

Mejoramiento de procesos productivos en la línea agrícola de Penagos Hnos & Cía

Jenifer Julieth Gaviria Cardona

Proyecto de grado para optar al título de Ingeniera Industrial

Director

Edwin Alberto Garavito

M.Sc. en Ingeniería Industrial

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Bucaramanga

2020

Agradecimientos

A Dios, a mis padres y hermanos por el apoyo incondicional durante este camino, por creer en mí y darme fortalezas en todo momento.

Al docente Edwin Garavito por guiarme en el desarrollo de este trabajo de grado.

A la empresa Penagos Hermanos y Cía por permitirme desarrollar el proyecto de grado, por su apoyo y motivación, por ayudarme a crecer de manera profesional y personal.

Contenido

	Pág.
Introducción	17
1. Justificación	19
2. Objetivos	21
2.1 Objetivo General	21
2.2 Objetivos Específicos.....	21
3. Planteamiento del problema.....	22
3.1 Metodología del diagnóstico.....	22
3.2 Descripción de la Empresa.....	23
3.2.1 Historia.....	23
3.2.2 Misión.....	24
3.2.3 Visión.....	24
3.2.4 Premios y Reconocimientos Ganados Por Penagos.....	25
3.3 Línea Agrícola	25
3.4 Alcance del proyecto.....	26
3.5 Identificación de productos principales	26
3.5 Máquina PP300.....	28

3.5.1 Tipos de máquinas	30
3.5.2 Que significa su referencia PP300.	30
3.6 Análisis Cinco Eses 5S's	30
3.7 Análisis causa efecto.....	33
3.8 Análisis cuantitativo.....	35
3.8.1 Estudio de tiempos.....	35
3.8.2 Análisis de capacidad.....	48
3.9 Oportunidades de mejora	50
4. Marco de referencia	52
4.1 Marco de antecedentes	52
4.2 Marco teórico	54
4.2.1 Mejoramiento continuo.....	54
4.2.2 Diagrama de Pareto.....	54
4.2.3 Diagrama Causa efecto.	55
4.2.4 Cinco eses 5S's.	55
4.2.5 Estudio de tiempos.....	56
4.2.6 Estudio de tiempos con cronómetro.....	56
5. Metodología	57
6. Plan de mejoramiento e implementación	59
6.1 Metodología 5's.....	59

6.1.1 Problema que se pretende atender.....	59
6.1.2 Objetivos	59
6.1.3 Descripción.	59
6.2 Estandarización.....	67
6.2.1 Problema que se pretende atender.....	67
6.2.2 Objetivos	67
6.2.3 Descripción.	67
6.3 Programación de la producción	71
6.3.1 Problema que se pretende atender.....	71
6.3.2 Objetivos	71
6.3.3 Descripción.	71
6.4 Capacidad.....	74
6.4.1 Problema que se pretende atender.....	74
6.4.2 Objetivos	74
6.4.3 Descripción.	75
6.5 Control de calidad en el proceso.....	78
6.5.1 Problema que se pretende atender.....	78
6.5.2 Objetivos	78
6.5.3 Descripción.	78
6.6 Planeación y programación del mantenimiento	82
6.6.1 Problema que se pretende atender.....	82
6.6.2 Objetivos	83
6.6.3 Descripción.	83

7. Indicadores de seguimiento.....	85
7.1 5S's	86
7.2 Estandarización.....	86
7.3 Programación de la producción	87
7.4 Calidad.....	88
7.5 Resultados.....	89
7.5.1 Indicador 5S's (Porcentaje de cumplimiento).....	89
7.5.2 Estandarización.....	92
8. Conclusiones.....	93
9. Recomendaciones	95
Referencias Bibliográficas.....	97

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Cumplimiento de objetivos.....	18
Tabla 2. Productos Principales.....	27
Tabla 3. Resultados lista de chequeo 5'S	31
Tabla 4. Análisis del diagrama causa-efecto.....	34
Tabla 5. Número de ciclos	35
Tabla 6. Estudio de tiempos - Bastidor Op 10.....	36
Tabla 7. Estudio de tiempos - Bastidor Op 20.....	37
Tabla 8. Estudio de tiempos - Bastidor Op 30.....	38
Tabla 9. Estudio de tiempos - Bastidor- Op 40.....	38
Tabla 10. Estudio de tiempos - Bastidor - Op 50.....	38
Tabla 11. Estudio de tiempos - Bastidor - Op 60.....	39
Tabla 12. Estudio de tiempos - Bastidor - Op 70.....	39
Tabla 13. Estudio de tiempos - Contra cuchilla - Op 10.....	39
Tabla 14. Estudio de tiempos - Contra cuchilla - Op 20.....	39
Tabla 16. Estudio de tiempos - Contra cuchilla - Op 40.....	40
Tabla 17. Estudio de tiempos - Tolva - Op 10.....	40
Tabla 18. Estudio de tiempos - Tolva - Op 20.....	40
Tabla 19. Estudio de tiempos - Tolva - Op 30.....	40
Tabla 20. Estudio de tiempos - Tolva - Op 40.....	41

Tabla 21. Estudio de tiempos - Cruceta rotor - Op 10	41
Tabla 22. Estudio de tiempos - Cruceta rotor - Op 20	41
Tabla 23. Estudio de tiempos - Cruceta rotor - Op 30	41
Tabla 24. Estudio de tiempos - Cruceta rotor - Op 40	41
Tabla 25. Estudio de tiempos - Cruceta rotor - Op 50	42
Tabla 26. Estudio de tiempos - Cruceta rotor - Op 60	42
Tabla 27. Estudio de tiempos - Rotor cuchilla -Op 10	42
Tabla 28. Estudio de tiempos - Rotor cuchilla -Op 20	42
Tabla 29. Estudio de tiempos - Rotor polea motriz - Op 10	42
Tabla 30. Estudio de tiempos - Rotor polea motriz - Op 20	43
Tabla 31. Estudio de tiempos - Rotor polea motriz - Op 30	43
Tabla 32. Estudio de tiempos - Rotor eje principal - Op10	43
Tabla 33. Estudio de tiempos - Rotor eje principal - Op20	43
Tabla 34. Estudio de tiempos - Rotor eje principal - Op30	43
Tabla 35. Estudio de tiempos - Rotor eje principal Op 40.....	44
Tabla 36. Estudio de tiempos - Rotor chumacera - Op 10.....	44
Tabla 37. Estudio de tiempos - Rotor chumacera - Op 20.....	44
Tabla 38. Estudio de tiempos - Rotor chumacera - Op 30.....	44
Tabla 39. Estudio de tiempos - Rotor chumacera - Op 40.....	44
Tabla 40. Estudio de tiempos - Protector - Op 10.....	45
Tabla 41. Estudio de tiempos - Protector - Op 20.....	45
Tabla 42. Estudio de tiempos - Protector - Op 30.....	45
Tabla 43. Estudio de tiempos - Protector - Op 40.....	45

Tabla 44. Estudio de tiempos - Protector - Op 50.....	46
Tabla 45. Estudio de tiempos - Protector - Op 60.....	46
Tabla 46. Estudio de tiempos - Base motor - Op 10.....	46
Tabla 47. Estudio de tiempos - Base motor - Op 20.....	47
Tabla 48. Estudio de tiempos - Base motor - Op 30.....	47
Tabla 49. Estudio de tiempos - Base motor - Op 40.....	47
Tabla 50. Estudio de tiempos - Base motor - Op 50.....	48
Tabla 51. Estudio de tiempos - Base motor - Op 60.....	48
Tabla 52. Cuadro resumen por operación en minutos.	48
Tabla 53. Cuadro análisis de capacidad.....	49
Tabla 54. Tiempos Finales Consolidados	70
Tabla 55. Tiempos mejora inicial al proceso	75
Tabla 56. Porcentaje de mejora inicial al proceso	76
Tabla 57. Porcentaje mejora final	77
Tabla 58. Tiempos mejora final.....	77
Tabla 59. Porcentaje de mejora en operaciones de menor capacidad.....	92
Tabla 60. Estandarización - Mejora.....	92

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Metodología del diagnóstico	22
Figura 2. Ventas promedio anuales - Diagrama de Pareto.....	28
Figura 3. Máquina PP300.	29
Figura 4. Porcentaje de cumplimiento 5'S.	33
Figura 5. Diagrama Causa – Efecto	34
Figura 6. Folleto socialización de herramienta 5S's.....	60
Figura 7. Folleto 5S's	60
Figura 8. Tarjeta de colores	61
Figura 9. Clasificación - 5S's	62
Figura 10. Diapositiva cuarto de elementos innecesarios.....	62
Figura 11. Antes -Punto de acopio final	63
Figura 12. Antes – Metalistería.....	63
Figura 13. Después - Punto de acopio final	63
Figura 14. Después - Metalistería	64
Figura 15. Bitacora 5S's	64
Figura 16. Lista de elementos innecesarios	65
Figura 17. Presentación 5S's y Kaizen	65
Figura 18. Presentación de avance de la metodología 5S's.....	66
Figura 19. Codificación y familia de productos.....	68

Figura 20. Método estándar	69
Figura 21. Ejemplo de método estándar	70
Figura 22. Planeación y programación de la producción.....	72
Figura 23. Cumplimiento de actividades para el aseguramiento de la calidad.....	73
Figura 24. Matriz de identificación de oportunidades de mejora	74
Figura 25. Gestión Metrológica	80
Figura 26. Gestión de planes de calidad	82
Figura 27. Procedimiento para la planeación y programación de la producción.....	83
Figura 28. Ejemplo de programación de la producción.....	84
Figura 29. Primera encuesta 5S's	89
Figura 30. Resultados II 5S's	90
Figura 31. Resultados III 5S's	90
Figura 32. Resultados IV 5S's.....	91

Lista de Apéndices

**“Ver Apéndices adjuntos en el CD y pueden visualizarse en la Base de Datos de la
Biblioteca UIS”**

Apéndice A. Diagrama de operaciones

Apéndice B. Estudio de tiempos inicial

Apéndice C. Libro de la metodología 5S's

Apéndice D. Formato de clasificación del puesto de trabajo y herramientas

Apéndice E. Método estándar de trabajo

Apéndice F. Codificación de la metodología 5S's

Apéndice G. Información PP 300

Apéndice H. Estudio de tiempos actual

Apéndice I. Procedimiento de programación de la producción

Apéndice J. Aseguramiento de la Calidad del Productomatriz de oportunidades)

Apéndice K. Elaboración y Validación de Planes de Muestreo

Apéndice L. Gestión Metrológica

Apéndice M. Gestión de Planes de Calidad

Apéndice N. Planeación y programación del mantenimiento

Apéndice O. Programa de mantenimiento

Resumen

Título: Mejoramiento de procesos productivos en la línea agrícola de Penagos Hnos & Cía.*

Autor: Jenifer Julieth Gaviria Cardona**

Palabras clave: Procesos, Mejoramiento, Capacidad, Operación, Estandarización, 5S's.

Descripción:

Penagos Hermanos es una de las grandes empresas metalmecánicas que desarrolla sus labores desde Santander, logrando posicionarse en el mercado y convertirse en un referente en tecnología de máquinas del sector agrícola y cafetero.

Esta empresa fue fundada en el año de 1892 y uno de sus grandes propósitos es incorporar tecnologías que le permitan ser más competitiva y estandarizar la línea de fabricación de maquinaria agrícola de manera que pueda brindar soluciones integrales para el sector industrial.

Por lo anterior Penagos busca mejorar sus procesos para lo cual se lleva a cabo el presente proyecto, que inicia con la realización de un diagnóstico de la situación de la empresa aplicando diferentes herramientas que permitieron evidenciar debilidades y oportunidades de mejora. Una vez identificados los principales aspectos a trabajar; se inicia la creación de los planes de mejoramiento que permiten proyectar qué se realizará y la manera de llevarlo a cabo; para esto se inicia con la herramienta cinco eses considerada como una de las bases del mejoramiento de procesos, seguidamente se enfoca el análisis en el estudio de tiempos y la estandarización de los procesos; se establecen características propias de la línea para garantizar la calidad del producto final y para ello se plantean diferentes procedimientos entre los que se encuentra la programación del mantenimiento; el establecimiento de las características de cumplimiento del producto, procedimientos de revisión y clasificaciones para aceptación o rechazo de acuerdo a sus características. Además, se realiza un análisis de capacidad de la línea y con la aplicación de los planes de mejora y control, se trabaja en elevar la capacidad de producción en cuanto a las unidades totales fabricadas en un tiempo determinado.

Y finalmente se diseñan indicadores que permiten hacer seguimiento y cuantificar los logros obtenidos con la implementación de los planes de mejoramiento.

* Proyecto de grado

** Facultad de ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de estudios industriales y empresariales. Director Edwin Alberto Garavito, Msc Ing Industrial

Abstract

Title: Improvement of productive processes in the agricultural line of Penagos Hnos & Cía.*

Author: Jenifer Julieth Gaviria Cardona**

Keywords: Processes, Improvement, Capacity, Operation, Standardization, 5S.

Description:

Penagos Hermanos is one of the great metalworking companies that develops its work from Santander, being able to position itself in the market and become a reference in machine technology in the agricultural and coffee sector.

This company was located in the year of 1892 and one of its great specifics is to incorporate technologies that will be more competitive and standardize the agricultural machinery manufacturing line so that it can provide integral solutions for the industrial sector.

Therefore, Penagos seeks to improve its processes for which the current project is carried out, which begins with a diagnosis of the company's situation by applying different tools that allow us to show weaknesses and opportunities for improvement. Once identified the main aspects to work; the creation of improvement plans that allow to project what will be carried out and how to carry it out begins; for this, five of these tools are started with the tool as one of the bases of process improvement, then the analysis is focused on the study of times and the standardization of processes; the characteristics of the line to determine the quality of the final product and for this purpose, different procedures are proposed, including maintenance programming; The establishment of product compliance characteristics, review procedures and classifications for acceptance or rejection according to its characteristics. In addition, an analysis of the capacity of the line is carried out and with the application of the improvement and control plans, work is being done to increase the production capacity in terms of the total units manufactured in a given time.

And finally, indicators will be designed to monitor and quantify the achievements obtained with the implementation of the improvement plans.

* Bachelor thesis

** Faculty of Physicomechanical Engineering. School of industrial and business studies. Director Edwin Alberto Garavito, MSc Ing Industrial

Introducción

La industria metalmecánica colombiana, a principios del siglo XX, desarrolló productos principalmente para el sector agrícola, con su enfoque en la caña de azúcar; por ello, asume el reto de la fabricación de trapiches para la producción de panela, siendo líderes los departamentos de Santander, Antioquia y Valle del Cauca («La industria metalmecánica en Colombia y la fabricación de molinos para ingenios azucareros», 2012).

Según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE, el sector industrial es el segundo rubro con mayor aporte al PIB de Santander, con una representación del 2.1% del sector industrial metalmecánico compuesto por diversas actividades económicas entre las que destacan la agroindustria, transporte, energía, minería, salud y construcción (Sectorial, 2015)

Penagos Hermanos & Compañía es una empresa del sector metalmecánico que cuenta con 125 años de experiencia aportando a la construcción del futuro; la compañía nace con el propósito de estudiar, promocionar y ejecutar proyectos industriales y evolucionó para realizar exportaciones de maquinaria agrícola, logrando ser reconocida por tener una de las más eficientes y extensas líneas de comercialización y distribución de productos industriales a nivel internacional. Siendo la industria metalmecánica una de las más importantes y prometedoras del país, con exportaciones que superan las 363.000 Toneladas al año (Guerrero, 2018), Penagos busca desarrollar su potencial para satisfacer la creciente demanda mundial de sus productos.

El presente trabajo de grado propone analizar información de los procesos, aplicando diferentes herramientas para identificar oportunidades de mejora y dar solución a los problemas detectados.

Cumplimiento de objetivos

Tabla 1.

Cumplimiento de objetivos.

Objetivos específicos	Cumplimiento
Determinar la situación actual de los procesos productivos con el fin de identificar falencias y oportunidades de mejora.	Capítulo 2 y 3
Establecer la capacidad del sistema a partir del estudio de tiempos y análisis de los recursos disponibles.	Capítulo 6
Diseñar un plan de mejoramiento de procesos enfocado en mejorar la calidad de los productos y elevar la productividad.	Capítulo 6
Implementar las propuestas de mejora que sean viables para la empresa y aprobadas por la dirección.	Capítulo 5, 6 y 7
Diseñar un sistema de medición a través de indicadores de gestión, que permitan llevar el control y hacer seguimiento al desempeño del proceso productivo.	Capítulo 7

1. Justificación

Penagos Hermanos & Compañía es una empresa del sector metalmecánico que cuenta con 125 años de experiencia aportando a la construcción del futuro; la compañía nace con el propósito de estudiar, promocionar y ejecutar proyectos industriales y evolucionó para realizar exportaciones de maquinaria agroindustrial logrando ser reconocida por tener una de las más eficientes y extensas líneas de comercialización y distribución de productos industriales a nivel internacional.

Penagos cuenta con tres líneas comerciales: café, agrícola y gas, logrando posicionarse como empresa líder en el sector metalmecánico, generando valor a sus productos de uso final y expandiendo su presencia a más de 40 países alrededor del mundo, lo que incrementa la necesidad de contar con procesos ligeros y de calidad que potencien su productividad, garanticen su competitividad y permanencia en el mercado internacional. Para ello, quiere hacer un énfasis en su proceso productivo, identificando falencias en las actividades de fabricación, falta de trazabilidad de la orden de fabricación, insuficiencia en controles de calidad, que impactan en la efectividad del proceso al traer consigo reprocesos, no conformidades en el producto, tiempos extensos de fabricación, desperdicio de material, entre otros, que finalmente se traduce en incremento de los costos de fabricación e insatisfacción del cliente. Para esto, se analizará los procesos de la planta ubicada en Girón – Santander.

Por otro lado, debido al comportamiento de las líneas previamente mencionadas (café, agrícola y gas), la línea café se caracteriza principalmente por productos personalizados y la línea gas ya cuenta con una estandarización en sus procesos productivos considerando el objetivo de crecimiento esperado para línea, según el plan estratégico; por tanto, se identificó la necesidad de

enfocar los esfuerzos en incrementar la productividad de la fabricación de los productos que hacen parte de la línea agrícola.

En las visitas realizadas y análisis preliminares, se ha identificado que la compañía no cuenta con la capacidad de producción para la demanda de los productos de la línea agrícola, la cual está en aumento debido a la adjudicación de negocios especiales.

En 2010 se realizó una evaluación y mejoramiento de la cadena de valor y de los recursos restrictivos de capacidad de producción en las áreas de mecanizado y metalistería de Penagos, que permitió a la empresa contar con el estudio de tiempos y análisis de capacidad en las áreas de aplicación de la práctica, se caracterizó el proceso, se disminuyeron los tiempos de alistamiento, se propuso una redistribución de los equipos y se realizó la evaluación y control de las mejoras implementadas; lo anterior aportó al mejoramiento de la empresa, sin embargo, no hay información actualizada de los tópicos mencionados (Bautista, Camargo, & Pinzón, 2010).

A inicios del año 2018, María Camila Parra desarrolló un Trabajo de Grado de mejoramiento para las secciones de pintura, ensamble y metalistería, aplicando el estudio OEE, no obstante, quedaron muchos aspectos por mejorar en las secciones mencionadas y en los procesos involucrados en el mercado creciente, de acuerdo con la visión de la empresa y nuevas negociaciones (Parra, 2018).

