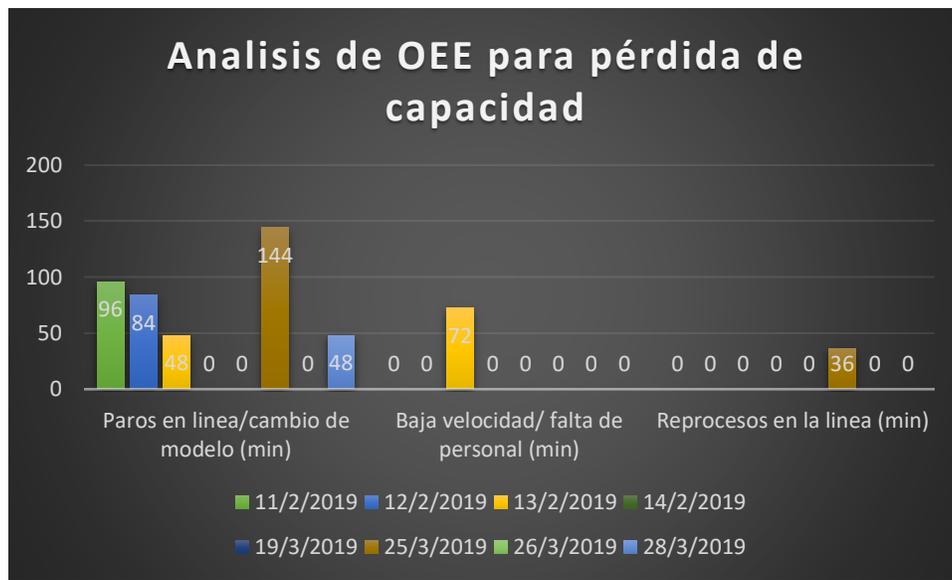


Figura 17. Análisis OEE para pérdida de capacidad para el mes de Febrero

Fuente propia

8.4. Elaboración de una propuesta de mejora usando la metodología Lean

La búsqueda constante de la mejora continua es uno de los pilares más importantes de una empresa a través de ella se pretende cumplir con los estándares de calidad y así lograr la satisfacción del cliente. UMA es una empresa ensambladora y distribuidora de motocicletas marca Bajaj la cual últimamente ha presentado deficiencias en el área de ensamble en cuanto a la calidad generando así costos añadidos en reproceso.

Dentro de los métodos planteados para lograr combatir este problema se seleccionó la metodología lean ya que cuenta con múltiples herramientas enfocada a la mejora rápida y constante del sistema productivo de la empresa suprimiendo los despilfarros que generan un incremento en costos de esta manera se aumentara la eficacia.

8.4.1. TPM-Mantenimiento productivo total

El mantenimiento productivo total es un método de gestión del mantenimiento con el objetivo de conseguir cero fallas involucrando a todo el personal de la empresa de manera que se logre la eliminación de pérdidas de producción ya sea por paros en la línea, calidad o mayor costo de producción.

El TPM hace énfasis en tres aspectos fundamentales para la prevención de los equipos: mantenimiento de las condiciones básicas de instalación, descubrimiento de anomalías debido al cambio en las condiciones operativas los cuales pueden afectar el proceso productivo y una respuesta rápida en caso de fallas.

Se ha logrado observar que en ocasiones existen paros en la línea de ensamble debido a fallas en los equipos o herramientas ya que no se lleva un seguimiento que asegure el buen

funcionamiento de las misma lo cual puede generar fallas o atrasos en el proceso, por lo tanto una de soluciones a dicho problema es contar con un mantenimiento autónomo este pilar del TPM tiene como propósito de enseñar a los operadores como mantener su equipo en buen estado la cual se puede dar desde verificaciones diarias, lubricación, verificación de precisión y detectando desde temprano condiciones anormales en el equipo todo esto con ayuda de un plan de mantenimiento que brinde la información necesaria sobre las actividades a realizar así como también las especificaciones técnicas y las condiciones en las que el equipo debe trabajar.

8.4.1.1. Modelo de propuesta mantenimiento productivo total para equipos críticos

Tabla 13

Programa de Mantenimiento de Polpasto Eléctrico

	PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
--	--------------------------------------

AÑO: 2019

	DATOS DEL EQUIPO	
	No.de máquina	1
	Nom. máquina	POLIPASTO ELECTRICO (TECLE)
	Marca	TRUPER
	Modelo	POLE-600 kg
	Capacidad de carga	600kg
	Potencia	1180W
	Frecuencia	127V/60hz
	Corriente	9.85 A
	Dimensiones	39 cm - 22cm-15cm
Altura de elevación con polea	6 mm	
Peso	16.3 kg	

Mantenimiento Autónomo			
ITEM	PARTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA
1	Cadena y corona	Inspeccionar lubricación y desgaste	BIMESTRAL
2	Gancho	Verificar que cuente con la grasa necesaria para evitar su desgaste	BIMESTRAL
3	Contactores y botonera	Inspeccionar el sistema electro-mecanico	MENSUAL

Mantenimiento Preventivo			
ITEM	PARTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA
6	Polipasto	Limpieza de polipasto purgando las partes en queroseno y aplicándoles grasa.	ANUAL
7		Las marcas "0" en los dos engranajes del disco debe verificar que estar alineadas.	
8		Junte los rodillos de los engranajes derecho e izquierdo al canal interno de los engranajes en el muñón del eje de los dientes de cadena, y después póngalos en el canal externo de los engranajes en las placas laterales	
		Por conveniencia de mantenimiento y desmantelamiento, uno de los eslabones de la cadena de mano está abierto.	
9		Al armar el mecanismo de freno, debe poner cuidado al engranar los dientes inclinados del disco de trinquete y el trinquete. Asegúrese que el resorte y el trinquete trabajan con precisión y de manera confiable. Entonces gire la rueda de mano en sentido del reloj, debe presionar el disco y las placas sobre el asiento de freno. Al girarlo en sentido contrario al reloj, debe haber espacios entre el disco y las placas.	
10		Después de limpiarlo y repararlo, el polipasto debe estar sujeto a pruebas sin carga y con carga. Un polipasto puede ponerse en operación después de que ha sido probado y encontrado bajo un freno confiable y en buenas condiciones.	
11	Mantenga limpias las superficies de fricción del freno. El mecanismo de freno debería ser inspeccionado regularmente para prevenir un frenado defectuoso y caída de la carga.		

Fuente propia

Tabla 14

Programa de mantenimiento para compresor de tornillo

	<p>Ficha técnica de equipo</p>
--	--------------------------------

	DATOS DEL EQUIPO	
		No. de máquina
	Nom. máquina	Compresor de tornillo
	Marca	KAESER KOMPRESSOREN
	Modelo	SM10
	No. de serie	3323
	Secador frigorífico	ABT 15
	Sobrepr. Max. De servicio	16 bar - 230 psig
	Agente Frigorífico	R - 134a
	Sobrepr. Max. De servicio lado	21 bar - 300 psig
	Sobrepr. Max. De servicio lado	16bar - 230 psig
	cant. Llenado ag frigorífico	0,36 kg 0.79 lb
	Primera revisión	15-jun-17
	Ultima revisión	03-dic-18
	Proveedor	OPTIMA INDUSTRIAL S.A

