

Mejoramiento de procesos productivos en Industrias Acuña Ltda.

Jesica Milena Barajas Guevara; Federico Noriega Wandurraga

**Trabajo de grado para optar al Título de
Ingeniero Industrial**

Director

Edward Parra Flórez

Ingeniero Industrial

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico-mecánica

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Ingeniería Industrial

Bucaramanga

2017

DEDICATORIA

*A Dios por darme guía y dirección en este camino, por sus grandes bendiciones y
su amor.*

*A mis padres Norberto y Marilú, a mi hermano Fernando y a Alejandro por ser
un motor en mi vida, por sus consejos, motivación para superarme cada día, por su
apoyo incondicional, las lágrimas y risas compartidas, por los sacrificios y fortaleza.*

*A mis nonos y tíos, en especial Alicia y Gladys, quienes siempre han confiado en
mí y han contribuido al alcance de mis logros.*

A mis amigos quienes me han acompañado a lo largo de la vida.

Milena Barajas Guevara.

DEDICATORIA

A mi papá que me enseñó el don de la razón por sobre todas las cosas y a mi mamá que me dio el regalo de la sensibilidad.

A mis hermanos quienes han sido ejemplo y ayuda ante las dificultades.

A mis amigos quienes fueron los que el destino me dio como hermanos nacidos en otro hogar.

Y, por último, a la Selección de Rugby que es la familia inseparable e inolvidable que me enseñó a siempre andar hacia adelante, a guardar paciencia ante las dificultades y siempre levantarme después de caer.

Federico Noriega Wandurraga

AGRADECIMIENTOS

*A nuestros padres quienes han sido eje fundamental en la consecución de
nuestros sueños.*

*A la Universidad Industrial de Santander y a la Escuela de Estudios
Industriales y Empresariales por formarnos profesional e íntegramente.*

*Al profesor Edward Parra por su acompañamiento y cada uno de los aportes a la
realización del proyecto.*

*A Industrias Acuña Ltda. por abrirnos las puertas de su empresa y a todos sus
trabajadores que nos apoyaron, en especial al ingeniero Rensó Velandia por la
colaboración en la realización del proyecto.*

Tabla de contenido

Introducción.....	21
Cumplimiento de objetivos.....	23
1. Generalidades de la empresa.....	24
1.1 Identificación de la empresa	24
1.2 Reseña histórica	24
1.3 Direccionamiento estratégico.....	25
2. Generalidades del proyecto.....	26
2.1 Planteamiento del problema.....	26
2.2 Alcance del proyecto	27
2.3 Objetivos del proyecto.....	28
2.3.1 Objetivo general	28
2.3.2 Objetivos específicos.....	28
2.4 Metodología del proyecto	28
3. Marco de referencia.....	30
3.1. Marco de antecedentes.....	30
3.2. Marco teórico	32
3.2.1 Metodología 5's.....	32

3.2.2. Estudio de tiempos.	33
3.2.3. Despilfarro.	35
3.2.4. Distribución de planta.	37
3.2.5. Diagrama de flujo del proceso.	40
3.2.6. Diagrama de recorrido.	42
3.2.7. Diagrama causa – efecto.	43
3.2.8. Cuello de botella.	43
4. Diagnóstico de la situación actual.	43
4.1 Metodología del diagnóstico.	43
4.2 Descripción de los productos.	46
4.2.1 Canastas ranuradas.	46
4.2.2 Sinfines hexagonales.	49
4.3 Análisis cuantitativo.	51
4.3.1. Estudio de tiempos.	51
4.3.2. Análisis del cuello de botella.	56
4.3.3 Diagrama de recorrido.	60
4.4 Análisis cualitativo.	65
4.4.1 Metodología 5's.	65
4.4.2 Despilfarros.	69

4.5 Conclusiones del diagnóstico.....	73
5. Plan de mejoramiento.....	74
5.1 Metodología 5's.....	74
5.1.1. Problema que se pretende atender.....	74
5.1.2. Objetivos.....	74
5.1.3. Descripción.....	74
5.2. Estandarización de los procesos.....	80
5.2.1. Problema que se pretende atender.....	80
5.1.2. Objetivos.....	80
5.1.3. Descripción.....	80
5.3. Herramienta ofimática.....	81
5.3.1. Problema que se pretende atender.....	81
5.3.2. Objetivos.....	81
5.3.3. Descripción.....	82
5.4 Distribución de planta.....	83
5.4.1 Problema que se pretende atender.....	83
5.4.3 Descripción.....	84
6. Indicadores de seguimiento.....	93
6.1. Metodología 5's.....	93