Registros históricos de la empresa permiten identificar que, para el año 2018, la empresa pudo satisfacer la demanda, sin embargo, la empresa no tiene un estudio de tiempos que le permita conocer la capacidad de producción, la identificación de despilfarros e ineficiencias; para cumplir la necesidad de los proyectos adjudicados, la empresa necesita aumentar la producción en más del doble de la actual. Esto, sin lugar a duda, impactaría positivamente en la competitividad de Penagos Hermanos en el mercado actual.

2. Objetivos

2.1 Objetivo General

Diseñar e implementar un plan de mejoramiento para la línea agrícola de Penagos Hermanos & Cía.

2.2 Objetivos Específicos

Determinar la situación actual de los procesos productivos con el fin de identificar falencias y oportunidades de mejora.

Establecer la capacidad del sistema a partir del estudio de tiempos y análisis de los recursos disponibles.

Diseñar un plan de mejoramiento de procesos enfocado en mejorar la calidad de los productos y elevar la productividad.

Implementar las propuestas de mejora que sean viables para la empresa y aprobadas por la dirección.

Diseñar un sistema de medición a través de indicadores de gestión, que permitan llevar el control y hacer seguimiento al desempeño del proceso productivo.

3. Planteamiento del problema

Penagos Hermanos & Cía se ha caracterizado por proveer soluciones al sector agroindustrial, siendo reconocida por su maquinaria agrícola a nivel internacional.

Actualmente se está llevando a cabo un contrato de producción masiva de la máquina P-300, por tanto, es necesario hacer una revisión de los procesos que la conforman con el fin de elevar la productividad de la línea y garantizar la calidad del producto.

Por medio de las visitas técnicas de interacción con los procesos, el personal y observación en la planta, se han identificado problemas en la producción que se ven reflejados en los tiempos y costos del proceso.

3.1 Metodología del diagnóstico

La metodología usada para ejecutar el diagnóstico se muestra en la figura 1.

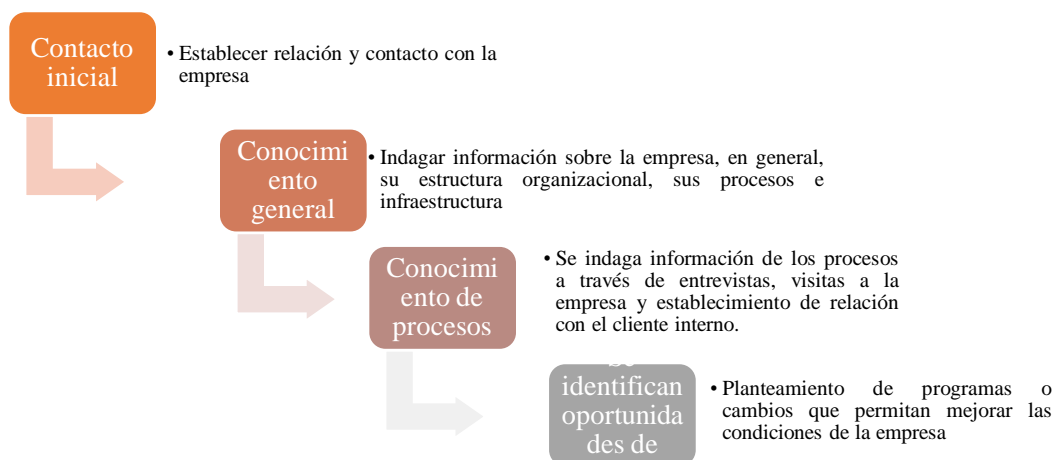


Figura 1. Metodología del diagnóstico

Para realizar un diagnóstico acertado de los procesos de la línea agrícola de Penagos se inició con el conocimiento a través de la percepción del cliente interno, aplicando entrevistas a los operarios involucrados y directivos, recopilando la información de cada operación, relacionada con recursos necesarios, métodos usados, problemas o fallas ya detectadas, debilidades y fortalezas; enfocando el análisis no solo a la acción operativa sino a las condiciones en que se presenta, el espacio y medio en que se llevan a cabo las actividades, para esto se aplicaron listas de chequeo de despilfarros y se evalúa el orden, aseo y seguridad aplicando una lista de chequeo 5S's.

Con la información obtenida, se hace levantamiento de los diagramas del proceso; se usan los informes de ventas para realizar un análisis de Pareto definiendo los pocos vitales, en este caso se identifica el producto representativo de la línea y se procede a realizar un estudio de tiempos, se calcula la capacidad de la planta y los resultados promedio de desplazamientos y esperas durante el proceso.

Se indaga además sobre los controles de calidad y trazabilidad del producto y finalmente se realiza un análisis causa efecto para detectar la causa raíz y los efectos del problema, plasmando más claramente la situación para definir oportunidades de mejora y proponer planes para llevarlas a cabo.

3.2 Descripción de la Empresa

3.2.1 Historia. A finales del siglo XIX los hermanos Eugenio y Mariano Penagos emprendieron un viaje desde su natal España rumbo a Argentina, con escala en Colombia, sus dificultades para transportar por caminos de herradura los enseres personales y la maquinaria que

traían para producir bienes de metalmecánica, los llevó a instalarse de manera definitiva en Bucaramanga.

Penagos Hermanos fabricó la primera planta de electricidad y trabajó en la tecnificación de una fábrica de hilados en San José de Suaita. En las primeras décadas del siglo XX, se enfocó en la construcción de trapiches y otras maquinarias agrícolas solicitadas en la región y en 1940 exportaba pica pastos y trapiches a los países vecinos (“Penagos Hermanos, en la ruta del café,” 2010).

Los años ochenta marcaron una época brillante para PENAGOS HERMANOS, pues se incorporan tecnologías de Italia y Brasil para modernizar la línea de maquinaria agrícola, y se incursiona en la fabricación de equipos para el procesamiento del café, revolucionando por completo los sistemas tradicionales de Beneficio Húmedo del Café, recibiendo por ello el reconocimiento de importantes entidades nacionales e internacionales (“Penagos,” n.d.).

En 2010, llega a 34 países de África, Asia y América Latina y obtiene el Premio Nacional de Exportaciones en la categoría de mediana empresa por su labor exportadora representada en el 50% de sus ventas totales (“Penagos Hermanos, en la ruta del café,” 2010).

3.2.2 Misión. Brindar soluciones integrales para Incrementar la Productividad y Competitividad del Empresario del agro.

3.2.3 Visión. En el 2020, Penagos Hermanos y Cia. S.A.S. será la primera opción de compra de su mercado potencial, por lo menos en tres sectores agroindustriales.

3.2.4 Premios y Reconocimientos Ganados Por Penagos.

Proexport-Analdex: Premio Nacional de Exportaciones, septiembre 1994

Bancoldex-Tecnos: Premio Nacional de Innovación Tecnológica Empresarial. Octubre 1995

Banco de Occidente. - Planeta Azul. Premio Nacional Ecología Planeta Azul. Junio 1997

Cámara de Comercio de Bucaramanga. Reconocimiento por la Invaluable Contribución al Desarrollo Empresarial, Regional e Institucional de Santander y de Colombia. Septiembre 2005

Analdex: Premio Nacional de Exportaciones 2010

Portafolio: Premio al Esfuerzo Exportador 2011

Cámara de Comercio de Bucaramanga. Programa de Innovación y Desarrollo Tecnológico. Reconocimiento a una vida empresarial innovadora. 2012

Banco de Bogotá, 2012, Nominado al Premio Regional de Innovación.

Orden del Mérito Empresarial “José Gutierrez Gómez” en reconocimiento a empresas que se distinguen como forjadoras del servicio productivo del país. Julio 2013

ProColombia. Premio en la Categoría a la sostenibilidad exportadora. Septiembre 2015

Colciencias. Reconocimiento EAI. Empresa Altamente Innovadora. 2016

3.3 Línea Agrícola

Penagos comenzó fabricando su propia planta eléctrica para accionar los motores de su taller y en 1908 fabricó el primer molino de caña en el departamento, logrando cuadruplicar la extracción del jugo presente en la caña, un gran avance para la industria.

En 1940 Alfonso Penagos Mantilla toma la dirección de la compañía, dando un paso adelante en la busca de nuevos mercados en el exterior y afianzando la fabricación de maquinaria agrícola con picapastos, trituradores y desgranadores de maíz y cereal. Dos años después, se desarrolló la primera catadora de café por flujo de aire y se patenta en Estados Unidos.

Con el fin de mejorar su posición en el mercado y competitividad, se analiza la posibilidad de expansión y diversificación, tomando la decisión de crear nuevos productos y montar una línea exclusiva para la fabricación de maquinaria agrícola que se lleva a cabo en 1960; diez años después se incorporó tecnología italiana y brasileña en el diseño de la maquinaria agrícola tradicional.

Después de un período crítico para la agricultura en Colombia, en 2005 comenzó el crecimiento de la maquinaria para ganadería, gracias a las nuevas políticas del Estado.

3.4 Alcance del proyecto

La empresa actualmente se encuentra en una etapa de expansión, por lo que se proyecta un crecimiento en las ventas para el año 2020 siendo indispensable elevar la eficiencia de la planta.

Además, se encuentra en cambios no solo a nivel estructural sino en cuanto a infraestructura de la información, por lo que el presente proyecto permitirá recopilar información que será tomada como base para alimentar el sistema ERP.

3.5 Identificación de productos principales

Para identificar el producto representativo de la Línea agrícola, se toman los datos históricos de ventas hasta el 2017, último año finalizado, y se realiza un diagrama de Pareto (Ver Tabla 1) con

el cual se detectan los productos principales, que son el 17% de los productos y abarcan cerca del 80% de las ventas de la empresa.

Tabla 1.

Productos Principales

Referencia	Promedio venta anual	%	% Acumulado
PP300 y PP300R	722	22%	22%
PP600	295	9%	31%
P7MB 3C	241	7%	38%
DH2	222	7%	44%
P7MB 2C	219	7%	51%
PP600R	183	5%	56%
DH4	176	5%	62%
TP8	146	4%	66%
P9MRB	115	3%	70%
EM4	105	3%	73%
DH2 1/2 (Camisa Inox)	91	3%	75%
DH2 1/2 (Camisa Cobre)	64	2%	77%
BECOL 500	53	2%	79%
MDP60	50	2%	80%

Nota: Valores en unidades (productos)

La Tabla 1 presenta 14 productos que componen la mayor parte de las ventas de la empresa, identificando las máquinas PP-300 como el producto representativo debido a que ocupan el 22 % de las ventas, cifra lejana a su segundo producto en orden de importancia, la máquina PP600 con un 9% de ventas y por supuesto, a los productos siguientes en la lista.

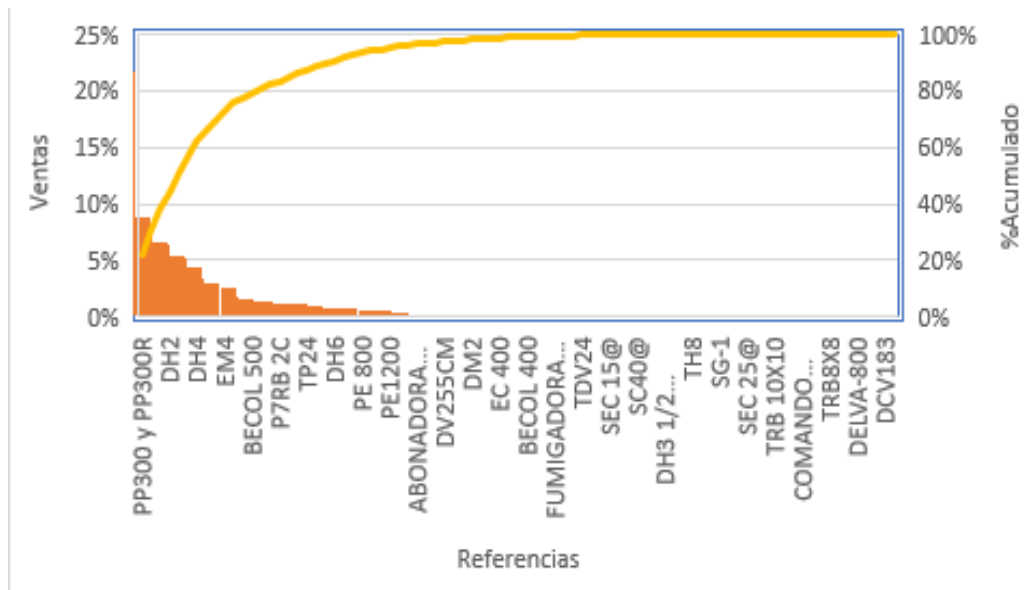


Figura 1. Ventas promedio anuales - Diagrama de Pareto

El histórico de ventas y diagrama de Pareto se encuentra consignado en la Figura 2. En la parte izquierda de la figura 2 se pueden ver las referencias con mayor número de ventas promedio anuales, que son la minoría vital. Con los resultados obtenidos, por su gran volumen de ventas y decisión de la dirección se enfoca el análisis en el principal producto de la línea agrícola, la máquina PP300, buscando invertir menores esfuerzos que aporten a grandes cambios en la empresa.

Cabe resaltar que del 17% de las referencias que producen el 80% de las ventas, productos representativos, solo el 64% pertenece a la línea agrícola y el 36% restante a la línea de Café.

3.5 Máquina PP300

La PP 300, es un equipo mecánico que facilita picar pasto y desechos de cosechas para la alimentación animal, es ideal para hacer ensilaje y apta para ración diaria; es apropiada para

optimizar el picado de pasto, caña de azúcar, sorgo, zanahoria, papa, trozos de yuca y otras especies forrajeras.

Esta máquina posee dos cuchillas de corte móviles que hacen dos cortes por revolución y una contra cuchilla fija, está diseñada para motor eléctrico, ofreciendo como accesorio adicional una base al piso para motores gasolina o diésel; la longitud de corte depende de la distancia del filo de la cuchilla al plato rotor.

Requiere de un motor eléctrico de 2 a 3 caballos de fuerza, o un motor de gasolina o diésel de 5 caballos de fuerza.

La PP 300 cuenta con un protector de bandas y poleas, el cual sirve tanto para motor eléctrico como para motor a gasolina o diésel. Sus dos posiciones le dan la opción de ajustarse a lo que el usuario requiera; así mismo, cuenta con una capacidad de producción de 600 a 1000 kilogramos de pasto picado por hora. La Figura 3 presenta la máquina PP 300.



Figura 2. Máquina PP300.

3.5.1 Tipos de máquinas. El primer tipo cuenta con mando sobre un eje montado sobre dos chumaceras para ser accionado con un motor eléctrico o gasolina y banda al piso montado todo el conjunto sobre una base.

Para el segundo tipo es montado el rotor directamente sobre el eje del motor en una versión más económica que la anterior, pero que ofrece la ventaja que puede ser llevada al corte (motor) disminuyendo los esfuerzos de operación del proceso de picado, pero debe ser muy bien operada para evitar accidentes, no existe un fusible entre el motor y la máquina cuando lo hace con motor al piso.

3.5.2 Que significa su referencia PP300. Las letras PP significa pica pasto, y el 300 el primer dígito, 3, la potencia efectiva del equipo. Muchas veces se precede de otras letras para diferenciar el sistema de mando, ejemplo AMG/E acoplada directamente a motor gasolina o eléctrico. La R significa máquina regula con base al piso.

Esta máquina reduce al mínimo el esfuerzo que se tendría que hacer para alimentar 10 novillos de 200 kilos que se comen en promedio el 20% de su peso.

3.6 Análisis Cinco Eses 5S's

La metodología 5S's es uno de los primeros pasos que se aplicó para el mejoramiento de procesos en Penagos, recolectando información mediante la aplicación de una lista de chequeo y entrevistas a los operarios y al director de producción, iniciando así el diagnóstico de la situación actual de la planta.

Este análisis da como resultado la detección de deficiencias en la organización y disposición de herramientas, producto en proceso, limpieza y mantenimiento de máquinas y equipos y condiciones físicas, ambientales y de seguridad de la planta. La lista de chequeo 5S's se encuentran en la Tabla 2.

Tabla 2.

Resultados lista de chequeo 5'S

5S's	Puntos	Calificación	Porcentaje de Cumplimiento
Seleccionar	26	2.9	57.78%
Ordenar	27	3.4	67.50%
Limpiar	31	3.4	68.89%
Estandarizar	25	3.6	71.43%
Disciplinar	15	3.0	60.00%

Una vez organizada la información se concluye:

Seleccionar: En la planta se observa que existen vías de circulación, hay demarcación de áreas de trabajo y pasos, sin embargo, por el paso del tiempo se ve la necesidad de retocarla para contrarrestar el desgaste; se encuentran elementos en los pasillos, así mismo, se encuentra que hay recursos que no son utilizados, algunos elementos no se encuentran en buen estado, hay herramienta obsoleta y cosas innecesarias que ocupan espacio. Las mesas no están despejadas, hay que mejorar la señalización de riesgos y de la ruta de evacuación.

Ordenar: Las áreas de la planta se encuentran identificadas, en las mesas hay algunos elementos innecesarios y otros en desorden, obstaculizando y ralentizando el proceso, ya que no se ha establecido un lugar específico para cada uno de ellos, se cuenta con contenedores de basura, se han ubicado adecuadamente y están despejados para su utilización. Se identifica la necesidad de contar con herramenteros, tableros, cajones u otros que mejoren la organización y permitan ubicar en un lugar específico los materiales.

Limpiar: Penagos cuenta con pisos adecuados ya que se encuentran libres de polvo, basura y aceites, se realiza limpieza frecuentemente; las máquinas y equipos se encuentran en un estado aceptable, aunque se pueden mejorar las condiciones de aseo y mantenimiento de estas; las paredes se encuentran en buen estado y libres de humedad. Los equipos de protección personal son adecuados y se encuentran en condiciones óptimas.

Estandarizar: El personal cuenta con uniforme y elementos de protección personal, sin embargo, algunos de ellos se encuentran desgastados y se debe estandarizar el uso; es necesario definir EPP's por área y controlar ingreso a zonas. Actualmente la planta se encuentra en condiciones óptimas, contando con iluminación y ventilación adecuadas. No se cuenta con instructivos ni formatos que permitan hacer trazabilidad al producto, es necesario definir los procedimientos, estableciendo para cada operación las responsabilidades y secuencia. Los formatos que se diligencian presentan inconsistencias y no son controlados por el personal. Se identifica la necesidad de capacitar en los diferentes programas al personal, y en las metodologías aplicadas.

Disciplina: Es necesario capacitar al personal y realizar inicialmente controles con el fin de crear cultura en el mantenimiento de orden y limpieza, se debe actualizar el plan de mantenimiento preventivo de las máquinas y ejecutarlo, establecer y divulgar procedimientos de trabajo, establecer planes de mejoramiento y dar reconocimiento por las mejoras.