Mantenimiento Autonomo				
ITEM	PARTE	ACTIVIDAD	CONDICIÓN	FRECUENCIA
1	Mirilla de cristal	Verificación del aceite refrigerante, lo ideal es que el aceite se encuentre a la altura del óptimo nivel (nivel 3).	El equipo ha estado operando por lo menos durante 5 minutos en carga	Semanal
2	Enfriador: Mantos filtrantes	Limpieza de mantos filtrantes sacudiendo o aspirandolo para retirar suciedad adherida en caso de ser necesario lave manto con agua tibia y detergente. Si no es posible lavarlo se requiere un cambio de manto.	El equipo debe estar apagado	Semanal
3	Tablero electrico: Manto filtrante	Limpieza de manto filtrante sacudiendo o aspirandolo para retirar suciedad adherida en caso de ser necesario lave manto con agua tibia y detergente. Si no es posible lavarlo se requiere un cambio de manto.	El interruptor principal de conexión electrica debe estar apagado, el dispositivo bloqueado, el equipo desenergizado y aclimatado.	Semanal
4	Drenaje condensado	Revisión del drenaje de condensado tocando ligeramente la maguera de drenaje y con la otra oprima dos segundos la tecla TEST/PRUEBA en cuanto se abra el drenado se debe sentir una pequeña rafaga en la maguera de ser asi se debe cambiar la unidad de servicio.	1. El equipo esta apagado 2. El led de encendido se prende.	Semanal
5	Tanque de almacenamiento de aire	Drene el condensado soltando el tornillo roscado y drene el condensado en un recipiente adecuado, elimine el condensado conforme a las normas de protección ambiental.	En cualquier estado	Semanal

Propuesta de mejora para el proceso de ensamble mediante el uso de herramientas de la calidad en la empresa Grupo UMA ubicada en Ciudad Sandino durante el periodo de enero a abril del año 2019.

Mantenimiento Preventivo				
ITEM	PARTE	ACTIVIDAD	CONDICIÓN	FRECUENCIA
6	Drenaje de condensado	Cambio de unidad de servicio	El aislante de suministro eléctrico debe estar apagado, el dispositivo bloqueado y el equipo desenergizado.	Cada 2 años
7	Correas de transmisión	Verificación de la tensión, ajuste de correas e inspección visual en busca de daños	El interruptor principal de conexión eléctrica apagado, el dispositivo bloqueado en la posición de apagado y el equipo desenergizado.	Cada 1000h
8	Filtro de aire	Revisión de filtro de aire verificando que todas las superficies sellantes coincidan entre sí de no estar así se necesita una pieza de cambio.	El interruptor principal de conexión eléctrica apagado, el dispositivo bloqueado y el equipo desenergizado.	Cada 1000h
9	Intercambiador de calor	Limpieza regular del enfriador	El interruptor principal de conexión eléctrica apagado, el dispositivo bloqueado en la posición de apagado y el equipo desenergizado.	Trimestral
10	Codensador refrigerativo	Limpieza de condensador aplicando aire comprimido de afuera hacia adentro aspirando partículas contaminantes.	El interruptor principal de conexión eléctrica apagado, el dispositivo bloqueado en la posición de apagado y el equipo desenergizado.	Cada 1000h
11	filtro de aceite	Cambio de filtro de aceite	El interruptor principal de conexión eléctrica apagado, el dispositivo bloqueado en la posición de apagado y el equipo desenergizado.	Cada año
12	Cartucho separador de aceite	Cambio de cartucho	El interruptor principal de conexión eléctrica apagado, el dispositivo bloqueado en la posición de apagado, el equipo desenergizado y completamente venteado y el manómetro del tanque separador de aceite indicar 0 psi de presión.	Cada año
13	Correas de transmisión	Cambio de correa de transmisión	El interruptor principal de conexión eléctrica debe estar apagado, el dispositivo bloqueado, el equipo desenergizado y aclimatado.	Cada 12000h
14	Compresor de tornillo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar que toda las conexiones eléctricas estén bien ajustadas. 2. Equipo: revise la valvula de alivio. 3. Tanque de almacenamiento de aire: Revise la valvula de aire. 4. Verifique el apagado de seguridad debido a la excesiva temperatura final de compresión. 5. Verifique el boton paro de emergencia. 6. Verifique la función de apagado de seguridad cuando abra el equipo. 7. Verifique que el enfriador no presente fugas. 8. Revisar el sistema externo de recuperación termica. 	El interruptor principal de conexión eléctrica apagado, el dispositivo bloqueado en la posición de apagado, el equipo desenergizado y completamente venteado y el manómetro del tanque separador de aceite indicar 0 psi de presión.	Cada año

Fuente propia

Tabla 15

Programa de mantenimiento para pistola de impacto

	FICHA TECNICA DEL EQUIPO
---	---------------------------------

2019

	DATOS DEL EQUIPO	
	No. de máquina	3
	Norm. máquina	Pistola de impacto 3/8"
	Marca	Ingersoll Rand
	Modelo	2115TIMAX
	Par máximo (apriete) Nm	407
	Par de trabajo Nm	34-312
	Velocidad (rpm)	15000
	Impacto por minuto	1500
	Peso (Lbs)	1, 12kg
	Longitud total mm	151
	Presion acustica	86, 0
Entrada de aire NPTF	1/4"	
Tamaño min. Manguera	(13 mm) 3/8"	

	DATOS DEL EQUIPO	
	No. de máquina	4
	Norm. máquina	Pistola de impacto 1/2"
	Marca	Ingersoll Rand
	Modelo	2125QTIMAX
	Par máximo (apriete) Nm	450
	Par de trabajo Nm	34-340
	Velocidad (rpm)	15000
	Impacto por minuto	1500
	Peso (Lbs)	1,15 kg
	Longitud total mm	151
	Presion acustica	86, 0
Entrada de aire NPTF	1/4"	
Tamaño min. Manguera	(13 mm) 3/8"	

Mantenimiento Autonomo

ITEM	PARTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA
1	Entrada de aire	Lubrique llave de impacto cada día con unas gotas de aceite para herramientas de aire virtiendola dentro de la entrada de aire.	Diario
2	Pistola de impacto	Limpieza de llave de impacto despues de cada uso. No utilice accesorios gastados o dañados.	Cada uso
3	Manguera de aire	Verificación de abastecimiento de aire.	Diario

Fuente propia

8.4.2. Aplicación de la metodología 5S

Para la correcta aplicación de un programa de calidad total es necesario contar con tres aspectos fundamentales como lo son el orden, la limpieza y la disciplina para que el personal pueda desempeñarse de acuerdo a las normas y estándares establecidos por la empresa a través de la aplicación de las 5S se lograra la fácil adopción de normas de trabajo en un ambiente adecuado para la calidad y la productividad.

A continuación, se detalla la guía de implementación de las 5S, elaborada con el propósito de ser impartida a los colaboradores:



Guía de implementación de las 5 S

A. Propósito

El propósito de este documento es tener información sobre la metodología de evaluación e implantación de las 5'S.

B. Alcance

El presente escrito tiene como propósito servir como guía para los evaluadores de la metodología de las 5'S

C. Documentos de referencia

5S para la mejora continua (Jaume Aldavert, 2016)

Manual de implementación programa 5S (Héctor Vargas Rodríguez, 2014)

D. Definiciones

5S: Es una práctica de Calidad ideada en Japón referida al “Mantenimiento Integral” de la empresa, no sólo de maquinaria, equipo e infraestructura sino del mantenimiento del entorno de trabajo por parte de todos

Seiri: Clasificación

Seiton: Orden

Seiso: Limpieza.

Seiketusu: Estandarizar.

Shitsuke: Disciplina

Tarjeta roja: ficha que sirve para identificar la utilidad de los artículos.

E. Responsabilidades

La Jefa de Recursos Humanos es la encargada de realizar las evaluaciones del entorno laboral a través de la metodología de las 5S, para ello debe organizar el comité de la Comisión Mixta para involucrar a los colaboradores y asegurar la efectividad de las acciones tomadas.

F. Clasificar

Seiri o clasificar significa eliminar del área de trabajo todos los elementos innecesarios y que no se requieren para realizar nuestra labor.

Frecuentemente nos "llenamos" de elementos, herramientas, cajas con productos, carros, útiles y elementos personales y nos cuesta trabajo pensar en la posibilidad de realizar el trabajo sin estos objetos.