6.2. Estandarización de los procesos.....	94
6.3. Herramienta ofimática	99
6.4. Distribución de planta.....	99
7. Plan de acción para la implementación	101
7.1 Metodología 5's	101
7.1.1. Resultados.	109
7.2. Estandarización de los procesos.....	111
7.2.1 Resultados	118
7.3. Herramienta ofimática	129
7.4. Distribución de planta.....	131
7.4.1 Resultados.....	132
8. Conclusiones	137
9. Recomendaciones.....	138
Referencias bibliográficas	139

Lista de tablas

Tabla 1. Cumplimiento de objetivos.	23
Tabla 2. Valoración de escalas de ritmo de trabajo	35
Tabla 3. Símbolos básicos del diagrama de flujo del proceso.....	41
Tabla 4. Símbolos combinados del diagrama de flujo del proceso.....	42
Tabla 5. Recursos necesarios para producir una canasta ranurada.	48
Tabla 6. Recursos necesarios para producir un sinfín.....	50
Tabla 7. Tamaño de la muestra en estudio de tiempos por cronómetro.....	51
Tabla 8. Tiempos tipo-Canastas ranuradas.....	52
Tabla 9. Costo de procesamiento Canastas Ranuradas.	54
Tabla 10. Tiempos tipo-Sinfines hexagonales.....	56
Tabla 11. Unidades de producción semanales-Estudio de tiempos Canastas ranuradas.....	57
Tabla 12. Unidades de producción semanales-Estudio de tiempos-Sinfines hexagonales.	58
Tabla 13. Resultados del diagrama de recorrido para Canastas ranuradas.....	60
Tabla 14. Resultado del diagrama de recorrido para sinfines hexagonales.....	61
Tabla 15. Costo de despilfarro promedio por referencia.....	62
Tabla 16. Despilfarro promedio en minutos de sinfines con Soldadura.	63
Tabla 17. Costo promedio de despilfarros sinfines 700#4.	64
Tabla 18. Despilfarro promedio sinfines 700 #1.	64
Tabla 19. Costo de despilfarros-Sinfín 700#1.	64
Tabla 20. Resultado del análisis 5's.	68
Tabla 21. Resultados análisis de despilfarros.....	72

Tabla 22. Demanda de productos en un periodo de 5 meses.....	86
Tabla 23. Abreviatura de las diferentes áreas.....	87
Tabla 24. Evaluación de Propuestas de distribución de plantas.	92
Tabla 25. Indicador materia prima ahorrada por unidad.....	97
Tabla 26. Plan de implementación 5's.....	101
Tabla 27. Resultados 1 mes cumplimiento orden y aseo.	108
Tabla 28. Resultados aplicación 5'S B1 y B2.....	109
Tabla 29. Resultados aplicación programa 5's B4.	110
Tabla 30. Plan de Implementación Estandarización de los procesos.....	111
Tabla 31. Disminución de tiempos de ajuste por cambios de abrazaderas.	118
Tabla 32. Costos de ajuste de las abrazaderas.	118
Tabla 33. Estudio de tiempos actual - Canastas ranuradas.....	119
Tabla 34. Disminución en tiempos promedio de procesamiento de canastas.	120
Tabla 35. Costo promedio de despilfarros por operación - Canastas Ranuradas.	120
Tabla 36. Disminución de despilfarros de Canastas Ranuradas.	122
Tabla 37. Clasificación de despilfarros- Canastas ranuradas.	122
Tabla 38. Porcentajes de disminución despilfarros.....	123
Tabla 39. Tiempo tipo sinfines 700#4.....	124
Tabla 40. Comparación tiempos promedio de procesamiento Sinfines 700 #4.	124
Tabla 41. Comparación despilfarros-Sinfines 700 #4.....	124
Tabla 42. Resultados 5mqs final.....	125
Tabla 43. Resultados 5MQS B1 y B2.....	128
Tabla 44. Resultados 5MQS B4.....	128

Tabla 45. Plan de implementación herramienta ofimática.	129
Tabla 46. Plan de implementación Distribución de planta.	131
Tabla 47. Porcentaje de disminución de costos de transporte al mes por propuesta.	132

Lista de Figuras

Figura 1. Canasta ranurada	46
Figura 2. Sinfines hexagonales 700#1.....	49
Figura 3. Sinfines hexagonales 700#4.....	49
Figura 4. Identificación cuello de botella – Canasta Ranurada	58
Figura 5. Cuello de botella-Sinfines hexagonales.....	59
Figura 6. Resultados del análisis 5's.....	69
Figura 7. Resultados del análisis de despilfarros.....	72
Figura 8. Diapositivas Socialización.....	75
Figura 9. Tarjeta roja.....	76
Figura 10. Realización broquero.....	77
Figura 11. Realización de tablero sombreado.....	78
Figura 12. Ranking de cumplimiento 5's.....	79
Figura 13. Menú Inicio	83
Figura 14. Generar Solicitud de Producción.	83
Figura 15. Creación de Orden de Producción.....	83
Figura 16. Diagrama de Pareto.	85
Figura 17. Necesidades de proximidad.	87
Figura 18. Diagrama de bloques.	88
Figura 19. Diagrama de relación de actividades.....	88
Figura 20. Indicador de 5's.....	93
Figura 21. % de disminución de Tiempos.....	94