La Figura 4 presenta el porcentaje de cumplimiento de 5S's

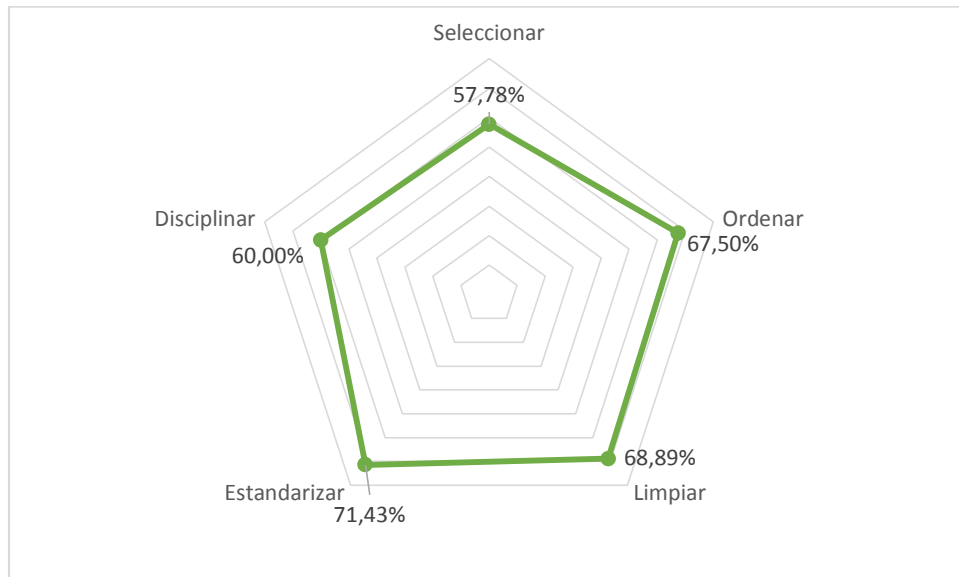


Figura 3. Porcentaje de cumplimiento 5'S.

3.7 Análisis causa efecto

El análisis causa efecto se realiza para estudiar los procesos, las situaciones que se presentan con mayor frecuencia y cuáles son las posibles causas que lo provocan, identificando como principales problemas los relacionados en la figura 5.

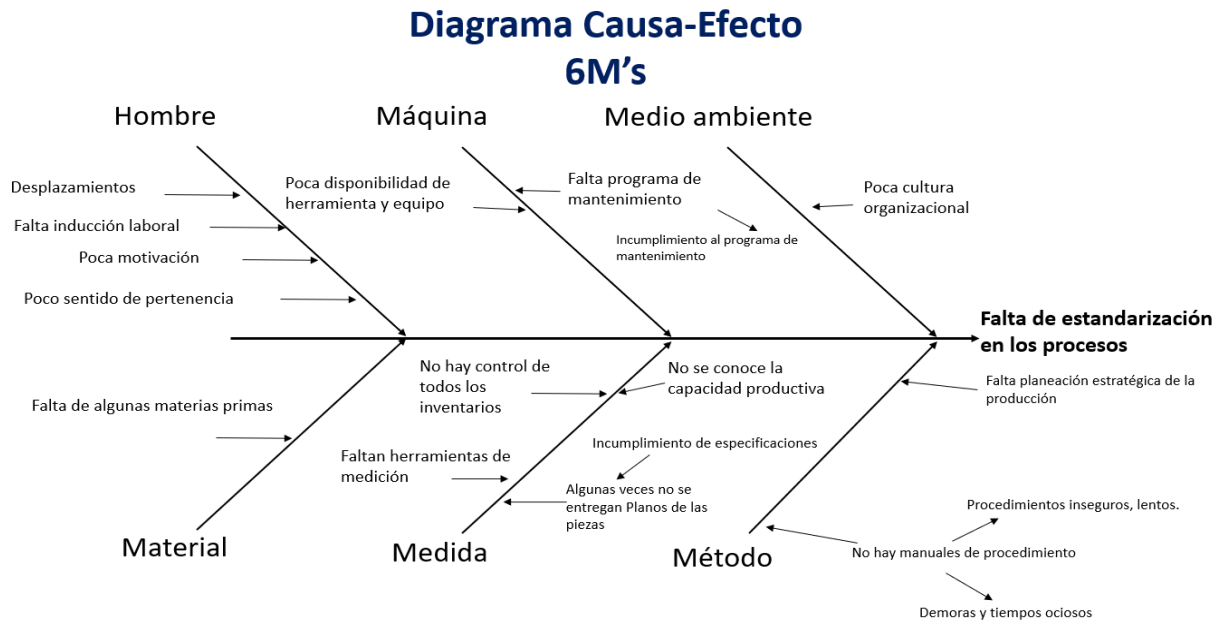


Figura 4. Diagrama Causa – Efecto

La Tabla 4 presenta el análisis del diagrama causa-efecto presentado en la Figura 5.

Tabla 3.

Análisis del diagrama causa-efecto.

Hombre	
Causas	Consecuencias
Desplazamientos	Pérdida de tiempo en el desplazamiento del personal
Falta inducción laboral	Tardía la curva de aprendizaje de labores del personal
Poca motivación	Carencia de profesionalismo para la entrega de trabajos
Poco sentido de pertenencia	Poca trazabilidad en los logros del empleado relacionados con la misión y visión de la empresa
Máquina	
Causas	Consecuencias
Poca disponibilidad de herramienta y equipo	Pérdida de tiempo en la obtención y apropiación de la herramienta y equipo.
Falta programa de mantenimiento	Reducción en el tiempo de vida de los equipos por falta de mantenimiento preventivo.
Medio ambiente	
Causas	Consecuencias
Poca cultura organizacional	No hay manejo de residuos por parte del personal
Material	
Causas	Consecuencias
Falta de algunas materias primas	Retraso en la entrega de productos

Hombre	
Causas	Consecuencias
Medida	
Causas	Consecuencias
No hay control de todos los inventarios	Pérdida de recursos al desconocer la cantidad y productos disponibles
Faltan herramientas de medición	Desconocimiento sobre la eficiencia de los procesos
No se conoce la capacidad productiva	No se cumple con los tiempos de entrega de los productos
Algunas veces no se entregan planos de las piezas	Nula indicación guiada para que el cliente utilice las piezas
Método	
Causas	Consecuencias
Falta planeación estratégica de la empresa	Pérdida de oportunidades de crecimiento y expansión de la empresa
No hay manuales de procedimientos	Ralentización en la producción

3.8 Análisis cuantitativo

Con el fin de establecer el tiempo tipo de cada operación del proceso de fabricación de la máquina picapastos 300, se realiza el estudio de tiempos en el cual se definen ciclos y elementos para cada operación. Para conocer el proceso se realiza el diagrama de operaciones que se encuentra consignado en el apéndice A.

3.8.1 Estudio de tiempos. El estudio de tiempos se realiza para establecer el tiempo tipo de cada operación, cuellos de botella y despilfarros del proceso. Para tomar los tiempos se utilizó el método del cronómetro de vuelta a cero. Para determinar la cantidad de ciclos se utilizó la Tabla 5.

Tabla 5.

Número de ciclos

Tiempo del Ciclo en Minutos	Número de Ciclos Recomendados
Hasta 0.10	200
Hasta 0.25	100
Hasta 0.50	60
Hasta 0.75	40
Hasta 1.00	30

Tiempo del Ciclo en Minutos	Número de Ciclos Recomendados
Hasta 2.00	20
Hasta 5.00	15
Hasta 10.00	10
Hasta 20.00	8
Hasta 40.00	5
Más de 40.00	3

Nota: Adaptado de Ortiz Pimiento, Néstor Raúl (1999). Análisis y mejoramiento de los procesos de la empresa. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales.

Durante la toma de tiempos, se asignó una valoración a cada elemento de acuerdo con la velocidad con que se realizaba la tarea y finalmente se asignaron los respectivos suplementos, obteniendo entonces el tiempo asignado al cuál se le adicionó un 2% correspondiente al suplemento de contingencia.

A continuación, se presentan diversas tablas (Tabla 6 a Tabla 5) con los tiempos asignados de las piezas agrupadas por componentes para visualizar el proceso completo; cabe resaltar que las operaciones se denominan en dígitos de 10 y son agrupadas por área de procesamiento de acuerdo con la parametrización que se desarrollará en el sistema de información, además se discriminó por material con el fin de facilitar la programación en SAP; el archivo de los tiempos con los materiales separados en filas se encuentra en Apéndice B.

Tabla 4.

Estudio de tiempos - Bastidor Op 10

Nombre del Material	Tiempo Montaje (min)	Tiempo Operación (min)
Soporte Bastidor_Lateral	5.5	1.1
Soporte Bastidor_Refuerzo	1.1	0.55
Soporte Bastidor_Planchuela	5.5	0.275
Lateral Frontal	5.5	1.1
Lateral Posterior	5.5	1.1
Fondo	1.1	0.55
Contra-Cuchilla_Refuerzo Soporte	5.5	0.165

Nombre del Material	Tiempo Montaje (min)	Tiempo Operación (min)
Contra-Cuchilla_Soporte	5.5	1.001
Tolva_Soporte Izquierdo	7.7	0.913
Tolva_Soporte Derecho	7.7	0.825
Tapa Superior_Pin Bisagra	0.55	0.176
Soporte Protector	5.5	0.275
Tapa Superior_Bisagra	5.5	0.55
Tapa Superior_Laterales	5.5	1.188
Tapa Superior	1.1	1.166
Tapa Superior_Pisador Criba	1.1	0.55
Tapa Superior_Deflector	5.5	0.363

En la tabla 6 se pueden observar los tiempos de corte de cada una de las piezas que conforman el bastidor siendo esta operación la primera realizada para iniciar el proceso de fabricación de la máquina; es importante tener en cuenta además que el tiempo total promedio de operación obtenido es de 91.95 minutos, es decir 91 minutos con 57 segundos de los cuales solo cerca de 12.5 minutos corresponde a tiempo de operación y lo demás es tiempo de montaje de las piezas.

Tabla 5.

Estudio de tiempos - Bastidor Op 20

Nombre del Material	OPERACIÓN 20	
	Elemento	Tiempo Operación (min)
	Tiempo Montaje (min)	Doblez
		Doblez
Soporte Bastidor_Lateral	2.2	0.55
Soporte Bastidor_Refuerzo	1.1	0.55
Tolva_Soporte Izquierdo	1.1	0.132
Tolva_Soporte Derecho	1.1	0.132
Tapa Superior_Laterales	1.1	0.132
Tapa Superior	1.1	0.385
Tapa Superior_Deflector	1.1	0.253
	Elemento	Punzón
Fondo	1.1	0.88

Tabla 6.

Estudio de tiempos - Bastidor Op 30

Nombre del Material	Operación 30	
	Elemento	Tiempo Operación (min)
	Tiempo Montaje (min)	Tiempo Operación (min)
	Pre-soldadura	Pre-soldadura
Tapa Superior_Laterales	5.5	5.5
Tapa Superior		
	Soldadura	Soldadura
Soporte Bastidor_Lateral	5.5	2.2
Soporte Bastidor_Refuerzo		
Soporte Bastidor_Planchuela		
Tapa Superior_Bisagra	N/A	10
	Rolado	Rolado
Fondo	0.55	0.55
	Pintura	Pintura
Tapa Superior_Deflector		

Tabla 7.

Estudio de tiempos - Bastidor- Op 40

Nombre Del Material	Operación 40	
	Elemento	Tiempo Operación (min)
	Tiempo Montaje (min)	Tiempo Operación (min)
	Soldadura	Soldadura
Fondo	N/A	16.5
Tornillo Ajuste Perilla		
Tapa Superior y Laterales	N/A	11

Tabla 8.

Estudio de tiempos - Bastidor - Op 50

Nombre del Material	Operación 50	
	Elemento	Tiempo Operación (min)
	Tiempo Montaje (min)	Tiempo Operación (min)
	Soldadura	Soldadura
Lateral Frontal, lateral posterior, fondo, tornillo de ajuste perilla, soporte de la contra cuchilla y soportes laterales de la tolva y bisagra de la tapa superior	5.5	16.5
	Limpieza	Limpieza
Tapa Superior y Laterales	N/A	3.3

Tabla 9.

Estudio de tiempos - Bastidor - Op 60

Nombre del Material	Elemento	Operación 60	
		Tiempo Montaje (min)	Tiempo Operación (min)
		Soldadura	Soldadura
Lateral, refuerzo y planchuela del soporte bastidor; Frontal, lateral posterior, fondo, tornillo de ajuste perilla, soporte de la contra cuchilla y soportes laterales de la tolva, bisagra, pin bisagra y pisador criba de la tapa superior		5.5	13.4

Tabla 10.

Estudio de tiempos - Bastidor - Op 70

Nombre del Material	Elemento	Operación 70	
		Tiempo Montaje (min)	Tiempo Operación (min)
		Pintura	Pintura
Lateral, refuerzo y planchuela del soporte bastidor; Frontal, lateral posterior, fondo, tornillo de ajuste perilla, soporte de la contra cuchilla y soportes laterales de la tolva, bisagra, pin bisagra y pisador criba de la tapa superior y soporte protector			5.5

Tabla 11.

Estudio de tiempos - Contra cuchilla - Op 10

Nombre del Material	Elemento	Operación 10	
		Tiempo Montaje (min)	Tiempo Operación (min)
Contra Cuchilla		5.5	0.363

Tabla 12.

Estudio de tiempos - Contra cuchilla - Op 20

Nombre del Material	ELEMENTO	Operación 20	
		Tiempo Montaje (min)	Tiempo Operación (min)
Contra Cuchilla		5.5	0.73

Tabla 13. *Estudio de tiempos - Contra cuchilla - Op 30*

Nombre del Material	Elemento	Operación 30	
		Tiempo Montaje (min)	Tiempo Operación (min)
		Limpieza	Limpieza
Contra Cuchilla			2.2

Tabla 14.

Estudio de tiempos - Contra cuchilla - Op 40

Nombre del Material	ELEMENTO	Operación 40	
		Tiempo Montaje (min)	Tiempo Operación (min)
		Pintura	Pintura
Contra Cuchilla		6.6	1.1

Tabla 15.

Estudio de tiempos - Tolva - Op 10

Nombre del Material	Elemento	Operación 10	
		Tiempo Montaje (min)	Tiempo Operación (min)
		Corte	Corte
Tapa		5.5	22
Canal		5.5	1.65

Tabla 16.

Estudio de tiempos - Tolva - Op 20

Nombre del Material	Elemento	Operación 20	
		Tiempo Montaje (min)	Tiempo Operación (min)
		Doblez	Doblez
Tapa		0.55	0.55
Canal		11	0.52

Tabla 17.

Estudio de tiempos - Tolva - Op 30

Nombre del material	Elemento	Operación 30	
		Tiempo Montaje (min)	Tiempo Operación (min)
		Soldadura	Soldadura
Tapa		5.5	12.1

Tabla 18.

Estudio de tiempos - Tolva - Op 40

Nombre del material	Operación 40	
	Elemento	Tiempo Operación (min)
Tapa		Tiempo montaje (min)
		Tiempo Operación (min)
	Elemento	Pintura
		Pintura
		1.1
		1.1

Tabla 19.

Estudio de tiempos - Cruceta rotor - Op 10

Nombre del material	Operación 10	
	Elemento	Tiempo Operación (min)
Cruceta_Rotor		Tiempo Montaje (min)
		Tiempo Operación (min)
	Elemento	Refren_Cil.interno
		Refren_Cil.interno
		29.7
		3.85

Tabla 20.

Estudio de tiempos - Cruceta rotor - Op 20

Nombre Del Material	Operación 20	
	Elemento	Tiempo Operación (min)
Cruceta_Rotor		Tiempo Montaje (min)
		Tiempo Operación (min)
	Elemento	Planeado_Perforado
		Planeado_Perforado
		44
		4.95

Tabla 21.

Estudio de tiempos - Cruceta rotor - Op 30

Nombre Del Material	Operación 30	
	Elemento	Tiempo Operación (min)
Cruceta_Rotor		Tiempo Montaje (min)
		Tiempo Operación (min)
	Elemento	Perforado
		Perforado
		16.5
		2.2

Tabla 22.

Estudio de tiempos - Cruceta rotor - Op 40

Nombre del material	Operación 40	
	Elemento	Tiempo Operación (min)
Cruceta_Rotor		Tiempo Montaje (min)
		Tiempo Operación (min)
	Elemento	Roscado
		Roscado
		16.5
		2.2

Tabla 23.

Estudio de tiempos - Cruceta rotor - Op 50

Nombre del material	Operación 50		
		Tiempo Montaje (min)	Tiempo Operación (min)
	Elemento	Balanceo	Balanceo
Cruceta_Rotor		16.5	8.8

Tabla 24.

Estudio de tiempos - Cruceta rotor - Op 60

Nombre del material	Operación 60		
		Tiempo Montaje (min)	Tiempo Operación (min)
	Elemento	Pintura	Pintura
Cruceta_Rotor		11	6.6

Tabla 25.

Estudio de tiempos - Rotor cuchilla -Op 10

Nombre Del Material	Operación 10		
		Tiempo Montaje (min)	Tiempo Operación (min)
	Elemento	Corte	Corte
Rotor_Cuchilla		5.5	0.36

Tabla 26.

Estudio de tiempos - Rotor cuchilla -Op 20

Nombre del material	Operación 20		
		Tiempo Montaje (min)	Tiempo Operación (min)
	Elemento	Pintura	Pintura
Rotor_Cuchilla		6.6	1.1

Tabla 27.

Estudio de tiempos - Rotor polea motriz - Op 10

Nombre Del Material	Operación 10		
		Tiempo Montaje (min)	Tiempo Operación (min)
	Elemento	Cilindrado_Interno	Cilindrado_Interno
Rotor_Polea Motriz		22	11

Tabla 28.

Estudio de tiempos - Rotor polea motriz - Op 20

Nombre del material	Elemento	Operación 20	
		Tiempo Montaje (min)	Tiempo Operación (min)
Rotor_Polea Motriz		Balanceo	Balanceo
		8.8	2.86

Tabla 29.

Estudio de tiempos - Rotor polea motriz - Op 30

Nombre del material	ELEMENTO	Operación 30	
		Tiempo Montaje (min)	Tiempo Operación (min)
Rotor_Polea Motriz		Pintura	Pintura
		1.1	4.4

Tabla 30.

Estudio de tiempos - Rotor eje principal - Op10

Nombre Del Material	Elemento	Operación 10	
		Tiempo Montaje (min)	Tiempo Operación (min)
Rotor_Eje Principal		Refren_Centros	Refren_Centros
		22	2.2

Tabla 31.

Estudio de tiempos - Rotor eje principal - Op20

Nombre del material	ELEMENTO	Operación 20	
		Tiempo Montaje (min)	Tiempo Operación (min)
Rotor_Eje Principal		Avellan	Avellan
		11	1.1

Tabla 32.

Estudio de tiempos - Rotor eje principal - Op30

Nombre del material	Elemento	Operación 30	
		Tiempo Montaje (min)	Tiempo Operación (min)
Rotor_Eje Principal		Cilindrado_Externo	Cilindrado_Externo
		30.8	3.85

Tabla 33.

Estudio de tiempos - Rotor eje principal Op 40

Nombre del material	Operación 40	
	ELEMENTO	Tiempo Operación (min)
Rotor_Eje Principal	Avellan	2.2

Tabla 34.

Estudio de tiempos - Rotor chumacera - Op 10

Nombre del material	Operación 10	
	Elemento	Tiempo Operación (min)
Rotor_Chumacera	Cilindrado_Externo	5.5

Tabla 35.