Buscamos tener al rededor elementos o componentes pensando que nos harán falta para nuestro próximo trabajo. Con este pensamiento creamos verdaderos stocks reducidos en proceso que molestan, quitan espacio y estorban. Estos elementos perjudican el control visual del trabajo, impiden la circulación por las áreas de trabajo, induce a cometer errores en el manejo de materias primas y en numerosas oportunidades pueden generar accidentes en el trabajo.

➤ ¿Qué debemos hacer para clasificar?

- Separar en el sitio de trabajo las cosas que realmente sirven de las que no sirven.
- Clasificar lo necesario de lo innecesario para el trabajo rutinario.
- Mantener lo que necesitamos y eliminar lo excesivo
- Separar los elementos empleados de acuerdo a su naturaleza, uso, seguridad y frecuencia de utilización con el objeto de facilitar la agilidad en el trabajo.
- Organizar las herramientas en sitios donde los cambios se puedan realizar en el menor tiempo posible.
- Eliminar elementos que afectan el funcionamiento de los equipos y que pueden conducir a averías.
- Eliminar información innecesaria y que nos puede conducir a errores de interpretación o de actuación.



➤ **Beneficios de Clasificar**

La aplicación de las acciones Seiri preparan los lugares de trabajo para que estos sean más seguros y productivos. El primer y más directo impacto del Seiri está relacionado con la seguridad. Ante la presencia de elementos innecesarios, el ambiente de trabajo es tenso, impide la visión completa de las áreas de trabajo, dificulta observar el funcionamiento de los equipos y máquinas, las salidas de emergencia quedan obstaculizadas haciendo todo esto que el área de trabajo sea más insegura.

La práctica de la clasificación además de los beneficios en seguridad permite:

- Liberar espacio útil en planta y oficinas
- Reducir los tiempos de acceso al material, documentos, herramientas y otros elementos de trabajo.
- Mejorar el control visual de stocks de repuestos y elementos de producción, carpetas con información, planos, etc.
- Eliminar las pérdidas de productos o elementos que se deterioran por permanecer un largo tiempo expuestos en un ambiente no adecuado para ellos; por ejemplo, material de empaque, etiquetas, envases plásticos, cajas de cartón y otros.
- Facilitar el control visual de las materias primas que se van agotando y que requieren para un proceso en un turno, etc.
- Preparar las áreas de trabajo para el desarrollo de acciones de mantenimiento autónomo, ya que se puede apreciar con facilidad los escapes, fugas y contaminaciones existentes en los equipos y que frecuentemente quedan ocultas por los elementos innecesarios que se encuentran cerca de los equipos.

➤ Tarjeta Roja

Una de las técnicas más utilizadas por los auditores es la llamada “tarjeta roja”, se trata de identificar los objetos que deben ser eliminados, separados, reubicados o reciclados.



La aplicación de la tarjeta roja es esencial para el posterior ordenamiento del área de trabajo.

G. Ordenar

Ordenar consiste en organizar los elementos que hemos clasificado como necesarios de modo que se puedan encontrar con facilidad. Aplicar el orden en mantenimiento tiene que ver con la mejora de la visualización de los elementos de las máquinas e instalaciones industriales.

Ordenar permite disponer de un sitio adecuado e identificado de acuerdo a la frecuencia a utilizar (rutinaria, poca frecuencia, a futuro) para cada elemento utilizado en el trabajo. E identificar y marcar todos los sistemas auxiliares del proceso como tuberías, aire comprimido, combustibles.

➤ **Beneficios del orden para el trabajador.**

- Facilita el acceso rápido a elementos que se requieren para el trabajo
- Se mejora la información en el sitio de trabajo para evitar errores y acciones de riesgo potencial.
- El aseo y limpieza se pueden realizar con mayor facilidad y seguridad.
- La presentación y estética de la planta se mejora, comunica orden, responsabilidad y compromiso con el trabajo.
- Se libera espacio.
- El ambiente de trabajo es más agradable.



Beneficios organizativos.

- La empresa puede contar con sistemas simples de control visual de materiales y materias primas en stock de proceso.
- Eliminación de pérdidas por errores.
- Mayor cumplimiento de las órdenes de trabajo.
- El estado de los equipos se mejora y se evitan averías.

Justificación.

El no aplicar el orden en el sitio de trabajo conduce a los siguientes problemas:

- Incremento del número de movimientos innecesarios. El tiempo de acceso a un elemento para su utilización se incrementa.

- Se puede perder el tiempo de varias personas que buscan elementos para realizar un trabajo. No sabemos dónde se encuentra el elemento y la persona que conoce su ubicación no se encuentra. Esto indica que falta una buena identificación de los elementos.
 - El desorden no permite controlar visualmente los stocks en proceso y de materiales de oficina.
 - Errores en la manipulación de productos. Se alimenta la máquina con materiales defectuosos no previstos para el tipo de proceso. Esto conduce a defectos, pérdida de tiempo, crisis del personal y un efecto final de pérdida de tiempo y dinero.
 - La falta de identificación de lugares inseguros o zonas del equipo de alto riesgo puede conducir a accidentes y pérdida de moral en el trabajo.
- **¿Cómo implantar el Orden?**

La implantación del orden requiere la aplicación de métodos simples y desarrollados por los trabajadores. Los métodos más utilizados son:

1. Definir un nombre, código o color para cada clase de artículo.
2. Determinar la cantidad exacta que debe haber de cada artículo.
3. Decidir donde guardar las cosas tomando en cuenta la frecuencia de su uso.
4. Crear los medios para asegurar que cada artículo regrese a su lugar.

5. Colocar las cosas útiles por orden según criterios de: Seguridad / Calidad / Eficacia. Seguridad: Que no se puedan caer, que no se puedan mover, que no estorben. Calidad: Que no se oxiden, que no se golpeen, que no se puedan mezclar, que no se deterioren. Eficacia: Minimizar el tiempo perdido.



Para que las medidas definidas sean sustentables, se deberán elaborar procedimientos que permitan mantener el orden.

H. Limpiar

Seiso significa eliminar el polvo y suciedad de una fábrica. También implica inspeccionar el equipo durante el proceso de limpieza, por el cual se identifican problemas de escapes, averías, fallos o cualquier tipo de fugas.

La limpieza se relaciona estrechamente con el buen funcionamiento de los equipos y la habilidad para producir artículos de calidad. La limpieza implica no únicamente mantener los equipos dentro de una estética agradable permanentemente, sino también crear y mantener un pensamiento superior al simple de limpiar. Exige que identifiquemos las fuentes de suciedad y contaminación para tomar acciones de raíz para su eliminación; de lo contrario, sería imposible mantener limpio y en buen estado el área de trabajo. Se trata de evitar que la suciedad, el polvo, y las limaduras

se acumulen en el lugar de trabajo.

Para aplicar **Seiso** se debe:

- Integrar la limpieza como parte del trabajo diario.
- Asumir la limpieza como una actividad de mantenimiento autónomo: “la limpieza es inspección”
- Se debe abolir la distinción entre operario de proceso, operario de limpieza y técnico de mantenimiento.
- El trabajo de limpieza como inspección genera conocimiento sobre el equipo. No se trata de una actividad simple que se pueda delegar en personas de menor cualificación.
- Se debe elevar la limpieza a la búsqueda de las fuentes de contaminación con el objeto de eliminar sus causas primarias.

➤ **Beneficios de la limpieza**

- Reduce el riesgo potencial de que se produzcan accidentes.
- Mejora el bienestar físico y mental del trabajador.
- Se incrementa la vida útil del equipo al evitar su deterioro por contaminación y suciedad.
- Las averías se pueden identificar más fácilmente cuando el equipo se encuentra en estado óptimo de limpieza
- La limpieza conduce a un aumento significativo de la Efectividad Global del Equipo.



- Se reducen los despilfarros de materiales y energía debido a la eliminación de fugas y escapes.
- La calidad del producto se mejora y se evitan las pérdidas por suciedad y contaminación del producto y empaque.