Figura 22. % de disminución de tiempos de despilfarros	95
Figura 23. % de mejoramiento en 5MQS.....	96
Figura 24. Materia prima ahorrada por unidad.	97
Figura 25. % de defectuosos.....	98
Figura 26. % de Disminución de COP	99
Figura 27. % de Disminución de costo de transporte.	100
Figura 28. Entrevistas y aplicación listas de chequeo.....	104
Figura 29. Socialización 5's.	104
Figura 30. Socialización 5's.	104
Figura 31. Manual de limpieza y necesidades de limpieza de las máquinas.....	105
Figura 32. Aplicación tarjetas rojas.	105
Figura 33. Broquero Grande.....	106
Figura 34. Tablero sombreado.....	106
Figura 35. Broquero pequeño.	106
Figura 36. Estante-Después.	106
Figura 37. Estante Antes	106
Figura 38. Aseo de pisos.	106
Figura 39. Zona de Producto terminado actual.....	107
Figura 40. Zona- Antes.....	107
Figura 41. Pintando los dispositivos.	107
Figura 42. Resultados 5's Actual.....	111
Figura 43. Manual de método estándar-Canastas ranuradas.	114
Figura 44. Canasta con Abrazaderas nuevas.	115

Figura 45. Canastas con abrazaderas antiguas.....	115
Figura 46. Método estándar de fabricación-Sinfines sin soldadura.....	116
Figura 47. Método estándar-Sinfines hexagonales con soldadura.....	117
Figura 48. Despilfarros 5MQS final.	126
Figura 49. Análisis actual - Despilfarros 5MQS.....	127
Figura 50. Propuesta 3 – Bodega 1 y 2.	133
Figura 51. Propuesta 3 – Bodega 4.	134
Figura 52. Propuesta 5 – Bodega 1 y 2.	135
Figura 53. Propuesta 5 – Bodega 4.	136

Resumen

Título: Mejoramiento de procesos productivos en Industrias Acuña Limitada.*

Autores: Jesica Milena Barajas Guevara, Federico Noriega Wandurraga.**

Palabras claves: Mejoramiento, Procesos, Despilfarro, Producción, Análisis, Implementación,

Indicadores de gestión.

Descripción:

Industrias Acuña Ltda. es una empresa del sector metalmecánico dedicada al diseño, producción, comercialización y montaje de maquinaria, plantas industriales y repuestos. Se ha destacado por su innovación, lo que le permite ofrecer diversidad de productos y servicios que brindan soluciones principalmente al sector agroindustrial, minero-energético y químico.

Este proyecto tiene como propósito diseñar e implementar un plan de mejoramiento de los procesos productivos de INAL, teniendo como piloto las líneas de canastas ranuradas y sinfines hexagonales.

Inicialmente se realizó un diagnóstico de la situación de la empresa, para lo cual se recopiló información relacionada con los procesos productivos, el ambiente laboral, y la organización, a través de visitas a la planta y entrevistas al personal involucrado, haciendo uso de herramientas tales como 5's, análisis de despilfarros, estudio de tiempos, diagramas de flujo y recorrido del proceso y diagrama causa-efecto. Con esto, se logró conocer la organización y los procesos, al mismo tiempo que se identificaban falencias. Por consiguiente, se proponen mejoras relacionadas con el orden y aseo de la planta, la estandarización de los métodos de trabajo, disminución de desplazamientos y tiempos ociosos, programación de la producción y disposición del espacio físico. Finalmente, se establece un sistema de indicadores de gestión que permite hacer seguimiento de las mejoras implementadas, evaluando su evolución y efectividad, para así obtener conclusiones acertadas y reales que dan paso a recomendaciones para garantizar el mejoramiento continuo en los procesos productivos de Industrias Acuña Limitada.

* Proyecto de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director: Edward Parra Flórez, Ingeniero Industrial.

Abstract

Title: Improvement of productive processes in Industrias Acuña Limitada.*

Authors: Jesica Milena Barajas Guevara; Federico Noriega Wandurraga.**

Keywords: Improvement, Processes, Waste, Production, Analysis, Implementation, Management Indicators.