Estudio de tiempos - Rotor chumacera - Op 20

Nombre Del Material	Operación 20	
	Elemento	Tiempo Operación (min)
Rotor_Chumacera	Cilindrado_Interno	4.4

Tabla 36.

Estudio de tiempos - Rotor chumacera - Op 30

Nombre del material	Operación 30	
	Elemento	Tiempo Operación (min)
Rotor_Chumacera	Perforado	2.2

Tabla 37.

Estudio de tiempos - Rotor chumacera - Op 40

Nombre del material	Operación 40	
	Elemento	Tiempo Operación (min)
Rotor_Chumacera	Perforado	1.65

Tabla 38.

Estudio de tiempos - Protector - Op 10

Nombre del material	Elemento	Operación 10	
		Tiempo Montaje (min)	Tiempo Operación (min)
		Corte	Corte
Lateral Menor		2.2	1.1
Lateral Mayor		2.2	1.1
Cubierta		5.5	0.88
Soporte Doblado		1.1	0.88
Soporte Recto		1.1	0.88

Tabla 39.

Estudio de tiempos - Protector - Op 20

Nombre del material	Elemento	Operación 20	
		Tiempo Montaje (min)	Tiempo Operación (min)
		Doblez	Doblez
Lateral Menor		1.1	0.132
Lateral Mayor		1.1	0.132
Cubierta		1.65	0.253
		Punzón	Punzón
Soporte Doblado		4.4	0.88
Soporte Recto		4.4	0.88

Tabla 40.

Estudio de tiempos - Protector - Op 30

Nombre del material	Elemento	Operación 30	
		Tiempo Montaje (min)	Tiempo Operación (min)
		Rolado	Rolado
Lateral Menor		3.3	1.1
Lateral Mayor		3.3	1.1
		Doblez	Doblez
Soporte Doblado		1.1	0.132

Tabla 41.

Estudio de tiempos - Protector - Op 40

Nombre del material	Elemento	OPERACIÓN 40	
		Tiempo Montaje (min)	Tiempo Operación (min)
		Soldadura Punto	Soldadura Punto
Lateral menor, lateral mayor y cubierta		2.2	4.4

Tabla 42.

Estudio de tiempos - Protector - Op 50

Nombre Del Material	Elemento	Operación 50	
		Tiempo (min)	Montaje
		Soldadura	Soldadura
Lateral menor, lateral mayor, cubierta, soporte doblado y soporte recto		11	5.5

Tabla 43.

Estudio de tiempos - Protector - Op 60

Nombre del Material	Elemento	Operación 60	
		Tiempo (min)	Montaje
		Pintura	Pintura
Lateral menor, lateral mayor, cubierta, soporte doblado y soporte recto			0.96

Tabla 44.

Estudio de tiempos - Base motor - Op 10

Nombre Del Material	Elemento	Operación 10	
		Tiempo Montaje (min)	Tiempo Operación (min)
		Corte	Corte
Lateral Mayor		2.2	0.363
Lateral Menor		2.2	0.363
Laterales Mayores_Refuerzos		2.2	0.363
Biela Tensor		1.1	0.088
Pin Pasador Biela		0.55	0.176
Eje Tensor_Arandela		5.5	0.275
Eje Tensor		0.55	0.176
Palanca Tensor		1.1	0.088
Platina Tensor		1.1	0.55
Riel		5.5	1.1
Riel_Pin		0.55	0.176
Riel_Angulo		1.1	0.055
Riel_Platina Inferiores		1.1	0.055

Tabla 45.

Estudio de tiempos - Base motor - Op 20

Nombre Del Material	Elemento	Operación 20	
		Tiempo Montaje (min)	Tiempo Operación (min)
		Punzón	Punzón
Lateral Mayor		5.5	0.176
Lateral Menor		5.5	0.176
Biela Tensor		3.3	0.33
Palanca Tensor		3.3	0.33
Platina Tensor		3.3	2.2
	Elemento	Doblez	Doblez
Laterales Mayores_Refuerzos		1.1	0.55
Riel		6.6	0.51
	Elemento	Perforado	Perforado
Pin Pasador Biela		5.5	3.3
Riel_Platina Inferior_Tuerca		11	0.11

Tabla 46.

Estudio de tiempos - Base motor - Op 30

Nombre Del Material	Elemento	Operación 30	
		Tiempo Montaje (min)	Tiempo Operación (min)
		Doblez	Doblez
Lateral Mayor		1.1	1.1
Lateral Menor		1.1	0.55
Palanca Tensor		5.5	0.55
	Elemento	Soldadura	Soldadura
Biela Tensor		3.3	0.83
Pin Pasador Biela			
Riel		5.5	2.75
Riel_Pin			
Riel_Angulo			
Riel_Platina Inferiores		2.2	1.43
	Elemento	Pintura	Pintura
Platina Tensor			0.45

Tabla 47.

Estudio de tiempos - Base motor - Op 40

Nombre del material	Elemento	Operación 40		Operación
		Tiempo Montaje (min)	Tiempo Operación (min)	
		Soldadura	Soldadura	
Lateral Mayor, menor y refuerzos de laterales mayores		5.5	5.5	
Eje Tensor, Arandela y palanca		3.3	4.4	
	Elemento	Pintura	Pintura	

Nombre del material Elemento	Operación 40		Operación
	Tiempo (min) Soldadura	Montaje Tiempo (min) Soldadura	
Biela Tensor y pin pasador	3.3	0.83	
Riel, pin, ángulo y platinas inferiores	5.5	2.75	
Riel, con su pin y ángulo		2.75	
Riel_Platina Inferiores y tuerca		0.45	

Tabla 48.

Estudio de tiempos - Base motor - Op 50

Nombre Del Material Elemento	Operación 50	
	Tiempo Montaje (min) Soldadura	Tiempo Operación (min) Soldadura
Lateral Mayor, menor y refuerzos de laterales mayores + Eje Tensor, Arandela y palanca + Biela tensor y pin pasador biela	5.5	4.4

Tabla 49.

Estudio de tiempos - Base motor - Op 60

Nombre del material Elemento	Operación 60	
	Tiempo Montaje (min) Pintura	Tiempo Operación (min) Pintura
Lateral Mayor, menor y refuerzos de laterales mayores + Eje Tensor, Arandela y palanca + Biela tensor y pin pasador biela		0.88

3.8.2 Análisis de capacidad. Una vez asignados los suplementos se procede a calcular los tiempos de procesamiento obteniéndolos tanto por componente como por operación; en la Tabla 51 se presenta el cuadro resumen por operación en minutos.

Tabla 50.

Cuadro resumen por operación en minutos.

Componente	Op 10	Op 20	Op 30	Op 40	Op 50	Op 60	Op 70	Total
Bastidor	91.95	13.62	31.43	29.00	26.68	19.42	5.90	217.99
Contra Cuchilla	6.18	6.57	2.32	8.12				23.19
Tolva	36.54	18.56	18.56	2.20				75.86

Cruceta rotor	35.38	51.62	19.72	19.72	26.68	18.56		171.68
Rotor Cuchilla	6.18	8.12						14.30
Rotor polea Motriz	34.80	12.30	5.80					52.90
Rotor eje principal	25.52	12.76	36.54	13.92				88.74
Chumacera	40.60	39.44	19.72	19.14				118.90
Protector	17.86	15.74	10.58	6.96	17.40	1.01		69.56
Base Motor	30.14	55.66	27.77	39.95	10.44	0.93		164.89
Total operación	325.16	234.39	172.44	139.01	81.20	39.92	5.90	998.01

Nota: Los valores están en unidades de tiempo, minutos (min).

Basados en el estudio de tiempos se realiza el análisis de capacidad, que va a permitir contar con datos acertados que permitan hacer una programación de la producción acertada para dar cumplimiento a la demanda; esto se puede observar en la Tabla 52.

Teniendo en cuenta, el tiempo de procesamiento por piezas en cada operación, se calcula la capacidad por hora productiva, es decir, el número de unidades finales a obtener, para esto se tomaron los tiempos de la tabla 52, y se revisó el número de máquinas o equipos disponibles para cada operación.

Tabla 51.

Cuadro análisis de capacidad.

Pieza	Op 10	Op 20	Op 30	Op 40	Op 50	Op 60	Op 70	Capacidad (Unidades por hora)
Bastidor	0.65	4.41	1.91	2.07	2.25	3.09	10.17	0.65
Cuchilla	9.70	9.13	25.86	7.39				7.39
Tolva	1.64	3.23	3.23	27.27				1.64
cruceta rotor	1.70	1.16	3.04	3.04	2.25	3.23		1.16
Rotor Cuchilla	9.71	7.39						7.39
Rotor polea Motriz	1.72	4.88	10.34					1.72
Rotor eje principal	2.35	4.70	1.64	4.31				1.64
Rotor chumacera	1.48	1.52	3.04	3.13				1.48
Protector	3.36	3.81	5.67	8.62	3.45	59.27		3.36
Base Motor	1.99	1.08	2.16	1.50	5.75	64.66		1.08

Nota: Los valores están en unidades (componentes) por hora.

Con lo anterior, se evidencia que el componente que requiere mayor tiempo de procesamiento es el bastidor con 91.95 min, es decir una capacidad de 0.65 unidades por hora, seguido del base motor y la cruceta rotor, por tanto, se enfoca el análisis en ellos y en las operaciones involucradas.

Para el bastidor, la operación cuello de botella es la operación 10, Corte, que es llevada a cabo en la sección de metalistería en el CNC Láser y la Guillotina Kazaneve; ya que se realizan cinco cortes diferentes, el primero es al lateral menor, luego al lateral mayor, a la cubierta, al soporte doblado y finalmente al soporte recto.

En el caso de la cruceta rotor la operación cuello de botella es la Op 20 que corresponde al planeado perforado llevado a cabo en la sección de mecanizado con el centro Doosan con una capacidad máxima de 1.16 unidades por hora.

Y la operación 20 de la Base motor es la segunda con menor capacidad del proceso, con una capacidad de 1.08 unidades por hora conformada por punzón, doblez y perforado llevados a cabo en la sección de metalistería y mecanizado con el torno CNC, PEDDINGHAUS y el taladro.

3.9 Oportunidades de mejora

Según los análisis realizados, se identifican algunos puntos de mejora, así:

Es necesario la creación e implementación de los documentos del proceso, actualización de diagramas para poder organizar mejor los procesos y tener una base de apoyo para el personal de la empresa.

Es importante trabajar en el fortalecimiento y mantenimiento de la cultura de orden y aseo, con la implementación de las cinco eses, como estrategia de organización y control del área de trabajo.

Es necesario optimizar el uso de las herramientas disponibles ubicándolas adecuadamente con el fin de facilitar su búsqueda y disminuir los tiempos, hacer un adecuado mantenimiento de estas para aumentar su vida útil y adquirir las herramientas necesarias ya que muchas son de uso común.

Es imprescindible crear estrategias que permitan realizar la trazabilidad a los productos y mantener controles de calidad en los procesos productivos, ya que se identifica la carencia de manuales y procedimientos definidos, así como especificaciones del producto y tolerancias.

Determinar tiempos de actividades sujetas a una planeación previa y organizada y no recurrir a la estimación subjetiva del jefe encargado, para lo cual se analiza el estudio de tiempos, de manera que se realice una adecuada programación de la producción, logrando entregar productos a tiempo y con altos estándares de calidad.

Tener mayor control en la capacidad de la empresa para la producción que permita hacer uso efectivo de las herramientas y cumplir con la demanda, para esto se pretende aplicar formatos, métodos y estrategias que permitan disminuir los tiempos de procesamiento y por ende la cantidad de producción posible por hora.

Como pilar de las oportunidades de mejora mencionadas anteriormente, se detecta la necesidad de estandarizar y optimizar los procesos productivos.

4. Marco de referencia

4.1 Marco de antecedentes

Antiguamente se pensaba que la calidad y la productividad eran incompatibles y excluyentes, ya que al intentar incrementar la productividad de las plantas se incurría en problemas de calidad, se presentaban mayores reprocesos y piezas defectuosas, esto debido a que no se tenía claro el concepto de calidad y como llegar a ella. En 1948 ingenieros japoneses empezaron a observar lo que ocurría en las plantas y a estudiar bibliografía sobre el control de calidad, concluyendo que al disminuir la variación se incrementa la productividad, disminuyendo a su vez los costos y tiempos de las máquinas y logrando ser competitivos en el mercado (Deming, 1989).

En el proyecto de grado titulado “Mejoramiento del Sistema Productivo en la empresa de calzado Leon’s Booth&Shoes” se realiza un análisis de los procesos productivos de la empresa, dedicada a la fabricación y comercialización de calzado para caballero, logrando mejoras de entre el 6 y 20% en despilfarros según la clasificación 5MQS, los autores aplicaron la metodología 5S’s logrando mejorar las condiciones de orden y limpieza, y, a su vez reducir los tiempos de ubicación y alistamiento de herramientas. En este caso, se logra disminuir la compra de materiales como pegante y material sintético, lo que se ve reflejado en la rentabilidad; y con la implementación del estudio de tiempos se determina la capacidad de la empresa, demostrando los beneficios de la aplicación de estas herramientas que van de acuerdo a los objetivos del presente proyecto.

Marjorie Ríos en su trabajo de grado “Mejoramiento de los procesos productivos en la empresa Algodosan” logra duplicar la capacidad del producto identificado en el diagnóstico con

el estudio de tiempos como restrictivo, esto gracias a la participación de la dirección e inclusión de un nuevo trabajador para el área; mejorar el control de los procesos con la elaboración de manuales de procedimientos y formatos de registros diarios y, alcanzar un 92.13% de cumplimiento en entregas con el diseño e implementación de macros en Excel para la programación de la producción. Todo lo anterior impacta positivamente la productividad de Algodosan y reafirma la importancia de hacer un adecuado diagnóstico para detectar oportunidades de mejora.

Erika Tatiana Ruíz en su trabajo de grado titulado “Mejoramiento de los procesos productivos en Industrias LAVCO” afirma que los diagramas de flujo, recorrido, Pareto y VSM son muy útiles para diagnosticar los procesos productivos e identificar la línea más representativa para aplicar las mejoras a ella logrando impactar a nivel general, reduciendo esfuerzos y tiempos de análisis. Una vez identificada la línea principal se calculó la capacidad y se identificó el cuello de botella con el estudio de tiempos. Además, ella logró estandarizar el proceso con la documentación y caracterización de los centros de trabajo, facilitando la supervisión, al tener estándares definidos.

Erika replanteó los indicadores de gestión, estableciendo objetivos, metas, responsables, procedimiento para recolección de los datos y análisis de los indicadores, para esto usó una plantilla en Excel. Y finalmente concluyó que las herramientas de manufactura esbelta son aplicables a cualquier organización dando resultados positivos ya que eleva la productividad de las empresas.

4.2 Marco teórico

4.2.1 Mejoramiento continuo. El mejoramiento es un proceso que tiene como objetivo asegurar la eficiencia y efectividad de las empresas. Para lograr un mejoramiento continuo es necesario utilizar herramientas administrativas y técnicas que permitan detectar el problema, delimitar el área, determinar los factores probables y sus efectos, confirmar los efectos del mejoramiento (Aldana de Vega et al., 2010).

Para Harrington, el mejoramiento continuo tiene impacto en toda la organización y consiste en la continua búsqueda de la perfección, que nunca se logra, pero siempre se busca; llevando a simplificar y modernizar las funciones.

La importancia radica en que con su aplicación se puede contribuir a mejorar las debilidades y afianzar las fortalezas de la organización, permitiendo eliminar elementos repetitivos, disminuir costos y elevar la productividad (Maldonado, 2011).

4.2.2 Diagrama de Pareto. Un diagrama de Pareto es un método gráfico que permite identificar los factores más importantes o que tienen mayor influencia en determinada situación o problema y por ende permite definir las prioridades de intervención (Galgano, 1995). Ya que este análisis los organiza por orden, para intervenir los pocos vitales, 20% de los factores que causan alrededor del 80% del problema, alcanzando así un máximo rendimiento (Miranda González, Chamorro Mera, & Rubio Lacoba, 2007).

Análisis: El fin de aplicación de este histograma es encontrar pocas soluciones que logren reflejar grandes resultados, eliminando así la mayor parte del problema, identificando los

elementos vitales con el porcentaje acumulado del total. Una vez identificados, se centran todos los esfuerzos e inversión en la solución de estos pocos elementos (Hoyos Torres, 2010).

4.2.3 Diagrama Causa efecto. Es una herramienta estadística básica para el control de la calidad que permite identificar y clasificar información relativa a los factores causantes de los problemas; es conocida como diagrama de espina de pescado y fue creada por Kaoru Ishikawa. El diagrama generalmente clasifica las causas en 6 categorías principales, aunque de acuerdo al personal pueden ser más o menos, y a partir de ellas despliegan o ramifican subcausas o causas secundarias (López Lemos, 2016).

4.2.4 Cinco eses 5S's. Es una metodología que involucra a todos los niveles de la organización, permitiendo mejorar su eficiencia, manteniendo organizados los lugares de trabajo, limpios, funcionales y elevando la seguridad de los trabajadores. Con lo anterior, se eliminan problemáticas generadas por el desorden, despejando las diferentes áreas y permitiendo acceder a útiles, herramientas y equipos más fácilmente. La metodología está conformada por cinco principios, todos nombrados en japonés con palabras que inician con ese, de ahí su nombre (Gutiérrez Pulido, 2010).

Seiri (Seleccionar): En esta etapa se deben seleccionar los elementos realmente importantes e identificar lo que no sirve o es de dudosa utilidad y que está ocupando espacio, logrando finalmente espacios libres de piezas y demás elementos que obstruyen el flujo de trabajo.

Seiton (Ordenar): Esta segunda etapa consiste en ordenar el lugar estableciendo un sitio específico para ubicar cada cosa, minimizando los movimientos y paradas por búsqueda de elementos.

Seiso (Limpiar): Esta S consiste en limpiar e inspeccionar el sitio de trabajo, las máquinas, equipos, herramientas y demás elementos necesarios con el fin de alargar su vida útil y facilitando a su vez la identificación de algunas fallas, logrando también integrar la limpieza como parte del trabajo diario.

Seiketsu (Estandarización): Permite mantener el estado de limpieza y organización alcanzado por el uso de las primeras 3 eses, se deben desarrollar normas con lo que debe hacer el responsable de cada puesto de trabajo y realizar programas de sensibilización.

Shitsuke (Disciplina): Esta etapa consiste en establecer procedimientos, comunicarlos y evitar su no cumplimiento, para lo cual debe existir una cultura de autodisciplina y respeto; además, es necesario realizar visitas sorpresa, autocontrol de los empleados y control periódico.

4.2.5 Estudio de tiempos. Es la medición del tiempo que tarda un operario normal, capacitado y entrenado, trabajando a una velocidad media normal para realizar una tarea u operación. Fue implementado por primera vez por Taylor para determinar los tiempos estándar. El estudio de tiempos es necesario para estimar el tiempo y costo de manufactura, evitar tiempos ociosos, cumplir los tiempos al cliente, establecer las necesidades de materias primas e insumos planear la programación de la producción y la llegada de materias primas (Palacios Aceros, 2016).