➤ **Implantación de la limpieza**

La limpieza debe implantarse siguiendo una serie de pasos que ayuden a crear el hábito de mantener el sitio de trabajo en correctas condiciones. El proceso de implantación se debe apoyar en un fuerte programa de entrenamiento y suministro de los elementos necesarios para su realización, como también del tiempo requerido para su ejecución.

Paso 1. Campaña o jornada de limpieza

Se debe realizar una campaña de orden y limpieza como un primer paso para implantar las 5S. En esta jornada se eliminan los elementos innecesarios y se limpia el equipo, pasillos, armarios, almacenes, etc.

Esta clase de limpieza no se puede considerar un Seiso totalmente desarrollado, ya que se trata de un buen inicio y preparación para la práctica de la **limpieza permanente**. Esta jornada de limpieza ayuda a obtener un estándar de la forma como deben estar los equipos permanentemente. Las acciones Seiso deben ayudarnos a mantener el estándar alcanzado el día de la jornada inicial. Como evento motivacional ayuda a comprometer a la dirección y operarios en el proceso de implantación seguro de las 5S ya que crea la motivación y sensibilización para iniciar el trabajo de mantenimiento de la limpieza y progresar a etapas superiores Seiso.

Paso 2. Planificar el mantenimiento de la limpieza

El encargado del área debe asignar el trabajo de limpieza en la planta. Si se trata de un equipo de gran tamaño o una línea compleja, será necesario dividirla y asignar responsabilidades por zona a cada trabajador. Esta asignación se debe registrar en

un gráfico en el que se muestre la responsabilidad de cada persona.

Paso 3. Preparar el manual de limpieza

Es muy útil la elaboración de un manual de entrenamiento para limpieza. Este manual debe incluir además del gráfico de asignación de áreas, la forma de utilizar los elementos de limpieza, detergentes, jabones, aire, agua; como también, la frecuencia y tiempo medio establecido para esta labor. Las actividades de limpieza deben incluir la Inspección antes del comienzo de turnos, las actividades de limpieza que tienen lugar durante el trabajo, y las que se hacen al final del turno.

Es frecuente encontrar que estos estándares han sido preparados por los operarios, debido a que han recibido un entrenamiento especial sobre esta habilidad.

El manual de limpieza debe incluir:

- Propósitos de la limpieza.
- Fotografía o gráfico del equipo donde se indique la asignación de zonas o partes del taller.
- Mapa de seguridad del equipo indicando los puntos de riesgo que nos podemos encontrar durante el proceso de limpieza.
- Fotografía del equipo humano que interviene en el cuidado de la sección.
- Elementos de limpieza necesarios y de seguridad.
- Diagrama de flujo a seguir.

Paso 4. Preparar elementos para la limpieza

Aquí aplicamos el Seiton a los elementos de limpieza, almacenados en lugares fáciles de encontrar y devolver. El personal debe estar entrenado sobre el empleo y uso de estos elementos desde el punto de vista de la seguridad y conservación de estos.

Paso 5. Implantación de la limpieza

Retirar polvo, aceite, grasa sobrante de los puntos de lubricación, asegurar la

limpieza de la suciedad de las grietas del suelo, paredes, cajones, maquinaria, ventanas, etc., Es necesario remover capas de grasa y mugre depositadas sobre las guardas de los equipos, rescatar los colores de la pintura o del equipo oculta por el polvo.

Seiso implica retirar y limpiar profundamente la suciedad, desechos, polvo, óxido, limaduras de corte, arena, pintura y otras materias extrañas de todas las superficies. No hay que olvidar las cajas de control eléctrico, ya que allí se deposita polvo y no es frecuente por motivos de seguridad, abrir y observar el estado interior.

Durante la limpieza es necesario tomar información sobre las áreas de acceso difícil, ya que en un futuro será necesario realizar acciones kaizen o de mejora continua para su eliminación, facilitando las futuras limpiezas de rutina.

Debemos insistir que la limpieza es un evento importante para aprender del equipo e identificar a través de la inspección las posibles mejoras que requiere el equipo. La información debe guardarse en fichas o listas para su posterior análisis y planificación de las acciones correctivas.

I. Estandarizar

La estandarización significa crear un modo consistente de realización de tareas y procedimientos. La estandarización de la maquinaria significa que cualquiera puede operar dicha maquinaria. La estandarización de las operaciones significa que cualquiera pueda realizar la operación.

Seiketsu es la metodología que nos permite mantener los logros alcanzados con la aplicación de las tres primeras “S”. Si no existe un proceso para conservar los logros, es posible que el lugar de trabajo nuevamente llegue a tener elementos innecesarios y se pierda la limpieza alcanzada con nuestras acciones.

Un operario de una empresa de productos de consumo que ha practicado TPM por varios años manifiesta: Seiketsu implica elaborar estándares de limpieza y de inspección para realizar acciones de autocontrol permanente. “Nosotros” debemos

preparar estándares para nosotros”. Cuando los estándares son impuestos, estos no se cumplen satisfactoriamente, en comparación con aquellos que desarrollamos gracias a un proceso de formación previo.

Desde décadas conocemos el principio escrito en numerosas empresas: “Dejaremos el sitio de trabajo limpio como lo encontramos”. Este tipo de frases sin un correcto entrenamiento en estandarización y sin el espacio para que podamos realizar estos estándares, difícilmente crea compromiso para su cumplimiento.

Seiketsu o estandarización pretende:

- Mantener el estado de limpieza alcanzado con las tres primeras S
- Enseñar al operario a realizar normas con el apoyo de la dirección y un adecuado entrenamiento.



- Las normas deben contener los elementos necesarios para realizar el trabajo de limpieza, tiempo empleado, medidas de seguridad a tener en cuenta y procedimiento a seguir en caso de identificar algo anormal.
- En lo posible se deben emplear fotografías de cómo se debe mantener el equipo y las zonas de cuidado.
- **Beneficios de estandarizar**
 - Se guarda el conocimiento producido durante años de trabajo.
 - Se mejora el bienestar del personal al crear un hábito de conservar impecable el sitio de trabajo en forma permanente.
 - Los operarios aprender a conocer en profundidad el equipo.



- Se evitan errores en la limpieza que puedan conducir a accidentes o riesgos laborales innecesarios.
- La dirección se compromete más en el mantenimiento de las áreas de trabajo al intervenir en la aprobación y promoción de los estándares
- Se prepara el personal para asumir mayores responsabilidades en la gestión del puesto de trabajo.
- Los tiempos de intervención se mejoran y se incrementa la productividad de la planta.

➤ **Como implantar la limpieza estandarizada**

Seiketsu es la etapa de conservar lo que se ha logrado aplicando estándares a la práctica de las tres primeras “S”. Esta cuarta S está fuertemente relacionada con la creación de los hábitos para conservar el lugar de trabajo en perfectas condiciones.

Para implantar Seiketsu se requieren los siguientes pasos:

Paso 1. Asignar trabajos y responsabilidades

Para mantener las condiciones de las tres primeras 5`s, cada operario debe conocer exactamente cuáles son sus responsabilidades sobre lo que tiene que hacer y cuándo, dónde y cómo hacerlo. Si no se asignan a las personas tareas claras relacionadas con sus lugares de trabajo, Seiri, Seiton y Seiso tendrán poco significado.

Deben darse instrucciones sobre las tres `s a cada persona sobre sus responsabilidades y acciones a cumplir en relación con los trabajos de limpieza y mantenimiento autónomo. Los estándares pueden ser preparados por los operarios, pero esto requiere una formación y práctica kaizen para que progresivamente se vayan mejorando los tiempos de limpieza y métodos.

Las ayudas que se emplean para la asignación de responsabilidades son:

- Diagrama de distribución del trabajo de limpieza preparado en Seiso.