Description:

Industrias Acuña Ltda. is a company of the metalworking sector dedicated to design, production, commercialization and assembly of machinery, industrial plants and spare parts. It has stood out for its innovation, which allows it to offer a diversity of products and services that provide solutions mainly to the agroindustrial, mining-energy and chemical sectors. The purpose of this project is to design and implement a plan for the improvement of INAL's production processes, with the pilot lines of Canastas Ranuradas and Sinfines Hexagonales. Initially a diagnosis of the company's situation was carried out, for which information related to the production processes, the work environment and the organization was collected through visits to the plant and interviews with the personnel involved, making use of such tools such as 5's, waste analysis, time study, flow diagrams and process path and cause-effect diagram. With this, it was possible to know the organization and the processes, at the same time that shortcomings were identified. Consequently, improvements were proposed regarding the order and cleanliness of the plant, standardization of working methods, reduction of displacements and idle times, production scheduling and layout of the physical space. Finally, a system of management indicators was established that allows monitoring the improvements implemented, evaluating their evolution and effectiveness, in order to obtain accurate and real conclusions that give rise to recommendations to guarantee the continuous improvement in the production processes of Industrias Acuña Limitada.

* Bachelor Thesis.

**Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director Edward Parra Flórez, Ingeniero Industrial.

Introducción

Industrias Acuña Ltda. es una empresa metalmeccánica que presta sus servicios al sector industrial y de la investigación. Con treinta y dos años de vida institucional se ha logrado destacar por su innovación en productos y procesos de mejoramiento para aumentar su eficiencia y competitividad en el sector.

La empresa ha logrado posicionarse en el mercado a nivel nacional e internacional debido a que actualmente entrega sus productos y servicios a México, Guatemala, Honduras, Ecuador y Venezuela. Por este motivo, INAL enfoca sus esfuerzos a la realización de alianzas estratégicas con centros de educación superior, investigación, proveedores y otras empresas del sector que le permita avanzar tecnológicamente, entregar productos de calidad y buen servicio al cliente.

Siguiendo la dinámica de innovación y mejoramiento, INAL busca realizar el proyecto acelerador de productividad de mano de la Cámara de Comercio, para esto se realizará un estudio de la situación actual de la compañía que permita llegar a la estandarización de los procesos productivos, la redistribución de planta y por tanto aumento de la eficiencia y cumplimiento a los clientes.

Siendo los *Tornillos Hexagonales* y las *Canastas Ranuradas* los productos más representativos de repuestos para plantas extractoras de aceite de palma, se ahonda en la solución a los problemas presentes en sus líneas de producción, brindando entonces una propuesta de plan de mejoramiento compuesto por mejoras económicamente viables que se dirijan hacia la disminución de tiempos de proceso, mejoramiento en las líneas de producción, disminución en la cantidad de defectos y aumento de la calidad del producto terminado respecto a las especificaciones técnicas.

En este documento se abarcará el tema y se hará uso de herramientas cualitativas y cuantitativas, que permitan evidenciar la necesidad de la compañía por mejorar sus procesos y los beneficios potenciales de hacerlo.

Cumplimiento de objetivos

Tabla 1.
Cumplimiento de objetivos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	CUMPLIMIENTO
Realizar un diagnóstico de la situación actual de los procesos productivos de las líneas de fabricación de los sinfines hexagonales y canastas ranuradas de la empresa Industrias Acuña Ltda., con el propósito de identificar deficiencias y oportunidades de mejora.	Capítulo 4
Formular un plan de mejoramiento de los procesos productivos según los problemas encontrados en el diagnóstico.	Capítulo 5
Desarrollar un sistema de indicadores que permitan evaluar las mejoras aplicadas en el proceso productivo de Industrias Acuña Ltda.	Capítulo 7
Implementar las propuestas de mejora que sean aprobadas por la dirección.	Capítulo 6 y Capítulo 7

1. Generalidades de la empresa

1.1 Identificación de la empresa

Nombre de la entidad: Industrias Acuña LTDA.

NIT: 804016740 – 9

Dirección: Calle 22 # 11 - 61

Ciudad: Bucaramanga

Sector: Industrial

1.2 Reseña histórica

La empresa fue creada en 1985, con el nombre de Industrias Acuña Ltda.; dos años después fue homologados en el programa de sustitución de Importaciones de la entonces Empresa Colombiana de Petróleos “ECOPETROL” para la fabricación de repuestos para bombas de subsuelo, para compresores, válvulas y de accesorios en general para la industria de extracción de petróleo.