Existen varios tipos de medición, los más usados son: deducción de experiencias anteriores, muestreo de trabajo, datos estándar, tiempos predeterminados y estudio de tiempos con cronómetro.

4.2.6 Estudio de tiempos con cronómetro. Se utiliza para medir el trabajo y su resultado es la obtención del tiempo normal de la operación, lo primero a hacer es medir con cronómetro el

tiempo que tarda el operario, definiendo la técnica a usar, pudiendo elegir hacer la toma continua o por vuelta a cero, a continuación, se ajusta el tiempo con una calificación de acuerdo al ritmo del trabajo y finalmente se aplican los suplementos de acuerdo a las condiciones en que se desarrolló la operación (Palacios Aceros, 2016)

5. Metodología

Con el fin de mejorar el proceso de producción se establecen varias fases que permiten ejecutar lo planteado de forma ordenada:

Fase 1. Conocimiento:

Esta fase inicia con la realización de visitas a la planta y entrevistas a trabajadores de todos los niveles con el fin de recopilar datos generales e información de la empresa y de la línea agrícola, sus cambios en el tiempo, funcionamiento, procesos de la línea y demás información relacionada con las operaciones y que permita detección de problemas.

Se documenta la información obtenida y se realiza la actualización de la documentación con que contaba la empresa, haciendo uso de herramientas técnicas y administrativas para el mejoramiento de procesos, como lluvia de ideas, entrevistas, encuestas, listas de chequeo y 5S's.

Fase 2. Análisis:

Se analizan los procesos de la línea agrícola con el fin de detectar oportunidades de mejora, haciendo el análisis de los diagramas, análisis de despilfarros y estudio de tiempos, identificando tiempos ociosos y desplazamientos innecesarios. Se procede a calcular la capacidad productiva de

la planta, con el fin de definir la velocidad y los tiempos de respuesta al cliente, logrando con esto una mejor programación de la producción y elevando la satisfacción del cliente.

Fase 3. Formulación de planes de mejoramiento:

Se agrupan las oportunidades de mejora de acuerdo a las herramientas utilizadas para su detección, procediendo a formular planes de mejoramiento en los que sean comunes y por tanto, se logren cambios visibles, que impacten tanto en la calidad como la productividad de la planta.

Para esto se enfoca principalmente en la estandarización de procesos, la creación de una cultura de orden y aseo, y los controles de calidad. Una vez realizada la primera versión de las propuestas, se presenta al tutor, quien se encarga de revisar el documento y sugerir cambios de ser necesario, y finalmente se presenta a los directivos para su aprobación.

Fase 4. Implementación

Se llevan a cabo las mejoras avaladas por la dirección de la empresa para dar consecución a las metas propuestas. Se hace seguimiento a las mejoras aplicadas para tomar correctivos en caso de ser necesario.

Fase 5. Seguimiento

Con el fin de hacer seguimiento y control a las mejoras implementadas se crea un sistema de indicadores, definiendo su objetivo y meta, haciendo análisis de los resultados y presentando informes a la dirección, así como exponiendo los resultados en un lugar visible para todos con la finalidad de motivar a los empleados.

6. Plan de mejoramiento e implementación

6.1 Metodología 5's

6.1.1 Problema que se pretende atender. La compañía se encuentra en un nivel medio de aplicación de la metodología ya que se ha venido realizando el proceso en forma ordenada desde el año 2018; por tanto, el personal tiene conocimiento de su importancia y beneficios. De acuerdo con las listas de chequeo aplicadas se identificó que los aspectos con mayores falencias son la selección y clasificación de elementos, seguido de la disciplina y el orden.


6.1.2 Objetivos

- Socializar la metodología 5's y promover un cambio en la filosofía organizacional.
- Implementar la herramienta 5's.
- Medir las mejoras logradas con el programa.

6.1.3 Descripción. Promover la cultura de orden y aseo en la planta de producción.

Etapas de conocimiento: Socializar la herramienta a todo el personal involucrado en el proceso productivo, usar herramientas visuales, folletos (ver figura 6 y 7), carteleras y realizar dinámicas para que los colaboradores se familiaricen con la metodología; realizar también reuniones y presentaciones para facilitar la comprensión de conceptos.

Estandarizar (Seiketsu)



Se crean herramientas de seguimiento y control sobre los pasos anteriores para evitar anomalías.

Beneficios:


- Mejora el bienestar del personal
- Se prepara al personal para asumir mayores responsabilidades.
- Incrementa la productividad de la planta.
- Disminuye los tiempos empleados en limpiar la planta.

Disciplina (Shitsuke)


Tomar el hábito de limpiar y organizar el puesto de trabajo, de manera que a mediano plazo se desarrolle la cultura del autocontrol.

Beneficios:

- Se crea una cultura de sensibilidad, respeto y cuidado de la empresa.
- Se elevan los niveles de calidad ya que se respetan los procedimientos y normas establecidas.
- El sitio de trabajo será un lugar cómodo para realizar el trabajo.



¿Qué son las 5'S?



Es una herramienta que permite a la empresa organizar los lugares de trabajo y mejorar su productividad por medio del cambio cultural que las 5'S representan.









Figura 5. Folleto socialización de herramienta 5S's

Clasificar (Seiri)

Hace referencia a que en el puesto de trabajo sólo debe estar lo necesario, entre menor sea la frecuencia de uso, más alejado del puesto de trabajo se ubica.



Beneficios:


- Eliminar excesos de desperdicios.
- Despejar espacios.
- Descartar elementos obsoletos
- Recuperación de dinero por venta de artículos innecesarios

Ordenar (Seiton)

Ubicar los elementos de trabajo, según la clasificación previa, de manera que sea fácil acceder a ellos y, en otro caso, devolverlos.


Beneficios:

- Eliminar desperdicios
- Disminuir tiempos en búsqueda de elementos
- Aumento de la productividad
- Mayor facilidad de limpieza



Limpiar (Seiso)

Mantener limpio el puesto de trabajo y demás áreas de la empresa.



Beneficios:

- Disminuye los riesgos de accidentes.
- Mejora el bienestar físico y mental del personal.
- Mejora la calidad del producto.



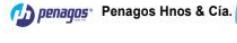




Figura 6. Folleto 5S's

Etapa de implementación: En colaboración con los operarios y líderes de proceso se realiza la implementación de las tres primeras eses que corresponden a los aspectos de tipo más operativo:

- **Seleccionar:** Se clasifican los elementos necesarios e innecesarios con ayuda de tarjetas de colores que se cuelgan o pegan a cada uno de los elementos no deben estar en los puestos de trabajo; el ejemplo de las tarjetas usadas se presenta en la figura 8.

Formulario de una Tarjeta Roja con los siguientes campos:

- No. ____
- TARJETA ROJA**
- Fecha: ____ / ____ / ____
- Nombre del objeto: _____
- Sección de encuentro: _____
- Cantidad: _____
- Motivo de asignación de tarjeta
- Área blanca para descripción o dibujo.
- Acción Sugerida**
- Reubicar
- Eliminar
- Reutilizar
- No sé
- Nombre Completo: _____

Figura 7. Tarjeta de colores

- Este es uno de los procesos más difíciles de realizar en cualquier lugar, ya que la naturaleza humana es mantener las cosas, no desprenderse tan fácil por creer que algo que no se está usando en el momento se puede usar a futuro, sin embargo se logró ejecutar lo planeado, en la figura 9 se puede observar algunos elementos con su respectiva tarjeta y acción a realizar.



Figura 8. Clasificación - 5S's

- **Seiton - Organizar:** Las herramientas y demás elementos que no tienen tarjeta roja son aquellos necesarios para llevar a cabo las tareas diarias, por esto se organizan en lugares definidos y accesibles.

Y los elementos identificados con las tarjetas son llevados al cuarto de elementos innecesarios, pero antes de esto se definió claramente y se socializó con el equipo de trabajo, los criterios se pueden observar en la figura 10.

Criterios de ingreso de objetos al cuarto de elementos innecesarios

1. El material debe de encontrarse limpio.
2. Debe de ser avalado cómo innecesario por el líder de proceso, y describir en la tarjeta roja, con que fin se quiere dejar almacenado.
3. No deje objetos en este lugar si no han sido aceptados, por todos los involucrados.
4. Debe solicitar las tarjetas rojas al líder de 5Ss.
5. Si está interesado en algún objeto del lugar debe informar.

Figura 9. Diapositiva cuarto de elementos innecesarios

- **Seiso - Limpiar:** Se lleva a cabo la jornada de limpieza de la planta, incluyendo todas las zonas (Ver figuras de la 11 a la 14).



Figura 11. Antes -Punto de acopio final



Figura 10. Antes – Metalistería



Figura 11. Después - Punto de acopio final



Figura 12. Después - Metalistería

- **Etapas de Estandarización-Seiketsu:** Una labor complicada es el mantenimiento de lo que ya se ha realizado con las tres primeras etapas del proceso, para lo cual no solo se deben establecer parámetros, estándares y normas de limpieza, sino que además se debe tomar el hábito y lograr que el programa sea parte del día a día.

Para estandarizar se realiza un libro de la metodología, el cual se encuentra en el Apéndice C; y un formato de clasificación del puesto de trabajo y herramientas personales que se encuentra en el Apéndice D. También se realizó una bitácora de actividades y listas de elementos según frecuencia de uso que se pueden ver en la figura 15 y 16 respectivamente.

BITACORA METODOOGÍA 5Ss			
Proceso ó Actividad Realizada	Fecha	Mes	Observaciones
Toma de fotos inicial de la planta, clasificadas por area.	2019-01-18	Enero	
Asignación de actividades para la jornada de aseo	2019-01-24	Enero	
Comprar Sun tea	2019-01-24	Enero	
Jornada de aseo en oficina producción	2019-01-25	Enero	
Jornada de aseo planta	2019-01-26	Enero	
Hacer video de jornadas de aseo	2019-01-29	Enero	
Reunión Comité metodología 5Ss	2019-02-19	Febrero	
Inicio de gestión camisas 5Ss	2019-02-19	Febrero	
Jornada de aseo febrero	2019-02-21	Febrero	

Figura 13. Bitacora 5S's




Lista de elementos innecesarios							
#	Nombre del elemento	Sección de encuentro	Cantidad	Desición	Responsable	echa de ingreso	IMAGEN
1	Tolva Cereza	CUARTO ELEM. I	9	Reutilización	Leydi Torres	27/04/2019	
2	Techo Criba DCV 306 INOX	CUARTO ELEM. I	13	Usar (sirven)	Cristian Ordoñez	27/04/2019	
3	Disp. Costados antiguos DH4	CUARTO ELEM. I	1	Reutilización	Jairo Amaya	27/04/2019	
4	Lámina Inox cal 16	CUARTO ELEM. I	1	Reutilización	Leydi Torres	27/04/2019	
5	Bolsas Negras	CUARTO ELEM. I	1 paquete	usar (sirven)	Alejandra useche	27/04/2019	
6	Canal Bajante Megawasher	CUARTO ELEM. I	1	usar (sirven)	Cristian Ordonez	27/04/2019	
7	Camisas Bastidor DX-1	CUARTO ELEM. I	10	Desechar	Andrés Patiño	27/04/2019	

Figura 14. Lista de elementos innecesarios

• **Etapa de Disciplina:** Con esta etapa se busca que el orden y aseo se conviertan en una filosofía empresarial, que permita reducir tiempos de búsqueda de materiales, elementos y de la actividad en general. Se realizaban reuniones periódicamente para socializar los avances obtenidos e incentivar a continuar avanzando en la mejora, lo cual se puede observar en las figuras 17 y 18.



Figura 15. Presentación 5S's y Kaizen

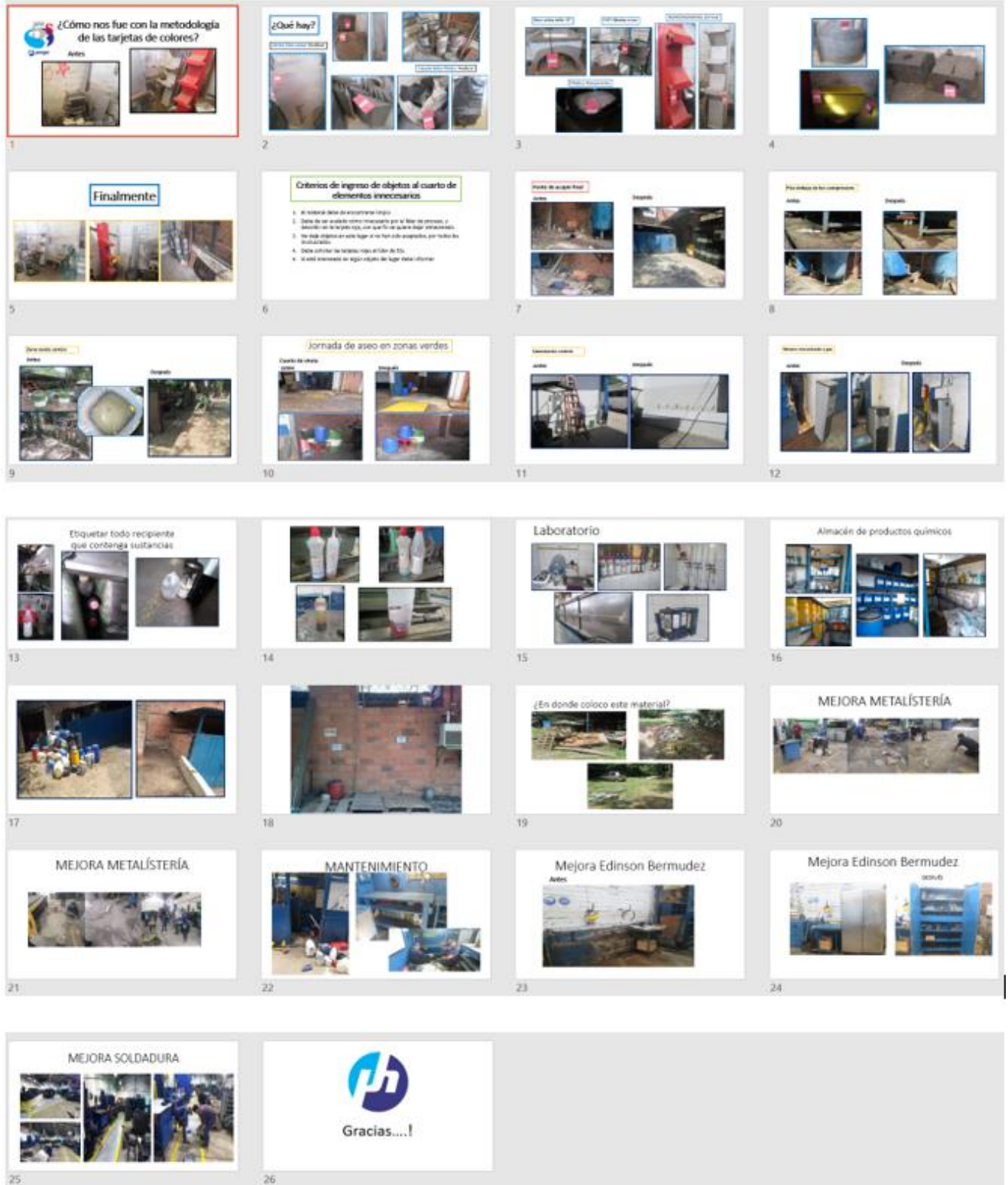


Figura 16. Presentación de avance de la metodología 5S's

6.2 Estandarización

6.2.1 Problema que se pretende atender. El personal conoce las operaciones, sin embargo, estas no se encuentran claramente definidas en diagramas de operaciones que permitan tener claro el orden y duraciones promedio de cada una.

- Lo anterior sumado a la aplicación de diferentes métodos de fabricación ocasiona mayor duración del proceso, sobrecostos y variaciones en las características del producto.

6.2.2 Objetivos

- Actualizar los diagramas del proceso.
- Realizar codificación estándar a las operaciones
- Aplicar y capacitar al personal

6.2.3 Descripción. Para facilitar la capacitación de los nuevos empleados, y brindar una herramienta de guía al proceso y sus cambios realizados se desarrolló, con la información suministrada por operarios y personal administrativo de la empresa, un prototipo de manual de método estándar para la producción de la máquina PP300, el cual se encuentra consignado en el Apéndice E

Para estandarizar el proceso se reestructuró la forma de nombrar los equipos, esto de acuerdo con codificación necesaria para realizar la parametrización en SAP; además los artículos se agruparon en familias de productos de acuerdo con su uso y sus características, en la figura 19 se presenta un ejemplo de la codificación y las demás se encuentran en el Apéndice F.