- Manual de limpieza
- Tablón de gestión visual donde se registra el avance de cada S implantada.
- Programa de trabajo Kaizen para eliminar las áreas de difícil acceso, fuentes de contaminación y mejora de métodos de limpieza.

Paso 2. Integrar las acciones Seiri, Seiton y Seiso en los trabajos de rutina

El estándar de limpieza de mantenimiento autónomo facilita el seguimiento de las acciones de limpieza, lubricación y control de los elementos de ajuste y fijación. Estos estándares ofrecen toda la información necesaria para realizar el trabajo. El mantenimiento de las condiciones debe ser una parte natural de los trabajos regulares de cada día.

En caso de ser necesaria mayor información, se puede hacer referencia al Manual de Limpieza preparado para implantar Seiso. Los sistemas de control visual pueden ayudar a realizar “vínculos” con los estándares, veamos su funcionamiento. Si un trabajador debe limpiar un sitio complicado en una máquina, se puede marcar sobre el equipo con un adhesivo la existencia de una norma a seguir. Esta norma se ubicará en el tablón de gestión visual para que esté cerca del operario en caso de necesidad. Se debe evitar guardar estas normas en manuales y en armarios en la oficina; esta clase de normas y lecciones de un punto deben estar ubicadas en el tablón de gestión y este muy cerca del equipo.

J. Disciplina

SHITSUKE o Disciplina significa convertir en hábito el empleo y utilización de los métodos establecidos y estandarizados para el orden y la limpieza en el lugar de trabajo. Podremos obtener los beneficios alcanzados con las primeras “S” por largo tiempo si se logra crear un ambiente de respeto a las normas y estándares establecidos.

Shitsuke implica el desarrollo de la cultura del autocontrol dentro de la empresa. Si la dirección de la empresa estimula a que cada uno de los integrantes aplique el

Ciclo Deming en cada una de las actividades diarias, es muy seguro que la práctica del Shitsuke no tendría ninguna dificultad. El Shitsuke es el puente entre las 5S y el concepto Kaizen o de mejora continua. Los hábitos desarrollados con la práctica se constituyen en un buen modelo para lograr que la disciplina sea un valor fundamental en la forma de realizar un trabajo.

Shitsuke implica:

- El respeto de las normas y estándares establecidos para conservar el sitio de trabajo impecable.
- Realizar un control personal y el respeto por las normas que regulan el funcionamiento de una organización.
- Promover el hábito de autocontrolar o reflexionar sobre el nivel de cumplimiento de las normas establecidas.

Mejorar el respeto de su propio ser y de los demás.



➤ **Beneficios de aplicar shitsuke**

- Se crea una cultura de sensibilidad, respeto y cuidado de los recursos de la empresa.
- La disciplina es una forma de cambiar hábitos.



- Se siguen los estándares establecidos y existe una mayor sensibilización y respeto entre personas.
- La moral en el trabajo se incrementa.
- El cliente se sentirá más satisfecho ya que los niveles de calidad serán superiores debido a que se han respetado íntegramente los procedimientos y normas establecidas.
- El sitio de trabajo será un lugar donde realmente sea atractivo llegara cada día.

➤ **Propósito**

La práctica del Shitsuke pretende logra el hábito de respetar y utilizar correctamente los procedimientos, estándares y controles previamente desarrollados.

Un trabajador se disciplina así mismo para mantener “vivas” las 5´S, ya que los beneficios y ventajas son significativas. Una empresa y sus directivos estimulan su práctica, ya que trae mejoras importantes en la productividad de los sistemas operativos y en la gestión.

En lo que se refiere a la implantación de las 5S, la disciplina es importante porque sin ella, la implantación de las cuatro primeras 5´s se deteriora rápidamente. Si los beneficios de la implantación de las primeras cuatro 5´s se han mostrado, debe ser algo natural asumir la implantación de la quinta o Shitsuke.

➤ **Como implantar Shitsuke**

La disciplina no es visible y no puede medirse a diferencia de la clasificación, Orden, limpieza y estandarización. Existe en la mente y en la voluntad de las personas y solo la conducta demuestra su presencia; sin embargo, se pueden crear condiciones que estimulen la práctica de la disciplina.

La teoría del aprendizaje en las organizaciones (Peter Senge) sugiere que para el desarrollo de una organización es fundamental que exista una convergencia entre la visión de una organización y la de sus empleados. Por lo tanto, es necesario que la dirección de la empresa considere la necesidad de liderar esta convergencia

hacia el logro de metas comunes de prosperidad de las personas, clientes y organización. Sin esta identidad en objetivos será imposible de lograr crear el espacio de entrega y respeto a los estándares y buenas prácticas de trabajo.

Las 5S no se trata de ordenar en un documento por mandato: “Implante las 5S”Tiempo. Es necesario educar e introducir cada una de las S’s mediante el entrenamiento de “aprender haciendo”. No se trata de construir “carteles” con frases, eslóganes y caricaturas divertidas como medio para sensibilizar al trabajador. Estas técnicas de marketing interno servirán puntualmente pero se agotan rápidamente. En alguna empresa fue necesario eliminar a través de acciones Seiri, los “carteles y anuncios” ya que eran innecesarios y habían perdido su propósito debido a la costumbre.

El Dr. Kaoru Ishikawa manifestaba que estos procesos de creación de cultura y hábitos buenos en el trabajo se logran preferiblemente con el ejemplo. No se le puede pedir a un mecánico de mantenimiento que tenga ordenada su caja de herramienta, si el jefe tiene descuidada su mesa de trabajo, desordenada y con muestras de tornillos, juntas, piezas y recambios que está pendiente de comprar.

El trabajador requiere de tiempo para practicar las 5S. Es bastante frecuente que no se le asigne el tiempo por las presiones de producción y se dejen de realizar las acciones. Este tipo de comportamientos hacen perder credibilidad y los trabajadores creen que no es un programa serio y que falta el compromiso de la dirección. Se necesita tener el apoyo de la dirección para sus esfuerzos en lo que se refiere a recursos, tiempo, apoyo y reconocimiento de logros.

El papel de la Dirección

Para crear las condiciones que promueven o favorecen la Implantación del Shitsuke la dirección tiene las siguientes responsabilidades:

- Educar al personal sobre los principios y técnicas de las 5S y mantenimiento autónomo.
- Crear un equipo promotor o líder para la implantación en toda la planta.

- Asignar el tiempo para la práctica de las 5S y mantenimiento autónomo.
- Suministrar los recursos para la implantación de las 5S.
- Motivar y participar directamente en la promoción de sus actividades.
- Evaluar el progreso y evolución de la implantación en cada área de la empresa.
- Participar en las auditorías de progresos semestrales o anuales.
- Aplicar las 5S en su trabajo.
- Enseñar con el ejemplo para evitar el cinismo.
- Demostrar su compromiso y el de la empresa para la implantación de las 5S.

El papel de trabajadores

- Continuar aprendiendo más sobre la implantación de las 5S.
- Asumir con entusiasmo la implantación de las 5S.
- Colaborar en su difusión del conocimiento empleando las lecciones de un punto.
- Diseñar y respetar los estándares de conservación del lugar de trabajo.
- Realizar las auditorías de rutina establecidas.
- Pedir al jefe del área el apoyo o recursos que se necesitan para implantar las 5S.
- Participar en la formulación de planes de mejora continua para eliminar problemas y defectos del equipo y áreas de trabajo.
- Participar activamente en la promoción de las 5S.

Fin de la guía



Formato de Evaluación 5S's

Auditor(es): _____

Área Auditada: _____

Fecha: _____

Criterio de Evaluación		
2 puntos = Adecuado (A)	1 punto = Regular (R),	0 puntos= No Adecuado (NA)

Seiri – Clasificar: "Mantener solo lo necesario"		
Descripción	Calificación obtenida	Observaciones
¿Hay equipos o herramientas que no se utilicen o sean innecesarios en el área de trabajo?		
¿Existen herramientas en mal estado o inservible?		
¿Hay artículos en las esquinas, o lugares donde no Correspondan?		
¿Los materiales peligrosos y/o químicos están debidamente Identificados?		