Paralelo a este crecimiento, empezó a incursionar en la industria metal-mecánica de las plantas de la Palma Africana, realizando reparaciones de autoclaves, vagonetas, reparación de plantas para extracción de aceite de Palmiste, elaboración de repuestos para las mismas, calderas, montajes y el suministro de partes y equipos para todas sus áreas, etc. Logrando una importante participación en los suministros al departamento de compras de ECOPETROL- REFINERÍA, en la fabricación de repuestos como ejes, camisas para bomba, piñones y todo tipo de piezas en diferentes clases de material.

En 1994 fabricaron e instalaron la planta de biodegradación de lodos aceitosos utilizada ampliamente en la exitosa recuperación de la ciénaga seis en el Complejo Industrial de Barrancabermeja.

En el Instituto Colombiano del Petróleo ICP, ha participado amplia y activamente desde sus comienzos en la fabricación de todo tipo de Plantas Pilotos para diversos procesos, así como en la fabricación de partes, repuestos, cabinas extractoras y servicio de mantenimiento electromecánico a todos los departamentos.

En la actualidad INAL atiende a empresas de gran importancia a nivel nacional e internacional tales como: Instituto Colombiano de Petróleos (ICP), Terpel, Agroince, Indupalma, Palmeras de Puerto Wilches, Palmeras de la Costa, Palmeras las Brisas S.A., Extractora Monterrey, Palmas del Cesar, Promitec, Simat, Emerald Energy PLC entre otras. A las empresas antes mencionadas se les ha diseñado y fabricado maquinaria industrial y sus componentes y repuestos, adicionalmente se le realiza el mantenimiento de sus equipos, su instalación y puesta en marcha.

El Diseño y desarrollo de nuevas aplicaciones para la industria del aceite de palma han tenido su aplicación principalmente en Industrial La Palma S.A (Indupalma), en Agroince y en Palmeras de Puerto Wilches.

1.3 Direccionamiento estratégico

1.3.1 Misión. Industrias Acuña Limitada es una empresa Metalmeccánica que presta sus servicios al sector industrial y de la investigación, en el diseño, desarrollo, fabricación y mantenimiento de maquinaria industrial y sus componentes, apoyados en una dinámica innovadora, personal competente, procesos de mejoramiento continuo y tecnología de punta, buscando cumplir las expectativas y necesidades de nuestros clientes.

1.3.2 Visión. En el año 2018, gracias a un excelente equipo humano, dedicado a la investigación, diseño y Desarrollo INDUSTRIAS ACUÑA LTDA. Será reconocida a nivel nacional e incursionará en mercados internacionales como una organización proveedora de

productos y servicios de alta calidad, desarrollada con tecnología de punta y orientada a la aplicación de soluciones innovadoras que satisfagan las necesidades cambiantes de nuestros clientes, logrando así una mayor competitividad y estabilidad dentro del sector industrial, obteniendo una participación creciente en los mercados internos y externos.

1.3.3. Política de gestión integral. INDUSTRIAS ACUÑA LTDA., se compromete a superar las expectativas de los clientes, facilitar y mantener un ambiente de trabajo seguro, saludable y amigable con el medio Ambiente para trabajadores, contratistas, visitantes y público en general, mediante la asignación de los recursos que se requieran para el buen funcionamiento del Sistema de Gestión integral, el mejoramiento continuo, prevención de la contaminación, Requisitos ambientales Internos, el cumplimiento de toda la legislación vigente y la promoción para la participación activa de sus trabajadores en los órganos de control establecidos por la ley y en las actividades de identificación, evaluación y control de los riesgos laborales y aspectos e impactos ambientales existentes en la empresa, basados en un enfoque hacia la mejora continua y la prevención de accidentes y enfermedades laborales de sus trabajadores.

2. Generalidades del proyecto

2.1 Planteamiento del problema

Industrias Acuña Limitada cuenta con tres bodegas para la producción de bienes para el sector metalmecánico principalmente de extracción de aceite de palma. Actualmente la empresa presenta falencias en cuanto al diseño de la distribución física de la planta, planeación de la producción, calidad y cumplimiento a los clientes.

A petición del subgerente de la empresa, tutor del proyecto, se enfoca en las referencias de canasta HK-450, Aceites 600 e INAL 700, y 700 #1 y 700 #4 para sinfines hexagonales. Por tanto, este proyecto contribuirá a la solución de los problemas que se presentan en las líneas de producto de sinfines hexagonales y canastas ranuradas, disminuyendo los retrasos y reprocesos. Se llevará a cabo realizando inicialmente el diagnóstico de la situación actual del proceso mediante herramientas cualitativas y cuantitativas que nos permita identificar el problema central y proponer mejoras para su solución.