CODIGOS DE ARTÍCULOS - IVA		
Código Línea	Código Grupo	I.V.A
100 PROTOTIPOS	001 SECADO	EXCI ▾
	002 TRANSPORTE Y ACCESORIOS	EXCI ▾
	003 AGRÍCOLA	EXCI ▾
	004 DAV	EXCI ▾
	005 HÚMEDO UDC / DCV	EXCI ▾
	006 CONCEPTOS	EXCI ▾
160 ASISTENCIA TÉCNICA	001 ASISTENCIA TÉCNICA NACIONAL	19% ▾
	002 ASISTENCIA TÉCNICA INTERNACIONAL	EXEN ▾
200 ELEM. ESTÁNDAR	001 POLEAS	19% ▾
	002 PIÑONES	19% ▾
	003 CORREAS	19% ▾
	004 CADENAS	19% ▾
	005 RODAMIENTOS	19% ▾
	006 CHUMACERAS	19% ▾
	007 DISPOSITIVOS AGRÍCOLA	19% ▾
	008 DISPOSITIVOS CAFÉ	19% ▾
300 MAQUINARIA AGRÍCOLA	001 PICAPASTOS	EXCI ▾
	002 TRAPICHES	19% ▾
	003 TRITURADORES PICADORES	EXCI ▾
	004 TRITURADORES DE DESECHOS VEGETALES	EXCI ▾
	005 MOLINOS	19% ▾
	006 ENSILADORAS (E)	EXCI ▾
	007 DESGRANADORAS	EXCI ▾
	008 COSECHADORAS	EXCI ▾
400 EQUIPOS CAFÉ HUMEDO	001 DV	5% ▾
	002 DCV	5% ▾
	003 DESPULPADORA HORIZONTAL (DH)	5% ▾
	004 UDC	5% ▾
	005 UCBE	5% ▾
	006 MÓDULO CLASIFICADOR (MC)	EXCI ▾
	007 DELVA	19% ▾
	008 ECOWASHER (EC)	5% ▾
	009 MEGAWASHER	5% ▾
	010 ECOLINE	5% ▾
	011 ECOMILL	EXCI ▾
	012 QUEBRADOR DE VERDES (QV)	19% ▾

Figura 17. Codificación y familia de productos



DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO



NOMBRE DEL PRODUCTO	PICAPASTOS 300
PRESENTACIÓN	UNIDAD
TAMAÑO DEL LOTE	SUJETO A PEDIDO
CARACTERÍSTICAS	Productos forrajes kg/h: 600 – 1000 Numero de cuchillas: 2 Numero de contra cuchillas: 1 Revoluciones del rotor: 3200-3500 Potencia motor eléctrico: 2.0 – 3.0 HP Potencia motor gasolina o diésel: 5.0 – 6.0 HP Polea del rotor: 3.5" (89 mm) Polea del motor eléctrico 1750 RPM: 7" (178 mm) Polea motor 3600 RPM: 3.5" (89 mm) Banda de motor eléctrico 3600 RPM: A44 Banda para motor gasolina 3600 RPM: A56 Banda para motor diésel 3600 RPM: A52



NOMBRE DE LA PIEZA	MATERIAL	Nº COMPONENTES POR MÁQUINA	UNIDAD DE MEDIDA
PP300R Eje Principal Arandela	ARANDELA PLANA 1"	1	und.
PP300R Eje Principal Tuerca	TUERCA HEX. RF 1" 34 HELDS	1	und.
PP300R Bastidor Perfil Plástico	PERILLA PLASTICA 3/8 X 2	1	und.
PP300R Cruceca Tornillo	TORN. PRES. CC3/8X1	2	und.
PP300R Cruceca Tuerca	TUERCA HEX. 3/8	2	und.
PP300R Cuchilla Tornillo	TORN. MAQ. 0D5-3/8X1	4	und.
PP300R Cuchilla Arandela Presión	ARANDELA PRESIÓN 3/8	4	und.
PP300R Contra Cuchilla Tornillo	TORN. CARROC. 5/16X1	2	und.
PP300R Contra Cuchilla Tuerca	TUERCA HEX. 5/16	2	und.
PP300R Contra Cuchilla Arandela Presión	ARANDELA PRESIÓN 5/16	2	und.
PP300R Tolva Alimentación Tornillo	TORN. CARROC. 5/16X1	4	und.
PP300R Tolva Alimentación Arandela	ARANDELA PLANA 5/16	4	und.
PP300R Tolva Alimentación Arandela Presión	ARANDELA PRESIÓN 5/16	4	und.
PP300R Tolva Alimentación Tuerca	TUERCA HEX. 5/16	4	und.
PP300R Tolva Alimentación Calcomanía	CALC. ATENCIÓN NO	1	und.
PP300R Chumacera Grasera	GRASERA RECTA 1/8	1	und.
PP300R Chumacera Rodamiento	RODAMIENTO 6306 RS 8BI	1	und.
PP300R Chumacera Rodamiento	RODAMIENTO 6305-2RS-ZXL	1	und.
PP300R Chumacera Chaveta	CHAVETA ELASTICA 1-62	1	und.
PP300R Chumacera Sujeción Tornillo	TORN. MAQ. 3/8X1 1/2	4	und.
PP300R Chumacera Sujeción Arandela Presión	ARANDELA PRESIÓN 3/8	4	und.
PP300R Protector Tornillo	TORN. MAQ. 1/4X3/4	3	und.
PP300R Protector Arandela	ARANDELA PLANA 1/4	2	und.
PP300R Protector Arandela Presión	ARANDELA PRESIÓN 1/4	1	und.
PP300R Protector Tuerca	TUERCA HEX. 1/4	3	und.
PP300R Protector Calcomanía	CALC. DESDE 1.892/SINCE 1.892	1	und.
PP300R Protector Calcomanía	CALC. GIFO ANTIHCEBARGO/TURN	1	und.
PP300R Protector Calcomanía	CALC. PELIGRO POLEAS 500	1	und.
PP300R Deflector Tornillo	TORN. MAQ. 5/16X3/4	2	und.
PP300R Deflector Tuerca	TUERCA MARR. 5/16 PASANTE	2	und.
PP300R Deflector Arandela Presión	ARANDELA PRESIÓN 5/16	2	und.
PP300R Deflector Arandela	ARANDELA PLANA 5/16	2	und.
PP300R Bastidor Lateral Frontal Marquilla	MARQUILLA PP300	1	und.

Figura 18. Método estándar

MÉTODO DE TRABAJO – Máquina PP300-

TIPO DE MÉTODO: TEMPORAL
 ACTUAL
 PROPUESTO

SECCIÓN: FABRICACIÓN
 EMPAQUE

ELABORADO POR: Jenifer Gaviria

Nº	OPERACIÓN	MÁQUINA	MÉTODO OPERARIO
1.	Fabricación del bastidor	CNC Laser Guillotina Kazaneve Segueta Sinfin	<p>El operario toma la LAM CAL. 3.M.M(10) HOT ROLLED de 1056 x 93 mm y la lleva al área de metalistería, donde realiza alistamiento del CNC láser para realizar el corte lateral del soporte del bastidor, lo mismo se realiza con el repuesto la planchuela y el fondo del bastidor (Ver Información PP300).</p> <p>Una vez realizado el corte se debe transportar el material hasta el CNC YAWEL, para realizar el doblez al refuerzo y laterales. Seguido se realiza el proceso de soldado de los refuerzos y laterales con la planchuela.</p> <p>El fondo se lleva al PEDDINGHAUS para realizar el proceso de punzón y pasarlo por la roladora para darle forma a la lámina y soldarla con el Tornillo ajuste perilla.</p> <p>Para realizar la tapa superior se usan LAM CAL. 3/16 HOT ROLLED y LAM CAL. 3.M.M(10) HOT ROLLED, estas láminas son cortadas por separado, dobladas y se realiza proceso de pre soldado a la tapa superior y los laterales, se pinta el deflector y se deja secar.</p> <p>Las piezas presoldadas son ahora soldadas y se continúa haciendo una limpieza al material y soldándolo a las demás partes del bastidor (Pisadores, deflector, tapa, laterales).</p>

Figura 19. Ejemplo de método estándar

La información del proceso codificado, discriminado por componentes y materiales se encuentra disponible en el Apéndice G.

Una vez estandarizado el proceso (ver figuras 20 y 21), capacitado el personal con apoyo de los líderes de proceso y realizados algunos cambios, se miden nuevamente los tiempos de procesamiento y el estudio de tiempos completo es consignado en el Apéndice H.

A continuación, se consolidan los datos obtenidos en el estudio de tiempos final por componente y operación según parametrización; ver figura 22.

Tabla 52.

Tiempos Finales Consolidados

Componente	OP 10	OP 20	OP 30	OP 40	OP 50	OP 60	OP 70	total
Bastidor	86.58	12.94	29.34	28.00	24.26	18.29	5.50	204.91
Cuchilla	5.97	6.28	2.24	7.78				22.27
Tolva	35.28	17.92	17.92	2.20				73.32
cruceta rotor	34.16	48.64	19.04	19.04	24.71	16.92		162.51
Rotor Cuchilla	5.97	7.84						13.81
Rotor polea Motriz	31.40	11.39	5.20					47.99
Rotor eje principal	22.64	11.22	33.46	12.20				79.52
Rotor chumacera	37.05	34.38	17.54	16.98				105.95
Protector	16.65	14.28	9.61	6.32	15.20	0.98		63.04
Base Motor	27.61	50.46	24.99	38.29	9.00	0.90		151.25

Nota: Unidades en minutos.

6.3 Programación de la producción

6.3.1 Problema que se pretende atender. Al no contar con datos actualizados de la duración de los procesos y manejar la producción por tareas se estaba incurriendo en tiempos adicionales e innecesarios al proceso.

6.3.2 Objetivos

- Establecer el proceso de programación de la producción
- Mejorar el nivel de satisfacción del cliente
- Capacitar al personal

6.3.3 Descripción. Para facilitar el proceso de programación de la producción se realiza un manual de procedimientos, con el acompañamiento del área de calidad de la compañía, los líderes de proceso y director de planta.

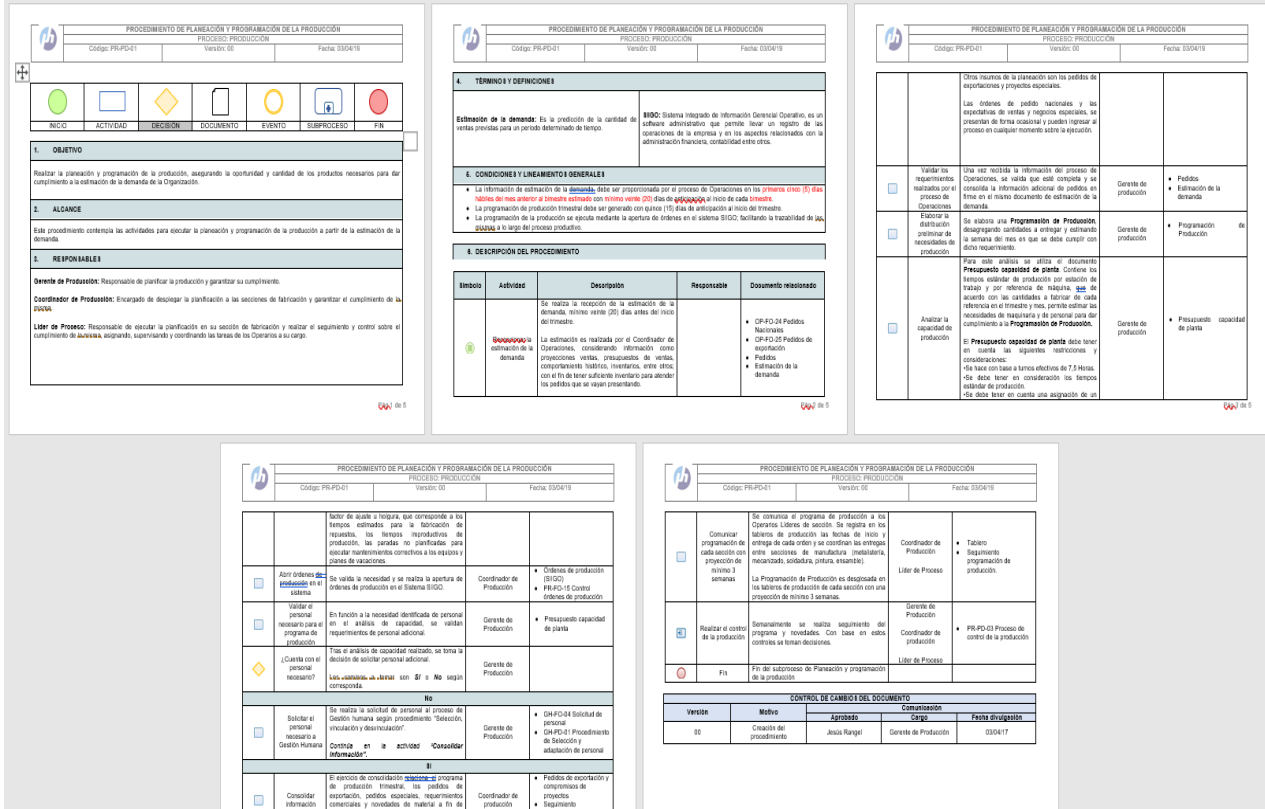


Figura 20. Planeación y programación de la producción.

El procedimiento se encuentra consignado en el Apéndice I.

Se realiza un programa de aseguramiento de la calidad, y se lleva a cabo de manera periódica con el apoyo de los directivos de la empresa; en la figura 23 se presenta el cumplimiento de los objetivos planteados en cada etapa.

Paso	Cump.	Macroactividad	1. Cliente	2. Proveedor	3. Cliente/ Proveedor
1	60%	ID- Consolidación de información técnica del producto (Ingeniería de producto)	50%	80%	
2	60%	PR- Estandarización del proceso de fabricación (Ingeniería de Proceso)			60%
3	30%	CA- Definición y ejecución de planes de calidad	20%	40%	
4	80%	CA- Calibración y verificación de los instrumentos de medición			80%
5	60%	OP- Recepción y verificación de calidad de las MP e insumos	60%	60%	
6	50%	OP- Recepción y verificación calidad de productos comercializados	80%	20%	
7	80%	OP- Codificación y almacenamiento de las MP	100%	60%	
8	60%	OP- Verificación de calidad y entrega de MP a Producción	60%	60%	
9	80%	PR- Verificación de calidad del producto en proceso			80%
10	100%	PR- Identificación y tratamiento de producto no conforme			100%
11	47%	PR- Verificación de calidad del PT (Producción)	30%	80%	
12	50%	OP- Verificación de la calidad de PT (Operaciones)	60%	40%	
13	50%	OP- Recepción y almacenamiento de PT	60%	40%	
14	50%	OP- Alistamiento de pedidos	60%	40%	
15	35%	OP- Validación de calidad en el despacho	33%	40%	
16	40%	SC- Evaluación y análisis de los resultados de PQRS y Garantías			40%
		=	=	=	
			56%	51%	72%

Figura 21. Cumplimiento de actividades para el aseguramiento de la calidad

Se realiza una matriz de fortalezas y debilidades que facilita la identificación de los aspectos a trabajar, en la figura 23 se presenta la primera parte de la matriz y el archivo completo se encuentra en el Apéndice J.

Paso	Proceso	Fortalezas (21)	Debilidades (45)	Oportunidades de Mejora (48)
1	I+D	1. Conocimiento técnico en las personas 2. Se está realizando la parametrización de los accesorios para estandarizar la información de los proyectos.	1. No está definido el proceso de calidad en Penagos, por tal motivo no se ha definido cuál es la información técnica a recibir y qué se debe controlar en los productos. 2. Información incompleta desde la cotización 3. La información no es coherente entre los planos, la listas de corte, listas de verificación, listas de materiales y pedidos. 4. Información incompleta en las vistas del montaje. 5. Falta de experiencia y disposición de los responsables de generar la información de los proyectos. 6. Falta de validación de la información entre el comercial y el responsable de generar la información técnica. 7. El volumen de información no es tan detallada en toda la cadena y genera caos.	1. Definir el proceso de calidad con sus respectivos responsables. 2. Certificar los productos en calidad. 3. Validación de la información entre el responsable de generar la información técnica, comercial, fabricación y operaciones, en aspectos como materiales, diseños. 4. Acordar con producción sobre el tipo de acompañamiento requerido según el proyecto. 5. Encontrar un balance entre la necesidad de detalle de información y la capacidad de generar la información desde el CEND. 6. Reestructuración del área de Ingeniería y CEND (establecer funciones).
2	Producción		1. Baja productividad en ese tipo de proyectos por falta de estandarización. 2. Pérdida de información que se entrega a Ingeniería para actualizarla.	1. Que se actualice por parte de ingeniería la información que se detecta defectuosa en el proceso de fabricación de manera oportuna.
3	Calidad		1. No conocemos los planes de calidad 2. Poca claridad en detalles de verificación. 3. Falta de conocimiento de los componentes de los proyectos	1. Definir los planes de calidad de los productos del portafolio de Penagos y de proceso 2. Con la lista recibida a tiempo se puede adelantar actividades de marcación de componentes. 3. Un plan de calidad es muy amplio y para estos proyectos con una lista de verificación detallada es suficiente para el control 4. Validación de características del proyecto con Calidad y los responsables del proceso de fabricación.
4	Calidad	1. Garantía de que los procesos de mecanizado están siendo medidos con instrumentos controlados y calibrados	1. La verificación de los instrumentos se realiza en periodos de tiempo muy extensos.	1. Disminuir el periodo de calibración de instrumentos.
5	Operaciones	1. Conocimiento técnico de los almacenistas que aportan al control visual y calidad de los insumos 2. Un desarrollo adecuado de proveedores de calidad 3. Asesor externo para el control de calidad de fundición 4. Se hace un buen control en las cantidades	1. Falta de definiciones técnicas para validar la calidad de las materias primas y sus criterios de aceptación 2. Falta de conocimiento de los aspectos a controlar en materias primas	1. Definir los criterios de aceptación en las materias primas desde que nace un producto para el control de calidad. 2. Realizar verificación de calidad a todos los materiales y que el personal que haga la función cuente con información (fichas técnicas o listas de verificación), para que haga la respectiva verificación.
6	Operaciones	1. Se cuenta en el equipo con la Actitud de aprender y aportar al proceso de calidad	1. Falta definir criterios de calidad de cada producto, para poder tercerizar y aplicarlo en los productos comercializados, no se tienen requerimientos para inspeccionar la calidad en la recepción 2. Falta de mayor inspección en los elementos comercializados que van a producción	1. Fichas con los puntos a verificar en cada uno de los equipos como control de calidad 2. Desarrollar información y definir un responsable de las inspecciones de calidad de los comercializados

Figura 22. Matriz de identificación de oportunidades de mejora

6.4 Capacidad

6.4.1 Problema que se pretende atender. Penagos no cuenta con un estudio de capacidad actualizado que le permita conocer sus tiempos de producción y respuesta al cliente, por lo cual esporádicamente ha sido necesario realizar turnos adicionales para suplir la demanda.

6.4.2 Objetivos

- Realizar un análisis de la capacidad productiva de la línea de producción de la máquina PP-300
- Obtener la información base para alimentar el sistema ERP
- Identificar los cuellos de botella del proceso y elevar la capacidad de la línea

6.4.3 Descripción. Para calcular la capacidad productiva se toman los tiempos tipo obtenidos y se tiene en cuenta el número de recursos disponibles tanto de maquinaria, materias primas, herramientas, equipos y mano de obra.

Ya identificado el cuello de botella que sería nuestra operación con mayor duración, para este caso el corte del bastidor, se realiza un análisis de causas y se interviene en los factores que afectan en mayor medida; para esto con el apoyo de la gerencia y de otras áreas administrativas (Compras, calidad, gestión humana y producción) se incrementan los recursos disponibles de la sección de metalistería, en este caso se establecen turnos nocturnos, realizados por personal diferente al de la jornada normal, respetando el código sustantivo del trabajo; contando finalmente con dos operarios disponibles.

Inicialmente la operación 10 del bastidor tenía una capacidad de 0.65 unidades por hora, seguido de la operación 20 del base motor con 1.08 unidades por hora y la operación 20 de la cruceta rotor con una capacidad disponible de 1.16 unidades/h. Con lo anterior se concluye que el tiempo mínimo de producción es de 91.95 minutos y con la estandarización de procesos se logró mejorar así:

Tabla 53.

Tiempos mejora inicial al proceso

Componente	Op 10	Op 20	Op 30	Op 40	Op 50	Op 60	Op 70	total
Bastidor	0.69	4.64	2.04	2.14	2.47	3.28	10.91	0.69
Cuchilla	10.05	9.56	26.79	7.71				7.71
Tolva	1.70	3.35	3.35	27.27				1.70
cruceta rotor	1.76	1.23	3.15	3.15	2.43	3.55		1.23
Rotor Cuchilla	10.06	7.65						7.65
Rotor polea Motriz	1.91	5.27	11.54					1.91
Rotor eje principal	2.65	5.35	1.79	4.92				1.79
Rotor chumacera	1.62	1.75	3.42	3.53				1.62
Protector	3.60	4.20	6.24	9.49	3.95	61.38		3.60
Base Motor	2.17	1.19	2.40	1.57	6.67	66.96		1.19

Nota: Datos en minutos

Se obtiene entonces una capacidad de producción de 0.69 unidades por minuto para un tiempo mínimo de producción de 86.58 minutos.

A continuación, se detalla la mejora obtenida con estos cambios, en donde se puede evidenciar el aumento en la productividad de la línea productiva a través de la disminución de los tiempos de procesamiento y de alistamiento invertidos en cada una de las etapas de fabricación de la máquina

Tabla 54.