Suma=

SEITON – Orden: "Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar"		
Descripción	Calificación obtenida	Observaciones
¿Hay materiales fuera de lugar?		
¿Hay materiales que carecen de un lugar asignado?		
¿Hay materiales y/o herramientas fuera del alcance del Área de trabajo del colaborador?		
¿Le falta delimitación o identificación al área de trabajo?		
¿Están los pasillos bloqueados o dificultando el tránsito?		

Suma=

SEISO – Limpieza: "Una área de trabajo impecable"		
Descripción	Calificación obtenida	Observaciones
¿Existen fugas de líquidos o gases que comprometan la Limpieza y seguridad del área de trabajo?		
¿Existe polvo, suciedad o basura en el área de trabajo?		
¿Están los equipos o herramientas sucios?		
¿Los operarios limpian su área de trabajo al final de la Jornada?		
	SEIKETSU - Estandarizar	"Todo siempre igual"
Descripción	Calificación obtenida	Observaciones
¿El personal conoce y realiza las operaciones de forma adecuada?		
¿Está la documentación necesaria para las operaciones en las estaciones de trabajo?		
¿Las indicaciones y señalamientos son iguales y estandarizados?		

Suma=

Suma=

SHITSUKE– Disciplina: "Seguir las reglas y ser consistente"		
Descripción	Calificación obtenida	Observaciones
¿El personal conoce las 5S's, ha recibido capacitación al respecto?		
¿Se ponen en práctica los principios de clasificación, orden y limpieza?		
¿Se aplicaron las medidas correctivas y se pusieron en practica las preventivas?		

Suma=

Puntos posibles (pp) =	40	Puntos obtenidos (po) =		Calificación (po/pp*100)% =	
------------------------	----	-------------------------	--	-----------------------------	--

Tabla de consolidación de resultados individual				
5S's	Puntos obtenidos	Puntos Máximos	Calificación	Criterio de Aceptación
Clasificar				
Orden				
Limpieza				
Estandarizar				
Disciplina				

Calificaciones		
Rango de porcentajes	Calificación	Criterio de aceptación
100% - 90%	★ ★ ★ ★ ★	Perfecto, de primera clase
89% - 80%	★ ★ ★ ★	Muy bueno, se alcanzarán los objetivos
79% - 70%	★ ★ ★	Bueno, requiere mayor seguimiento
69% - 60%	★ ★	Malo, requiere observación y una mejor gestión
59% - Menos	★	No satisfactorio, requiere grandes cambios

Programa de operaciones cero defectos

La teoría cero defectos es una herramienta de las más importantes en las empresas manufactureras forma parte de las herramientas LEAN (proceso esbelto) la cual consiste en una línea de producción cero defectos asegurando que todo lo producido cumpla con los requerimientos de calidad de manera que se eviten desperdicios en proceso.

Según lo analizado uno de los problemas que se presentan en UMA es la cantidad de errores en la producción generando costos añadidos en reprocesos al producto final, por dicho motivo la implementación de un programa de operaciones bajo la teoría cero defectos aumentaría la baja calidad que existe en su proceso.

Para el desarrollo de la teoría cero defectos se necesitan cumplir con tres componentes:

1. Los cuatro fundamentos complementarios.

- 1.1 Involucrar a la Dirección: La gerencia de planta UMA deberá comprometerse a él buen manejo y desarrollo del programa cero defectos para que se pueda producir según los estándares de calidad establecidos así como también deberá proveer los recursos necesarios para poder llevar a cabo los objetivos de dicho programa.
- 1.2 Administración profesional de la calidad: Se deben detallar los procedimientos establecidos para la planificación, control e implementación de un sistema de control de calidad por el auditor de calidad
- 1.3 Programas originales: En el cual se deben impartir periódicamente capacitaciones enfocadas al proceso y productos no conformes de manera que se logre identificar las fallas y el operario pueda desempeñar mejor su trabajo y el índice de defectos a su vez disminuya.

- 1.4 Reconocimiento: Plan de recompensas al final de cada mes al que cumpla con el mayor desempeño y el menor número de errores esto motivara a los operarios y los volverá más competitivos.

2. Los cinco principios de la dirección de la calidad.

- 2.1 La Calidad significa cumplir con los requisitos del funcionamiento del producto.
- 2.2 No existen problemas de calidad en el producto.
- 2.3 No existen ahorros al sacrificar la calidad.
- 2.4 La calidad es la medida de desempeño, es el coste de la calidad.
- 2.5 El único estándar de desempeño es cero defectos.

3. Los 14 pasos de Crosby para mejorar la calidad y lograr cero defectos.

- 3.1 Compromiso de la dirección. Definiendo y comprometiéndose con las políticas de mejora de la calidad en la planta así como también dando la debida importancia que merece en las reuniones.
- 3.2 Equipos de mejora de la calidad. Se debe crear un equipo con liderazgo que aporte soluciones y de seguimiento a la mejora continua.
- 3.3 Medidas de calidad. Dar seguimiento y medir el proceso de ensamble continuamente recolectar datos y realizar estudio de tiempos.
- 3.4 El coste de la calidad. Son todos aquellos costos que la empresa asume en invertir calidad el COC este método propone medir y evaluar donde se están produciendo costes relativos a la calidad a través de una simple formula:

$$\text{COC} = \text{Costos de calidad directos} + \text{Costos de no calidad}$$



- 3.5 Tener conciencia de la calidad. Una vez analizado el costo de la calidad se debe tomar conciencia que la empresa pierde mucho más al no contar con medidas que fomenten la mejora continua de manera que el coordinador de producción y la gerencia se comprometan a ayudar a mejorar la calidad.
- 3.6 Acción correctiva. A medida que se lleve seguimiento al proceso será más fácil detectar los problemas que se generen y poder crear soluciones que ayuden a eliminarlos.
- 3.7 Planificación cero defectos. Elaboración de un plan de actividades para el día uno de cero defectos aportando cada implicado en el proceso ideas para poder emplear el programa correctamente.
- 3.8 Capacitación del encargado. Antes de iniciar el programa el encargado de producción debe hablar con todos los operarios y explicarlo correctamente para el buen desempeño y se logre la meta cero defectos.
- 3.9 Día cero defectos. Según lo programado es el día inicial para el cambio en el proceso de la empresa.
- 3.10 Establecer las metas. Ya que esto es un proceso se deben establecer los objetivos de manera tanto individual como grupal y en qué porcentaje se puede reducir el número de error en el proceso.
- 3.11 Eliminación de causa del error. Al detectar las causas de error en el proceso que impidan el buen desarrollo del programa deben ser eliminadas desde equipos o herramientas que impidan un buen desempeño hasta los propios operarios que no aporten nada a la mejora continua.

- 3.12 Reconocimientos. Para la buena aplicación del programa se debe crear un plan de recompensa para el operario no tiene que ser específicamente económicamente esta puede acordarse por los miembros del equipo de calidad.
- 3.13 Consejos de calidad. Aportando cada uno ideas de cómo mejorar y teniendo una buena comunicación trabajando como equipo.
- 3.14 Empezar de nuevo. La mejora continua es un ciclo repetitivo y sin fin que cada vez se puede mejorar más para obtener mayores beneficios y reducir costos.

Ciclo de Deming

El ciclo de Deming consiste en una estrategia de mejora continua de la calidad con el objetivo de conseguir que redunde en un incremento de la competitividad de los productos y servicios, mejorando la calidad, reduciendo costes, optimizando productividad, reduciendo precios, incrementando la participación del mercado y aumentando la rentabilidad de la empresa u organización.