2.2 Alcance del proyecto

INAL actualmente se encuentra vinculada con la cámara de comercio de Bucaramanga en proyectos de aceleración de productividad. La información recopilada en el proyecto realizado sirve como punto de partido para el desarrollo de los proyectos PTP fase dos y Producción más limpia; proyectos que son llevados a cabo dentro de INAL.

2.3 Objetivos del proyecto

2.3.1 Objetivo general

Diseñar e implementar un plan de mejoramiento al proceso productivo de los sinfines hexagonales y Canastas ranuradas de la empresa Industrias Acuña LTDA para elevar la eficiencia de las operaciones y disminuir los costos.

2.3.2 Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico de la situación actual de los procesos productivos de las líneas de fabricación de los sinfines hexagonales y canastas ranuradas de la empresa Industrias Acuña Ltda., con el propósito de identificar deficiencias y oportunidades de mejora.
- Formular un plan de mejoramiento de los procesos productivos según los problemas encontrados en el diagnóstico.
- Desarrollar un sistema de indicadores que permitan evaluar las mejoras aplicadas en el proceso productivo de Industrias Acuña Ltda.
- Implementar las propuestas de mejora que sean aprobadas por la dirección.

2.4 Metodología del proyecto

Etapa 1. Conocimiento, actualización de la documentación y diagnóstico de la empresa: Se recopila información relacionada con la actividad económica de la empresa, haciendo énfasis en los procesos productivos con el fin de conocer el estado actual de la misma. Se hacen entrevistas a los trabajadores y directivos de la empresa sobre maquinaria, proveedores, clientes, plan estratégico y problemas de producción.

Se analiza la información documentada y se actualiza para realizar un diagnóstico acertado, usando herramientas cuantitativas y cualitativas que permitan identificar los problemas críticos.

Para esta etapa se hará uso de herramientas de análisis de procesos tales como: diagrama de flujo, diagrama de recorrido de la línea de canastas ranuradas y sinfines hexagonales, aplicación de entrevistas, encuestas y observaciones referentes a 5's, despilfarros, métodos, condiciones de trabajo y entrega de pedidos.

Etapa 2. Analizar los procesos productivos: Se realizará un estudio de los procesos productivos de las líneas representativas de la empresa partiendo del análisis de la información consignada en la documentación actualizada del proceso, la observación del mismo y análisis de 5's y despilfarros, identificando oportunidades de mejora.

Etapa 3. Formulación del plan de mejoramiento: De acuerdo al análisis realizado se formulan propuestas de mejora aplicando las herramientas de esta metodología.

Etapa 4. Desarrollar un sistema de indicadores: Para llevar una métrica de las propuestas que se vayan a emplear, se desarrollan indicadores que permitan llevar un control sobre los procesos mejorados y sobre las metas organizacionales.

Etapa 5. Implementar propuestas de mejora: 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.

Etapa 6. Capacitar empleados: Se involucrará al personal en el proceso de mejoramiento continuo, además se realizará charlas a los empleados de la empresa de modo que se dé a conocer, se motive y logre persuadir sobre la importancia de las mejoras aplicadas.

3. Marco de referencia

3.1. Marco de antecedentes

Pinilla y Santos (2015), en su proyecto de grado llamado “Mejoramiento de los procesos productivos de la empresa Maquinados y Montajes S.A.S., para obtener el título de ingenieros industriales, consignan metodologías aplicables a empresas para determinar problemas de fabricación como 5’s, un estudio de tiempos, diagrama de Gantt, ruta crítica, entre otras que se usaron para darle cumplimiento al objetivo general del proyecto planteado así, “Diseñar, documentar e implementar mejoras en los procesos productivos de la empresa Maquinados y Montajes SAS.”

En el desarrollo del proyecto se establece parámetros de fabricación para mejorar el manejo de herramientas y reducir los tiempos de fabricación, adicionalmente se demuestra que organizar las diferentes áreas del proceso, en este caso el almacén, produce la eliminación de elementos innecesarios, la señalización de estantes y el mejoramiento de la ubicación de materiales y repuestos terminados; se evidencia también que la realización del inventario da mayor facilidad en la búsqueda de los elementos necesarios. Todo esto se midió a través de indicadores de mejoras durante un mes, en el cual se logró un cumplimiento promedio final en las 5's del 82.8% lo que equivale a un aumento del 27.4% respecto a cumplimiento promedio inicial; el indicador de cumplimiento aumentó en un 8.71% respecto al inicial de 48.19%; el porcentaje de utilización de las máquinas también aumentó en un 12.25% respecto al inicial de 63.61%.

Ruiz O. (2013), en su trabajo de grado “Mejoramiento de los procesos productivos en Industrias Lavco Ltda.”, hizo uso de herramientas cualitativas y cuantitativas con el fin de determinar de manera precisa los problemas de la empresa, que en este caso ocasionaban las falencias del

funcionamiento de los procesos de manufactura, encontrando la necesidad de estandarizar y documentar los procesos, rediseñar la distribución de la planta y la programación.