Porcentaje de mejora inicial al proceso

Componente	Op 10	Op 20	Op 30	Op 40	Op 50	Op 60	Op 70	total
Bastidor	5.84%	4.99%	6.63%	3.45%	9.07%	5.79%	6.78%	6.00%
Cuchilla	3.45%	4.46%	3.45%	4.19%				3.99%
Tolva	3.45%	3.45%	3.45%	0.00%				3.35%
cruceta rotor	3.45%	5.77%	3.45%	3.45%	7.38%	8.84%		5.34%
Rotor Cuchilla	3.45%	3.45%						3.45%
Rotor polea Motriz	9.77%	7.35%	10.34%					9.27%
Rotor eje principal	11.29%	12.07%	8.43%	12.36%				10.39%
Rotor chumacera	8.74%	12.83%	11.05%	11.29%				10.89%
Protector	6.81%	9.29%	9.12%	9.20%	12.64%	3.45%		9.37%
Base Motor	8.39%	9.34%	10.02%	4.16%	13.79%	3.45%		8.27%

Nota: Información en porcentaje de mejora

Como se observa, ya estandarizados los procesos se logra una mejora significativa teniendo en cuenta el volumen de producción y la demanda de la línea; sin embargo, se decide adicionar un turno para la operación identificada como cuello de botella, operación 10 del bastidor, logrando impactar positivamente en los resultados como se observa en la tabla 58.

Tabla 55.

Porcentaje mejora final

Componente	Op 10	Op 20	Op 30	Op 40	Op 50	Op 60	Op 70	total
Bastidor	52.92%	4.99%	6.63%	3.45%	9.07%	5.79%	6.78%	25.86%
Cuchilla	3.45%	4.46%	3.45%	4.19%				3.99%
Tolva	3.45%	3.45%	3.45%	0.00%				3.35%
cruceta rotor	3.45%	5.77%	3.45%	3.45%	7.38%	8.84%		5.34%
Rotor Cuchilla	3.45%	3.45%						3.45%
Rotor polea Motriz	9.77%	7.35%	10.34%					9.27%
Rotor eje principal	11.29%	12.07%	8.43%	12.36%				10.39%
Rotor chumacera	8.74%	12.83%	11.05%	11.29%				10.89%
Protector	6.81%	9.29%	9.12%	9.20%	12.64%	3.45%		9.37%
Base Motor	8.39%	9.34%	10.02%	4.16%	13.79%	3.45%		8.27%

Nota: Información en unidades porcentuales

Con esto se llega a la conclusión de que en la fabricación del bastidor se logró elevar la capacidad de la planta en un 52.92%, con un total en tiempo mínimo de producción de 50.46 minutos como se puede ver en la tabla 59.

Tabla 56.

Tiempos mejora final

	Op 10	Op 20	Op 30	Op 40	Op 50	Op 60	Op 70	total
Bastidor	43.29	12.94	29.34	28.00	24.26	18.29	5.50	161.62
Cuchilla	5.97	6.28	2.24	7.78				22.27
Tolva	35.28	17.92	17.92	2.20				73.32
cruceta rotor	34.16	48.64	19.04	19.04	24.71	16.92		162.51
Rotor Cuchilla	5.97	7.84						13.81
Rotor polea Motriz	31.40	11.39	5.20					47.99
Rotor eje principal	22.64	11.22	33.46	12.20				79.52
Rotor chumacera	37.05	34.38	17.54	16.98				105.95
Protector	16.65	14.28	9.61	6.32	15.20	0.98		63.04
Base Motor	27.61	50.46	24.99	38.29	9.00	0.90		151.25

Nota: Datos presentados en minutos

6.5 Control de calidad en el proceso

6.5.1 Problema que se pretende atender. De acuerdo con los análisis realizados a la máquina y sus características operativas se ha evidenciado una variación en cuanto al producto final, lo cual indica que el proceso no se encontraba controlado debidamente, teniendo en cuenta que es aquí donde debe garantizarse la calidad, ya que si no se trabaja en su aseguramiento en cada etapa del proceso se puede tener como resultado máquinas defectuosas que afectan directamente la eficiencia productiva.

6.5.2 Objetivos

- Establecer una metodología para mejorar el tiempo y costo de la inspección de atributos de calidad durante el proceso.
- Lograr un impacto positivo en la satisfacción del cliente basados en el principio de calidad.

6.5.3 Descripción. Inicialmente se establece el procedimiento para la elaboración y planes de muestreo, para esto se realizan reuniones con el área de calidad, compras y producción.

Etapa 1. Se define el alcance del procedimiento, el cual será aplicado para la inspección de atributos de materias primas, elementos de almacén, productos en proceso y terminados.

Etapa2. Para fortalecer la dirección y lograr un cumplimiento a cabalidad de las metas establecidas con este plan de mejoramiento, se delegan responsabilidades que son repartidas en los diferentes departamentos o unidades involucradas.

Etapa 3. Se definen los términos, las condiciones, lineamientos, características y se plasma en un manual la descripción del proceso con el fin de dejarlo documentado.

Para realizar el procedimiento se usa un formato en el que inicialmente se establecen los objetivos, alcance, responsables, seguido de los términos y condiciones, en el cual se busca explicar claramente y de forma sencilla los términos que serán expuestos o usados en el documento. Elaboración y validación de planes de muestreo, se encuentra en el Apéndice K.

De igual manera que el procedimiento para la elaboración y validación de planes de muestreo, se realiza para el control metrológico que permite asegurar la confiabilidad de las mediciones y el correcto funcionamiento de equipos de seguimiento, los cuales influyen en la calidad de los productos fabricados. Cabe resaltar que este procedimiento aplica a todos los equipos de medición usados en el proceso y se encuentra a cargo del área de calidad.

Para documentar el proceso se realizó una investigación teórica y de casos de estudio, para alinearla a las normas y requisitos establecidos por los entes reguladores. El procedimiento se encuentra en el apéndice L y se muestra su estructura en la siguiente figura.

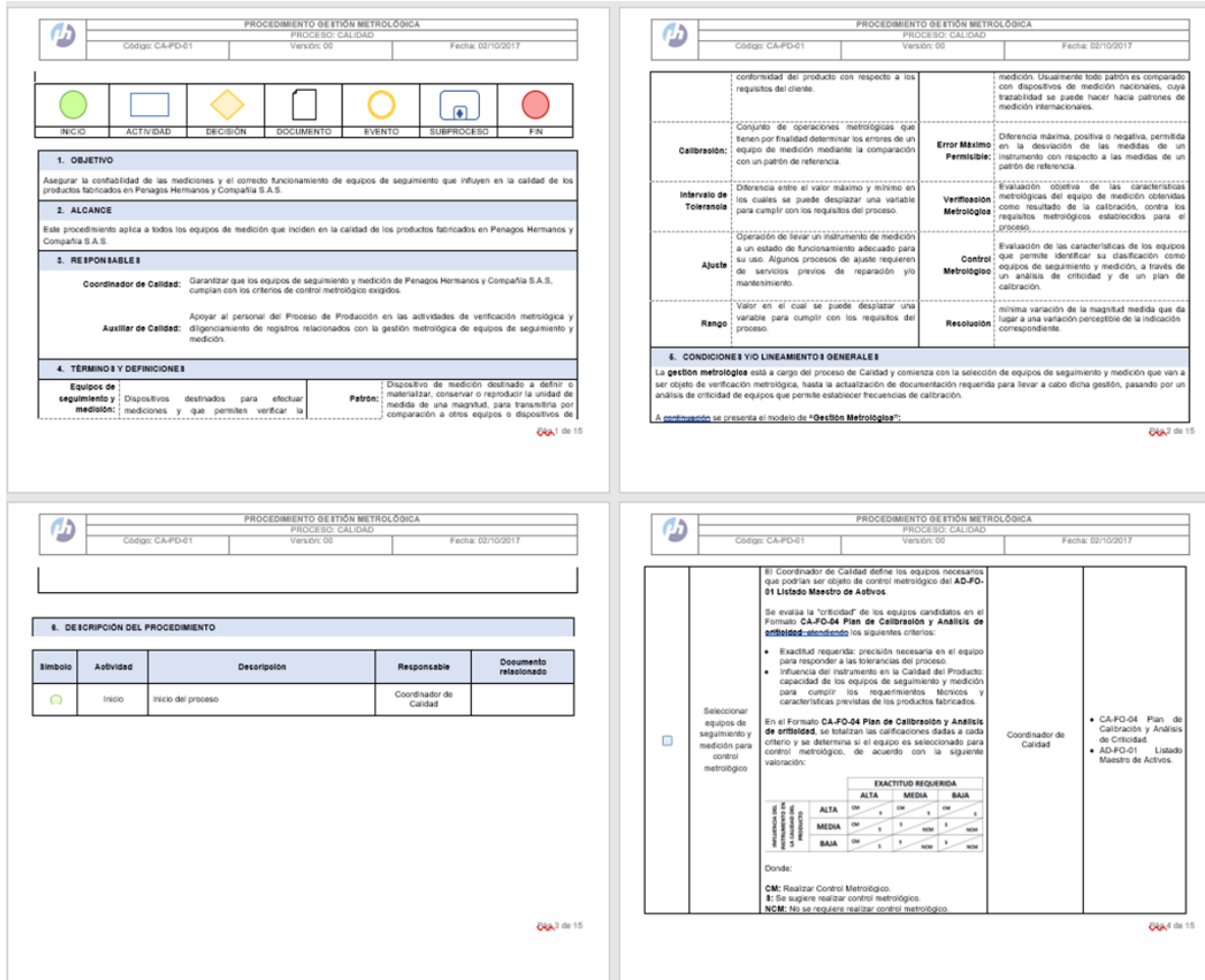


Figura 23. Gestión Metrológica

Y finalmente se diseña el procedimiento de gestión de planes de calidad que tiene por objetivo definir las actividades y criterios necesarios para la adecuada elaboración, revisión, aprobación, implementación, seguimiento y evaluación de los planes de calidad; así como de la identificación y análisis de puntos de control a los procesos de producción.

En este manual se establecen las acciones correctivas contempladas para controlar productos/salidas no conformes:

- Rechazar: acción tomada sobre un producto/salida no conforme para impedir su uso inicialmente previsto.

- Reprocesar: acción tomada sobre un producto/salida no conforme para que cumpla con los requisitos establecidos.

- Reparar: acción tomada sobre un producto/salida no conforme para convertirlo en aceptable para su utilización prevista. La reparación incluye las acciones reparadoras adoptadas sobre un producto previamente conforme para devolverle su aptitud al uso, por ejemplo, como parte del mantenimiento. La reparación puede afectar o cambiar partes de un producto no conforme.

- Reclasificar: acciones tomadas sobre un producto/salidas no conformes para impedir su uso inicialmente previsto o para apartarse de los requisitos originalmente especificados. La reclasificación también aplica para trabajar el producto/salida no conforme en otra referencia de producto. Es importante comunicar al líder del proceso o al cliente (en caso de ser necesario) cuando se efectúen actividades de reclasificación de productos/salidas no conformes.

En la figura 27 se encuentra una vista previa del procedimiento de gestión de planes de calidad y el documento se encuentra en el Apéndice M.

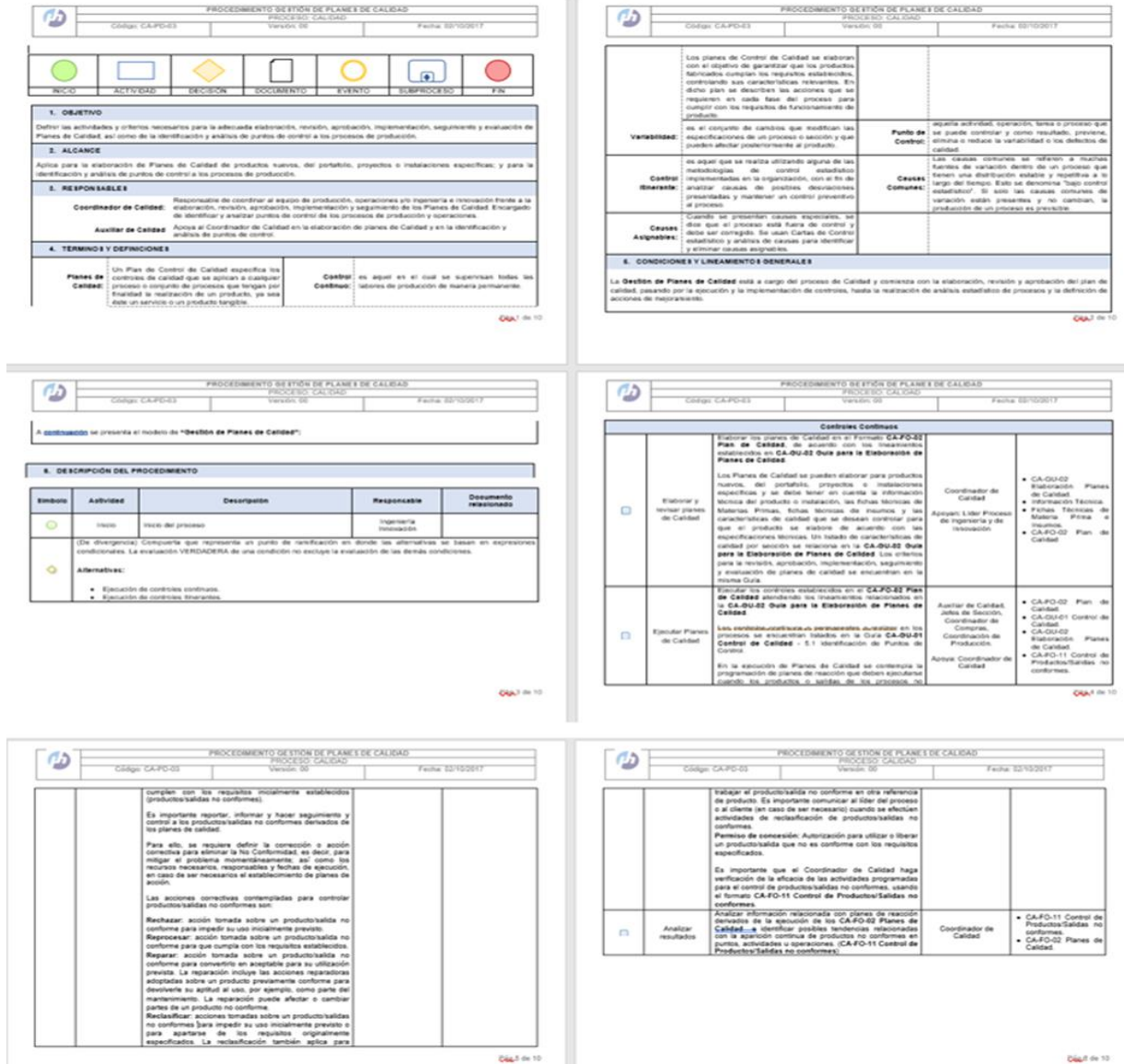


Figura 24. Gestión de planes de calidad

6.6 Planeación y programación del mantenimiento

6.6.1 Problema que se pretende atender. El proceso productivo continuamente presenta paradas o tiempos ociosos debido a fallas de la maquinaria y equipos afectando la productividad.

6.6.2 Objetivos

- Establecer un procedimiento para la planeación, programación y ejecución del mantenimiento.
- Maximizar la utilización eficiente del tiempo de trabajo, el material y el equipo
- Minimizar la probabilidad de fallas

6.6.3 Descripción. Con este plan de mejoramiento se busca minimizar la probabilidad de fallas en la maquinaria y equipos mediante la prevención, a través del cambio de piezas desgastadas, revisiones periódicas, limpieza y cambio de aceite, entre otros.

De esta manera se responderá de manera ágil y segura tanto en los mantenimientos preventivos como correctivos.

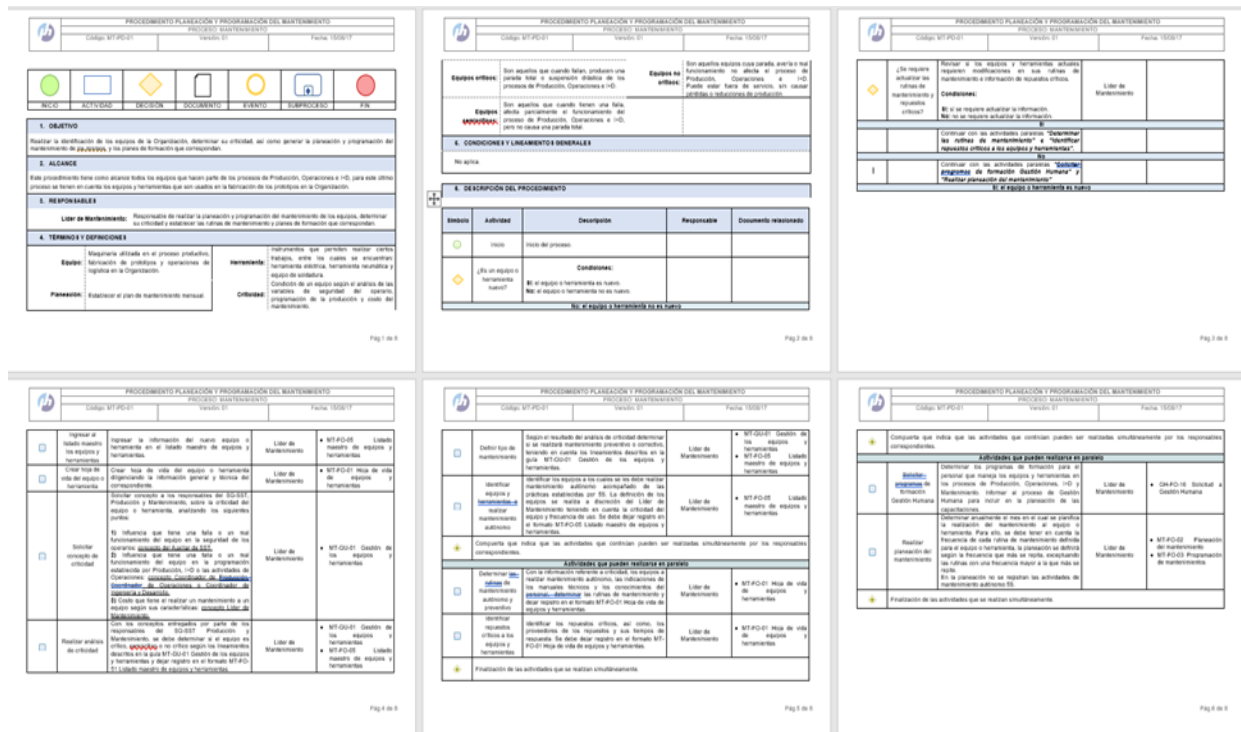


Figura 25. Procedimiento para la planeación y programación de la producción

Para la planeación y programación de la producción se realiza la identificación de los equipos, se determina su criticidad y se genera el procedimiento, el cual se encuentra en el Apéndice N y su vista previa se encuentra en la figura 28.

Una vez se contó con el procedimiento, se realizó la planeación utilizando la plantilla diseñada en Excel (ver figura 29), esta programación se encuentra disponible para los encargados de mantenimiento y es revisada periódicamente. El programa de mantenimiento se encuentra en el Apéndice O.

DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
						1 sierra bodega 1 y 2
2	3	4	5	6	7	8
		torno cnc miltronic sl 12	guillotina franco	guillotina franco	dobladora mecanica de lamina niagra	lijadora vertical
9	10	11	12	13	14	15
	cilindradora	horno generico de pintura briello	plasma cnc	prensa hidraulica de 150 toneladas	segueta industrial prototipos	esmeril mixto esmeril de piedra prototipos
16	17	18	19	20	21	22
	selladora de plastico	torno cnc colchester tornado 110	fresa zayer	taladro tago	soldador de punto 1 y 2	herramientas neumaticas
23	24	25	26	27	28	29
		torno cnc hass	torno convencional toss	esmeril de mecanizado	mescladro de arena	cabina pintura electro estatica roja
30						
torno 1500						

Figura 26. Ejemplo de programación de la producción

Y para la ejecución del mantenimiento se definen las etapas que permiten llevarlo a cabo de forma eficaz y teniendo en cuenta los lineamientos de criticidad y características de cada equipo y herramienta. Si el mantenimiento es programado se debe tener en cuenta la planeación y

programación existente e informar a las secciones y áreas por correo o por medio de las carteleras sobre la ejecución del mismo con por lo menos quince (15) días de anticipación, definiendo en el correo también información relevante como los responsables, equipo a intervenir y fecha exacta.

Si, por el contrario, la solicitud la emite el personal de producción, Innovación u Operaciones por medio del formato de Solicitud de mantenimiento a equipos y herramientas donde describe brevemente el problema que presenta el equipo; el líder de Mantenimiento debe realizar el registro de la solicitud en el formato de Programación de mantenimientos; a su vez debe realizar diagnóstico y determinar la prioridad del mantenimiento.

La prioridad se define entre alta, media y baja según criticidad del equipo o herramienta y la programación del mantenimiento. Una vez realizado el diagnóstico, se determina la necesidad de comprar repuestos e insumos para ejecutar las reparaciones al equipo o herramienta; de ser necesario se debe realizar la solicitud de compra al área de abastecimiento por medio del formato de Solicitud interna de compras.

Se genera la orden de servicio y se deja registro en el formato de Orden de servicio y en el de Programación de mantenimientos y finalmente se realiza el mantenimiento; el documento completo se encuentra en el apéndice P.

7. Indicadores de seguimiento

Para medir el impacto de las mejoras realizadas se crearon algunos indicadores, algunos se aplican y otros que se crean al final de la práctica quedan como propuestos para continuar el seguimiento.

7.1 5S's

- **Indicador de Cumplimiento 5S's:** Este indicador fue aplicado desde el inicio de la práctica, durante el diagnóstico para identificar el estado inicial en que se encontraba la metodología y finalmente para evaluar los cambios

- **Objetivo:** Medir el cumplimiento de la herramienta 5's

Meta: Alcanzar un mejoramiento mensual del 95%.

- **Responsable:** Practicante

- **Descripción:** Indica el grado de mejoramiento que se ha alcanzado en la metodología, para su cálculo se toman los resultados obtenidos con las listas de chequeo y se calcula el promedio de la calificación obtenida; este promedio se calcula tanto por etapas como por el total de la encuesta.

$$\% \text{ de cumplimiento} = \frac{\text{Calificación obtenida}}{\text{Máxima calificación posible}}$$

7.2 Estandarización

Disminución en tiempos de procesamiento: Indica el porcentaje en que se logró disminuir el tiempo de producción de la PP-300 calculado para cada uno de los componentes y operaciones realizadas.

Objetivo: Medir la mejora en productividad reflejada en los tiempos de procesamiento de la máquina.

Meta: lograr un porcentaje de mejora del 10% en tiempos de producción.

Responsable: Practicante y líderes de proceso.

Descripción: Durante la realización del diagnóstico y plan del proyecto se realizó una toma de tiempos, la cual se compara con el estudio de tiempos realizado al final del proyecto, luego de aplicar las mejoras.

$$\% \text{ de disminución en tiempos de procesamiento} = \left(1 - \frac{\textit{Tiempo final}}{\textit{Tiempo inicial}} \right) * 100$$

- **Tiempo final:** tiempo de la medición actual.
- **Tiempo inicial:** tiempo de la medición inicial.

7.3 Programación de la producción

Aumento de la capacidad de producción: Cuantifica la mejora en unidades producidas por unidad de tiempo.

- **Objetivo:** Evaluar la mejora en la capacidad de producción.
- **Meta:** Alcanzar una mejora de 0.7 unidades por hora.
- **Responsable:** Practicantes y líderes de proceso.
- **Descripción:** La capacidad fue calculada durante el diagnóstico para evaluar cómo estaba la situación actual de la empresa y en específico del proceso de fabricación de la máquina de estudio y luego de aplicar las mejoras al proceso se realiza un nuevo cálculo de la capacidad, igualmente se espera se siga realizando la medición por lo menos cada semestre con el fin de realizar seguimiento a la mejora que se espera sea progresivo.

$$\% \text{ Aumento de capacidad productiva} = (\textit{Tiempo final} - \textit{Tiempo inicial}) * 100$$

7.4 Calidad

Indicador de satisfacción del cliente: Con este indicador se quiere medir la mejora lograda en la calidad de las máquinas, que se pretende evaluar a través de la satisfacción del cliente, medida a partir de una encuesta.

Objetivo: Medir el grado de satisfacción del cliente.

Meta: Alcanzar un porcentaje de 90%

Responsable: Practicante y departamento de calidad y mercadeo.

Descripción: Se aplica la encuesta a los clientes y se recopila la información para obtener una calificación general.

$$\% \textit{Satisfacción del cliente} = \left(\frac{\textit{Calificación por ítem}}{\textit{Número de ítems totales}} \right) * 100$$

- Calificación por ítem: Calificación realizada por el cliente para cada una de las preguntas realizadas.

- Número de ítems totales: Cantidad total de preguntas

- **Salidas no conformes:** Con este indicador se quiere medir la mejora lograda en la calidad de las máquinas calculando el número de salidas no conformes.

Objetivo: Medir la cantidad de salidas no conformes que se presenta mensualmente.

Meta: Alcanzar un porcentaje de 90%

Responsable: Practicante y departamento de calidad.

Descripción: Se calcula la cantidad de productos no conformes utilizando la información recolectada en el “Control de productos - Salidas no conformes”

Salidas no conformes

$$= \sum \text{Salidas no conformes según control durante el mes}$$

7.5 Resultados

A continuación, se presentan algunos de los indicadores obtenidos durante la realización del proyecto.

7.5.1 Indicador 5S's (Porcentaje de cumplimiento). Para el indicador cinco eses se realizaron cuatro aplicaciones de la encuesta y se obtuvo los siguientes resultados:

	Total Puntos	Calificación	Porcentaje de Cumplimiento
Seleccionar	26	2.89	57.78%
Ordenar	27	3.38	67.50%
Limpiar	31	3.10	62.00%
Estandarizar	25	3.57	71.43%
Disciplinar	15	3.00	60.00%

Figura 27. Primera encuesta 5S's

En la primera aplicación, presentada en la figura 30, se detectan mayores oportunidades de mejoramiento en la etapa de selección ya que para los colaboradores ha sido muy difícil desprenderse de las cosas para organizar sus puestos de trabajo y solo mantener las herramientas y elementos necesarios.

	Total Puntos	Calificación	Porcentaje de Cumplimiento
Seleccionar	28	3.11	62.22%
Ordenar	28	3.50	70.00%
Limpiar	31	3.10	62.00%
Estandarizar	26	3.71	74.29%
Disciplinar	15	3.00	60.00%

Figura 28. Resultados II 5S's

Para la segunda aplicación de la encuesta, la cual se puede observar en la figura 31, se puede apreciar una mejora en tres de las etapas; en selección gracias a la implementación de las tarjetas rojas que permitió establecer que acciones eran necesarias para algunos de los elementos y además se reorganizaron piezas que se encontraban mal ubicadas y habían permanecido así por mucho tiempo.

Y como resultado de la selección y clasificación realizada, se logra impactar directamente en el orden y la estandarización de las diferentes áreas de la planta.

	Total Puntos	Calificación	Porcentaje de Cumplimiento
Seleccionar	30	3.33	66.67%
Ordenar	29	3.63	72.50%
Limpiar	32	3.20	64.00%
Estandarizar	27	3.86	77.14%
Disciplinar	17	3.40	68.00%

Figura 29. Resultados III 5S's

Una vez se empieza a tomar la cultura del orden en la planta de producción; como se evidencia en la figura 32, se decide fortalecer la limpieza, para esto se cuenta con la ayuda de los líderes de proceso y del jefe de planta, ya que son ellos quienes se encargan de supervisar el avance

y establecer además pequeñas jornadas que fortalecen o mejoran el estado de limpieza de las máquinas, mesas, puestos de trabajo y áreas comunes.

	Total Puntos	Calificación	Porcentaje de Cumplimiento
Seleccionar	31	3.44	68.89%
Ordenar	30	3.75	75.00%
Limpiar	35	3.50	70.00%
Estandarizar	29	4.14	82.86%
Disciplinar	18	3.60	72.00%

Figura 30. Resultados IV 5S's

Y con el establecimiento de las pautas para llevar a cabo las jornadas diarias de limpieza y las jornadas programadas para aseo general y revisiones de las máquinas, se logra atacar dos ejes primordiales para la herramienta cinco eses; la estandarización y la disciplina; lo cuál va directamente relacionado con las personas ya que son los colaboradores o clientes internos quienes con su sentido de pertenencia, constancia y colaboración permiten que se desarrolle una cultura de limpieza.

Como se evidencia en la figura 33, se logra mejorar la calificación en todas las etapas, alcanzando un cumplimiento del 68.89% en la etapa de selección, la cual sigue siendo la etapa con mayores debilidades y por tanto en la que se debe centrar la aplicación para a su vez mejorar las demás; en la etapa de orden se logra un cumplimiento del 75%, para la limpieza un 70 %; en estandarización se llega a un 82.86% y finalmente en disciplina se alcanza un 72% de cumplimiento; hay que tener en cuenta que la meta establecida es del 95%, valor que se espera alcanzar según proyección realizada con la dirección en el tercer trimestre del año.

7.5.2 Estandarización. En el Capítulo 6 se presenta el cuadro completo del porcentaje de mejora para cada componente y operación según relación del estudio de tiempos inicial realizado para el diagnóstico y el estudio de tiempos final.

En la tabla siguiente se pueden observar los porcentajes de mejora en los tiempos de procesamiento de las operaciones de menor capacidad para cada componente.

Encontrando una mejora de 52.92% en el cuello de botella con el aumento en la capacidad del centro al contar con disponibilidad de un turno adicional. Como se ve en la tabla los componentes con menor variación fueron la tolva y el rotor cuchilla, debido a que la mayor parte del tiempo de procesamiento corresponde al alistamiento de la máquina.

Tabla 57.

Porcentaje de mejora en operaciones de menor capacidad

Componente	Disminución (Porcentaje)	Operación
Bastidor	52.92%	1
Cuchilla	4.46%	2
Tolva	3.45%	1
cruceta rotor	5.77%	2
Rotor Cuchilla	3.45%	2
Rotor polea Motriz	9.77%	1
Rotor eje principal	8.43%	3
Rotor chumacera	8.74%	1
Protector	6.81%	1
Base Motor	9.34%	2

Tabla 58.

Estandarización - Mejora

Componente	Mejora en la capacidad
Bastidor	0.73
Cuchilla	0.32
Tolva	0.06
cruceta rotor	0.07
Rotor Cuchilla	0.26
Rotor polea Motriz	0.19
Rotor eje principal	0.15
Rotor chumacera	0.14

Componente	Mejora en la capacidad
Protector	0.25
Base Motor	0.11

Nota: Datos en unidades por hora.

Se obtiene una mejora que se refleja en la tabla 61, mostrando la cantidad de unidades que pueden realizarse en una hora de procesamiento; estos datos son presentados por componente; lo que reafirma que la máxima mejora obtenida se da en el bastidor con 0.73 unidades adicionales por hora.

8. Conclusiones

- El desarrollo del presente trabajo permitió identificar oportunidades de mejora en el proceso de fabricación de la máquina más representativa de la línea agrícola, lo que a su vez llevó a realizar planes de mejoramiento acertados de acuerdo con el diagnóstico de la situación inicial.

Con esto se realiza o establece la secuencia de operaciones a realizar de manera estándar, se actualiza la información relacionada al proceso de fabricación y además se logran mejoras adicionales como lo son la caracterización del proceso de calidad, las cartas de control estadístico, planes de muestreo, levantamiento de procedimientos para el control de la calidad y procedimientos para programación de mantenimiento.

- Uno de los principales objetivos de este proyecto fue el logro de procedimientos de trabajo sencillos y seguros, lo cual se llevó a cabo a través del estudio de tiempos y la estandarización de los procesos logrando una mejora del 11.70% en el tiempo utilizado para fabricar una máquina PP-300, con la disminución de 1.94 horas de procesamiento.

- La aplicación de la metodología 5S's permitió no solo mejorar la apariencia de la planta que se ve reflejada en una mejor organización de los puestos de trabajo, sino una disminución de tiempos empleados en encontrar las herramientas y elementos empleados en las tareas diarias y a su vez crear un mejor ambiente laboral que influye en la velocidad y calidad del trabajo realizado por los empleados. Con la realización de las capacitaciones, evaluaciones de seguimiento y dinámicas en el tema, se logró una mejora de 15.32%.

- La herramienta de análisis de causas es muy importante en cualquier plan de mejoramiento, ya que permite identificar de manera sencilla y acertada las problemáticas, sus causas y consecuencias, de manera que se establezcan ideas para fortalecer o mitigar los problemas atacando las causas raíz.

- Durante la realización del proyecto se identificó que se presentaba variabilidad en las especificaciones y características de los productos finales obtenidos, afectando la productividad con la generación de producto no conforme al cual debía realizarse un reproceso para garantizar el cumplimiento y satisfacción del cliente, incurriendo en tiempos adicionales que no agregaban valor al producto e incrementaban el costo de producción de la máquina; por lo anterior se decide trabajar de la mano con el departamento de calidad en el levantamiento de procedimientos, formatos y controles que a su vez facilitan la trazabilidad y garantizan en mayor medida la entrega de productos de buena calidad.

- Los indicadores facilitan realizar seguimiento a las mejoras realizadas durante el proceso, controlando los cambios, y a su vez detectando debilidades o acciones correctivas para fortalecer estos aspectos y alcanzar los objetivos trazados.

9. Recomendaciones

- Se recomienda seguir trabajando en el fortalecimiento de la cultura de orden y aseo, hasta lograr que esta se convierta en parte de la cultura y filosofía de la empresa.
- Además, se recomienda trabajar en la trazabilidad del producto, ya que es uno de los aspectos que permiten controlar la calidad del producto
- Realizar manuales de funciones claros y actualizados para toda la planta de producción con el fin de definir responsabilidades.
- Elaborar manuales de procedimiento para toda la línea de producción de máquinas agrícolas con el fin de estandarizar los procesos, simplificarlos e identificar posibles cambios, bien sea en el proceso, los materiales u otros recursos. Para este punto, tener en cuenta que es importante escuchar a los empleados ya que son ellos quienes se encuentran realizando día a día la labor operativa y quienes por tanto se vuelven expertos en los procesos y en la mayoría de casos son ellos mismos quienes tienen la solución a los problemas que se presentan.
- Seguir aplicando las encuestas a los clientes con el fin de conocer su opinión y percepción no solo de nuestros productos sino la credibilidad de Penagos como una empresa.
- Realizar capacitaciones a los empleados en los diferentes procesos, en el uso de las máquinas y la importancia de la labor que realizan, de esta manera se podrán hacer rotaciones de los puestos de trabajo permitiendo a su vez cubrir a compañeros en emergencias, suplir necesidades de incrementar el personal en un centro de trabajo específico ya que todos se encontrarán en la capacidad para realizar al menos dos de las operaciones involucradas en el proceso.

- Hacer seguimiento al cumplimiento de las mejoras y detectar puntos clave para seguir avanzando, para esto se puede realizar análisis de debilidades y fortalezas.
- Realizar periódicamente reuniones con los líderes de procesos donde se recopilen ideas haciendo uso de herramientas como las 5 preguntas o lluvias de ideas, ya que son ellos quienes se encuentran más cerca del proceso, de los operarios y de los directivos, estando así, ubicados estratégicamente y convirtiéndose a su vez en punto clave de la comunicación.

Referencias Bibliográficas

- Aldana de Vega, L. A., Álvarez builes, M. P., Bernal Torres, C. A., Díaz Becerra, M. I., González Soler, C. E., Galindo Uribe, Ó. D., & Villegas Cortés, A. (2010). *Administración por calidad* (Primera ed). Bogotá, Colombia: Alfaomega Colombiana S.A.
- Bautista, C., Camargo, G., & Pinzón, J. (2010). *Evaluación y mejoramiento de la cadena de valor y de los recursos restrictivos de capacidad de producción (RRCP) en las áreas de mecanizado y metalistería en la planta industrial de Penagos Hermanos & Cía Ltda.* Universidad Industrial de Santander.
- Deming, E. (1989). *Calidad, productividad y competitividad: La salida de la crisis.* Madrid, España: Díaz de Santos S.A. Recuperado de <https://books.google.com.co/books?id=d9WL4BMVHi8C&printsec=frontcover&dq=competitividad&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiD6sjz-OXfAhWH1FkKHdiaCO8Q6AEINDAC#v=onepage&q=competitividad&f=false>
- Galgano, A. (1995). *Los siete instrumentos de la calidad total* (Diaz Santo). Madrid, España.
- Guerrero, B. B. (2018). Escenarios futuros del sector metalmecánico . Municipio de Tuluá y su zona de influencia . Horizonte 2018-2028, 82(2), 181-208.
- Gutiérrez Pulido, H. (2010). *Calidad total y productividad* (Tercera ed). México, México: Mc Graw Gil. Recuperado de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/bibliouissp/reader.action?docID=3216975>
- Hoyos Torres, W. (2010). *Un libro de calidad* (Primera Ed). Bucaramanga, Colombia: Universidad Pontificia Bolivariana.

La industria metalmecánica en Colombia y la fabricación de molinos para ingenios azucareros.

(2012). *Técnicaña*, 29, 59. Recuperado de https://www.tecnicana.org/pdf/2012/tec_no29_2012_p54.pdf

López Lemos, P. (2016). *Herramientas para la mejora de la calidad*. Madrid, España: Fundación Confemetal. Recuperado de https://ebookcentral.proquest.com/lib/bib_liouissp/reader.action?docID=4849804&query

Maldonado, J. Á. (2011). *Gestión de procesos*. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com>

Miranda González, F., Chamorro Mera, A., & Rubio Lacoba, S. (2007). *Introducción a la gestión de la calidad*. (Delta Publicaciones Universitarias, Ed.) (Primera ed). Madrid, España.

Palacios Aceros, L. C. (2016). *Ingeniería de Métodos, Movimientos y Tiempos* (Segunda ed). Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones Ltda. Recuperado de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/bibliouissp/reader.action?docID=4870547>

Parra, C. (2018). *Análisis y mejoramiento de los procesos productivos para la empresa Penagos Hermanos & Compañía S.A.S*. Universidad Industrial de Santander.

Penagos. (s. f.). Recuperado de <http://www.penagos.com/quienes-somos/>

Penagos Hermanos, en la ruta del café. (2010). Recuperado de <https://www.dinero.com/edicion-impresa/negocios/articulo/penagos-hermanos-ruta-del-cafe/104336>

Sectorial, I. (2015). Sector Metalmecánico, 31.