Para mejorar el proceso de ensamble es importante que UMA aplique en sus procesos el ciclo de Deming estableciendo metas alcanzables a corto plazo de manera que se logre una mejora en el proceso y aumente la calidad del mismo.

El ciclo de Deming posee cuatro etapas:

- 1. Planificar:** Con ayuda de un equipo enfocado en el mejoramiento de la calidad se debe llevar a cabo el programa cero defectos y reducir el índice de errores ahorrando en costes por lo que el primer mes la empresa debe disminuir como mínimo en un 10%.



- 2. Hacer:** Se realiza la prueba diaria cero defectos, se debe llevar un control de defectos por estación es decir se debe inspeccionar que se cumplan con los estándares de calidad antes de pasar a la siguiente estación en caso de no cumplirse repararse si es posible de inmediato, se crearan planes de compensación para el mejor empleado del mes, se realizaran capacitaciones sobre el buen manejo de herramientas y equipos así como de las posturas adecuadas para realización de actividades, contar con un área rotulada sobre las actividades por estación y estandarizar cada uno de los procesos para el ensamble de motocicletas, aplicar la metodología 5S logrando un lugar ergonómico en la línea de producción.
- 3. Controlar o verificar:** Una vez implementada cada una de las medidas antes mencionadas se debe llevar el periodo de prueba en la que se observara si estas medidas realmente funcionan y se están obteniendo los resultados esperados. En caso de no ser así se deben buscar otras alternativas.
- 4. Actuar:** Por ultimo al finalizar el periodo de prueba el equipo enfocado en calidad deberá evaluar si se cumplieron con los objetivos y de ser así decidir si se continuara con las medidas de mejora de forma definitiva en el proceso.



IX. Conclusiones

1. Al realizar la caracterización del proceso de ensamble actual se identificaron las tareas que se realizan para la consecución de las motos como producto final, asimismo, se señalaron los actores que contribuyen a la producción de la planta, al realizar la construcción del flujograma se identificó la ausencia de controles de calidad tempranos en el proceso, puesto que el único control de calidad que se realiza es al final de las actividades productivas.
2. Se realizó el cálculo del nivel de calidad de la empresa aplicando la herramienta six sigma obteniendo como resultado que la empresa se encontraba en un nivel muy bajo (2.15) lo que refleja la necesidad de la puesta en marcha de medidas correctivas para lograr incrementar los niveles de calidad. A partir del nivel de calidad encontrado se pudo calcular el nivel de productividad del proceso, siendo este de 74.1%, este bajo nivel explicaba el gran número de unidades que debían ser enviadas a reproceso y que representaban una disminución del porcentaje de rentabilidad del producto.
3. Al analizar los datos arrojados por el diagrama de Pareto se logró identificar que los defecto más recurrentes tenían que ver o estaban relacionados con la pericia, habilidad y concentración de los operarios (Mal ensamble de piezas, Tornillos y pernos flojos o trasroscados). Para analizar a detalle las causas de la problemática central (defectos que obligan al reproceso) se elaboró el diagrama de Ishikawa, en este se confirmó que la causa principal estaba ligada a la mano de obra, puesto que se identificó en los colaboradores una falta de motivación que derivaba en prestar muy poca atención a los detalles, esta actitud podría estar relacionada a la ausencia de incentivos, la rotación del personal y a una mala administración y distribución de las tareas entre los colaboradores. Otra de las causas que repercuten en la calidad final del producto es la ausencia de controles de calidad continuos en las actividades, solo se realiza un control de calidad al final del proceso lo

que provoca que por cada estación las fallas se acumulen y al final se tenga un producto que debe ser enviado a reproceso.

4. El nivel actual de calidad de la empresa obliga a la implementación de medidas correctivas inmediatas, se elaboraron propuestas ejecutables orientadas a mejorar los controles y establecer instrumentos que alivien la incertidumbre en los procesos sin incurrir en grandes costos de inversión, pensadas en la fomentar la involucración directa de todos los colaboradores.



X. Recomendaciones

1. Se deben realizar algunas correcciones en el proceso de fabricación de las motos relacionadas con la frecuencia de las inspecciones y la distribución equitativa de tareas para de esta manera aliviar los cuellos de botella entre estaciones.
2. Se debe evaluar los resultados primarios de la propuesta con la herramienta del nivel sigma con el objetivo detectar el progreso del incremento de la calidad y de identificar oportunidades de mejora.
3. Se debe establecer un plan anual de capacitación con los fondos de INATEC orientados a la tecnificación y/o especialización de los ensambladores, además de analizar la posibilidad de agregar una variable salarial relacionada con una compensación monetaria por porcentaje de calidad alcanzado y otras estrategias de incentivos a la producción. Los colaboradores deben asumir un compromiso activo con las necesidades de calidad de la empresa.
4. La empresa debe aplicar en todos sus procesos el ciclo de Deming, se deberán establecer metas alcanzables a corto plazo para fomentar la motivación y participación de todo el personal.

XI. Bibliografía

- Carrasco, J. B. (2008). *Gestión de procesos*. Santiago: Evolución S.A.
- Centro de Innovación y Desarrollo Empresarial (CIDEM). (2004). *Guías de gestión de la innovación de producción y logística*. Barcelona: Generalitat de Catalunya.
- Criollo, R. G. (1998). *Estudio de trabajo, ingeniería de métodos y medición de trabajo*. McGrill-Hill.
- Galindo, M. y. (2015). Productividad” en Serie de Estudios Económicos, Vol. 1. *¿Cómo vamos Mexico?*, 9.
- Guerrero, O. E. (2008). *Procesos de manufactura en Ingeniería industrial*. UNAD- Universidad abierta y a distancia .
- Gutierrez, H. (2010). *Calidad total y productividad* (Tercera edición ed.). Mexico: McGraw Hill.
- Gutierrez, H., & Vara, R. d. (2009). *Control estadístico de la calidad y seis sigma* (Segunda edición ed.). Mexico: McGraw hill.
- Jorge Tam Malaga, G. V. (2008). *Tipos, Métodos y Estrategias de investigación científica*. España: Escuela de Posgrados.
- Meza, F. G. (2015). *Introducción a la ingeniería Industrial*. Universidad Continental .
- Niebel, B. W. (2009). *Metodos, estandares y diseño de trabajo* (Duodécima ed.). Mc Graw hill.
- Pulido, H. G. (2013). *Control Estadístico de la calidad y Seis Sigma*. México: McGraw-Hill.
- R. Hernández Sampieri, C. F. (2006). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.
- Ruiz, L. E. (2010). *Aplicación de herramientas y técnicas de mejora de la*

Propuesta de mejora para el proceso de ensamble mediante el uso de herramientas de la calidad en la empresa Grupo UMA ubicada en Ciudad Sandino durante el periodo de enero a abril del año 2019.

productividad en una planta de fabricación de artículos de escritura.

Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya (UPC).

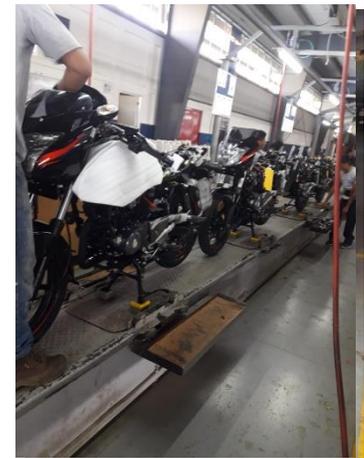
Sampieri, R. H. (2010). *Metodología de la investigación 5ta edición*. México: McGraw-Hill.

Sig Consulting . (2018). *Metodología de las 5S*. Sig Consulting.

UNIT (Instituto uruguayo de Normas Técnicas). (2009). *Herramientas para la mejora de la calidad* . UNIT .