Afirma que es fundamental contar con los diagramas de recorrido, de flujo, las listas de chequeo y el Value Stream Mapping para diagnosticar y conocer en detalle el funcionamiento de los procesos productivos de la empresa; así mismo resalta la importancia de realizar un estudio de tiempos para determinar la capacidad instalada y finalmente capacitar al personal involucrado en los procesos a mejorar para lograr verdaderos cambios y mejoras continuas. En este caso se obtiene como resultado una notable mejora del lead time, disminuyendo el nivel de inventarios, alcanzando una disminución del 37,1%, inicialmente estaba en 34,98 días y pasó a 22 días, además con la nueva distribución de planta propuesta se logra un ahorro de 50,05% de la distancia recorrida en el proceso y a su vez se aprovecha el espacio de forma eficiente. La implementación de 5's tuvo una variación de 44,64% lo cual permitió optimizar el tiempo de operación y mantener los puestos de trabajo ordenados y limpios, mejorando la seguridad.

Con base en los resultados obtenidos luego de la implementación de las herramientas de manufactura esbelta, se concluyó que la filosofía trabajada es aplicable a cualquier organización, permitiendo que las empresas y sus procesos sean flexibles y competitivas.

Espinosa (2016), en su trabajo de grado titulado “Análisis y Mejoramiento de los procesos productivos en las áreas de pesada menor y pre mezclas en ITALCOL Girón”, una empresa dedicada a la fabricación, producción, venta y explotación de alimentos concentrados para animales, buscaba identificar y reducir las variaciones presentes de consumos en bodega de materia prima y realizar el mejoramiento de los procesos productivos en las áreas de Pre-mezcla y pesada menor. Como resultado del trabajo, la autora a través del diagrama de Pareto demostró cuales eran las líneas de gran impacto y posteriormente los productos representativos de la misma

para realizar el análisis de capacidad, logrando aumentar la capacidad del proceso restrictivo 52%, así de 13 pesadas pasa a 25 pesadas en cada turno al día. Con el análisis del estudio de tiempos efectuado y las mejoras realizadas se alcanza una disminución del tiempo en las pre-mezclas SPIG, SPEG y SPEG Dorado del 34%, 58% y 10% respectivamente; en la aplicación 9's se logró un cumplimiento del 80% para pesada menor, 85% para pre mezclas y 81% en la bodega de materias primas; asimismo con la implementación de la distribución en el área de pesada menor se obtuvo un aprovechamiento de 50% para materias primas. En conclusión, cada una de estas herramientas aplicadas fue indispensable para realizar los análisis correctos que finalmente dieron resultados muy positivos para la empresa ya que se aumentó la utilización y aprovechamiento de los recursos.

3.2. Marco teórico

3.2.1 Metodología 5's. Es una metodología perteneciente al modelo de gestión Lean Manufacturing que conlleva a la empresa a organizar los lugares de trabajo, recibe este nombre debido a que son 5 palabras, iniciadas todas por S. Esta metodología permite a la empresa mejorar su productividad por medio del cambio cultural que las Cinco Eses representan (Rey, 2005).

- Seiri (Clasificar): 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. (INFOTEP,2010)
- Seiton (Organizar): Ubicar los elementos de trabajo, según la clasificación previa, de manera que sea fácil acceder a ellos y, en otro caso, devolverlos.
- Seiso (Limpiar): Mantener limpio el puesto de trabajo y demás áreas de la empresa.
- Seiketsu (Estandarizar): Se crean herramientas de seguimiento y control sobre los pasos anteriores para evitar anomalías.

- Shitsuke (Disciplina): Dentro de las estrategias que pueden hacer parte de esta S, se encuentran todos los programas que fortalezcan la participación y motivación de los empleados de la empresa, de tal forma que se hace necesario el reconocimiento a los empleados por sus ideas y aportes (Ortiz, 1999).

Algunos de los síntomas que evidencian la necesidad de aplicar esta herramienta son (Villaseñor y Galindo, 2007).

- Desorden en el área de trabajo, obstrucción de pasillos y vías de acceso, máquinas y herramientas mal ubicadas.
- Falta de señalización y ayudas visuales.
- Personas trasladando artículos de un lado para el otro.
- Suciedad, desorden o fallas constantes en las máquinas.

3.2.2. Estudio de tiempos. Es la medición de los tiempos empleados en un proceso productivo o en la prestación de un servicio donde se busca realizar mejoras, de manera que los tiempos sean menores haciendo la empresa más productiva y competitiva. Uno de sus objetivos es determinar la cantidad de unidades que se producen en un tiempo determinado siguiendo cierto método, permitiendo realizar una programación cronológica efectiva de los trabajos (Hopeman, 1976).