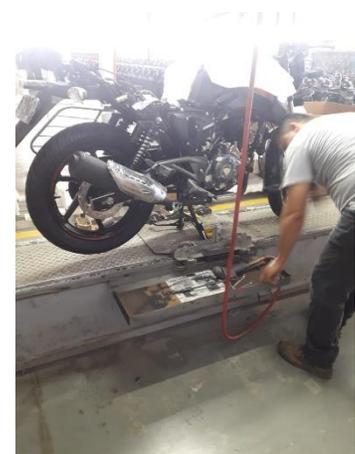
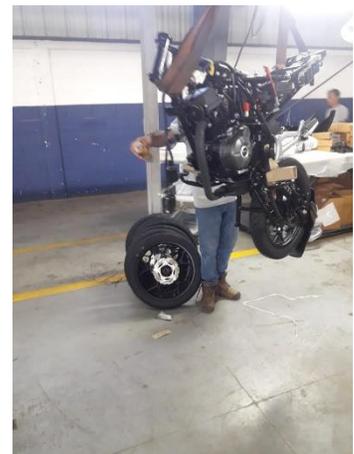
XII. Anexos

Imágenes











Tablas

Plan de mantenimiento para Banco Hidráulico

	FICHA TECNICA DEL EQUIPO
---	---------------------------------

AÑO: 2019

	DATOS DEL EQUIPO	
	No.de máquina	6
	Nom. máquina	Banco Hidraulico
	Capacidad de peso	1000 lbs
	Largo	113" (12' 9")
	Ancho	24" (2")
	Altura máxima	33" (12' 9")
	Altura mínimo	7-1/4"
	Rampa de acceso extraible	20
	Peso del elevador	520lbs

Mantenimiento Autonomo preventivo

ITEM	PARTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA
1	Banco Hidraulico	Engrase General	mensual
2	Maguera	Inspección de estado de manguera	mensual

Plan de mantenimiento para Dinamómetro

	FICHA TECNICA DEL EQUIPO Dinamometro
---	---

AÑO: 2019

	DATOS DEL EQUIPO	
	No.de máquina	8
	Nom. Parte de máquina	Soplador de escape
	Marca	Dynomerk contro S
	Frecuencia	50 Hz
	Poder	1.5k W
	RPM	1420
	Corriente	6.24 Amps
	Voltaje	3 Cargas 240V

	DATOS DEL EQUIPO	
	No.de máquina	8
	Nom. Parte de máquina	Soplador de enfriamiento
	Fabricante	GEMSDEN ENGINEERING
	Poder	120W
	RPM	1600
	Corriente	0.60 Amps
	Voltaje	230 V Ac
Frecuencia	60 Hz	

	DATOS DEL EQUIPO	
	No.de máquina	8
	Nom. Parte de máquina	ERPM Sensor
	Fabricante	AEINSTRON MACHATRONICS
	Model	ERSENS-25K2
	Detalles de pin	A:GND, B: 5VDC, C:O/P

	DATOS DEL EQUIPO	
	No.de máquina	8
	Nom. Parte de máquina	Extractor de aire
	Fabricante	Hitachi
	Modelo	NES1-015SB
	Entrada de suministro de voltios AC	200- 240, 3 PH
	Corriente	7.5 Amps
	Salida de suministro de voltios AC	200-240, 3 PH
	Frecuencia de salida	0.5 - 400

	DATOS DEL EQUIPO	
	No.de máquina	8
	Nom. Parte de máquina	Codificador
	Fabricante	Kluber
	Suministro	10 - 30
	Corriente	100mA

	DATOS DEL EQUIPO	
	No.de máquina	8
	Nom. Parte de máquina	Valvula
	Fabricante	Patcon
	Suministro de voltaje	24 V DC
	Tipo de valvula	PC 22CD
	Pre	0 -10 bar
	Orificio	3.0 mm

	DATOS DEL EQUIPO	
	No.de máquina	8
	Nom. Parte de máquina	Transformador
	Voltaje y corriente primario	120 V 38 A, 60 Hz
	Secundario	230 V, 15A
	Voltaje y corriente	230 V, 5A
	Fabricante	Preeja Electricals

	DATOS DEL EQUIPO	
	No.de máquina	8
	Nom. Parte de máquina	Cilindro Neumático de sujeción de ruido
	Fabricante de cilindro	SMC
	Modelo de cilindro	MDBB80-150Z
	Max. Presión	1.0 Mpa

	DATOS DEL EQUIPO	
	No.de máquina	8
	Nom. Parte de máquina	Cilindro neumático soplador de escape
	Fabricante de cilindro	SMC
	Modelo de cilindro	MDBC50-150Z-W
	Max. Presión	1.0 Mpa

Mantenimiento Autonomo preventivo

ITEM	PARTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA
1	Conexiones	Comprobar la conexión del codificador	Semanal
2	Pernos de tuerca y sujeción del sistema	Verificar todos os pernos y la sujeción del sistema.	Bimensual
3	Escape	Verificación de escape	Semanal
4	Rodamientos	Realice lubricación y engrase a rodamientos	Trimestral

Plan de mantenimiento para pistola de calor

	FICHA TECNICA DEL EQUIPO
--	---------------------------------

AÑO: 2019

	DATOS DEL EQUIPO	
	No.de máquina	4
	Nom. máquina	Pistola de calor
	Marca	STANLEY
	Modelo	Pistola de calor STXH2000K
	Potencia	1800W
	Ajuste de calor	Variable
	Interruptor	2 posiciones
	Temperatura	50 - 450°C/90 - 600°C
	Flujo de aire	300/500 l/min
	Longitud de cable	2m

Mantenimiento Autonomo preventivo

ITEM	PARTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA
1	Abertura de ventilación	Limpieza de las aberturas de ventilación utilizando un cepillo suave o paño seco	Semanal
2	Compartimiento del motor	Limpieza de compartimiento de motor con un paño humedo. Nota: No utilice productos abrasivos ni disolventes.	Semanal

Plan de mantenimiento para pulidoras de pintura

	FICHA TECNICA DEL EQUIPO
--	---------------------------------

AÑO: 2019

	DATOS DEL EQUIPO	
	No.de máquina	5
	Nom. máquina	Pulidora de pintura
	Marca	STANLEY
	Modelo	Pulidora de pintura STGP1318K-B3
	Potencia	1300W
	Velocidad sin carga	1000 - 3000/min (rpm)
	Diámetro del disco	7" (180mm)
	Diámetro del eje	M14

Mantenimiento Autonomo preventivo

ITEM	PARTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA
1	Ranuras de ventilación	Limpieza de las ranuras de ventilación con un paño suave o cepillo seco	Semanal
2	Carcasa del motor	Limpieza de carcasa de motor con un paño humedo Nota: No utilice productos abrasivos ni disolventes.	Semanal

Ficha técnica cargador de batería

	FICHA TECNICA DEL EQUIPO
--	---------------------------------

AÑO: 2019

	DATOS DEL EQUIPO	
	No.de máquina	7
Nom. máquina	Estante de cargador	
Marca	MIDTRONICS	
Entrada de voltaje AC	90-270 V AC, 60HZ, Fase unica	
Salida de voltaje	12 A & 4A (seleccionable)	
Corte de voltaje	14 V DC	
Protección MCB	40 Amps, 415 volts	
Tipo de enfriamiento	Fuerza de enfriamiento	
Temperatura	-20°C a 80°C (Estante de Cargador)	
Dimensión	L 137.4 cm - W 32 cm - H 82.5 cm	
Peso	80kg	

	DATOS DEL EQUIPO	
	No.de máquina	7
Nom. máquina	Estante de batería	
Marca	MIDTRONICS	
Longitud de cable	300 mm	
Clip de alambre	MS clip de cromado	
Dimensión	L 175 cm - W107cm - H82cm	
Peso	120kg	
Material usado	MS con recubrimiento en polvo	
Compartimento de batería individual	L 17.5 cm - W 19.5cm	
Capacidad de rueda	170kg cada uno capaz de manejar un total de 680 kg dos ruedas con freno y fijación	