Existen varias técnicas para realizar el estudio de tiempos (Ortiz, 1999).

Cronometraje: Para realizar esta técnica de extracción de datos es necesario contar con elementos como: cronómetro, tablero de observaciones y formularios de estudio de tiempos. Se lleva a cabo por medio de la observación y medición de la actividad en el momento en que el trabajador se encuentra realizándola.

Tiempos predeterminados: Son datos de tiempos genéricos para establecer el tiempo de una tarea, descomponiéndola en micro-movimientos y utilizando las tablas de tiempos predeterminados.

Muestreo de trabajo: Esta técnica se realiza mediante la observación directa del operario en visitas aleatorias al puesto de trabajo, este es un método aproximado, económico, que no infliere en la actividad del operario y requiere poco tiempo de ocupación del analista.

Es muy importante fijar los tiempos para apoyar el proceso de toma de decisiones, ya que permite hacer un estimado de la capacidad de producción de la planta y del costo de los productos.

3.2.2.1. Estudio de tiempos por cronómetro. El estudio de tiempos por cronómetro permite establecer la duración de las actividades a través de la toma de tiempos usando un cronómetro y el registro de los datos.

Para aplicar esta técnica los operarios deben estar calificados y trabajar a un ritmo normal; inicialmente se debe determinar el ciclo de trabajo, es la sucesión completa de acciones necesarias para ejecutar una tarea y durante la cual se obtiene una unidad de producción, posteriormente se realiza la división del ciclo de trabajo en elementos, estos elementos deben ser de fácil identificación. Los elementos pueden ser (Ortiz, 1999):

Repetitivos o regulares: Se dan en todos los ciclos de trabajo.

No repetitivos o irregulares: Son periódicos, pero no se repiten en todos los ciclos de trabajo.

Extraños o aleatorios: Son sucesos que ocurren aleatoriamente y no deben ser tomados en cuenta para fijar el tiempo asignado.

Luego se realiza el proceso de valoración de acuerdo al ritmo de trabajo del operario. Esto se realiza para que los tiempos obtenidos se acerquen más a la realidad y se hace de acuerdo a una de

las tres escalas; y finalmente se asignan los suplementos a las tareas, suplementos por descanso y necesidades personales, por las características del proceso y suplementos especiales.

Tabla 2.

Valoración de escalas de ritmo de trabajo

ESCALAS	MÁS LENTO	RITMO NORMAL	MÁS RÁPIDO
Porcentajes	Valor menor a 100	100	Valor mayor a 100
Británica	Valor menor a 75	75	Valor mayor a 75
Bedoux	Valor menor a 60	60	Valor mayor a 60

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.

Método continuo: Este método consiste en que una vez inicie la primera actividad, no se detiene el cronómetro teniendo así en cuenta los retrasos que se presenten, y se detiene cuando finalice la última actividad, esto hace que sea necesario restar los tiempos de retrasos y elementos extraños para poder tener sólo los tiempos que agregan valor en el proceso. Lo recomiendan para procesos de corta duración.

Método de vuelta a cero: En este método, se contabiliza cada actividad por separado y se realiza la suma de los tiempos parciales para definir el tiempo total sólo del tiempo utilizado en la realización de las actividades haciendo que no sea necesario hacer trabajo de oficina adicional para realizar las restas correspondientes a actividades que no agreguen valor. Recomendamos usar este método cuando los ciclos contienen elementos largos.

3.2.3. Despilfarro. Es una de las estrategias para el mejoramiento de la productividad empresarial de la técnica de producción de Justo a Tiempo. Despilfarro es todo recurso que excede

la cantidad mínima requerida para la producción, todo aquello que no aporta valor al cliente (Núñez, Guitart y Baraza, 2015).

Tipos de despilfarro:

3.2.3.1. *Despilfarro 5MQS.* Sistema que identifica los desperdicios causados por 7 diferentes factores, llamado así por las iniciales de sus nombres en inglés. Los siguientes son ejemplos de cada tipo (Ortiz, 1999). **Personas (Man):** Cuando se realizan movimientos y traslados inoficiosos en busca de herramienta u observaciones de máquinas.

Máquinas: Daños de maquinaria, maquinaria sub-utilizada, bandas transportadoras y grandes máquinas que trabajan por lotes aumentando el tiempo de ciclo de producción.

Material: Uso de materiales que no agreguen valor al producto y empleo de material costoso que se pueda reemplazar.

Dirección (Management): Reuniones ineficientes a donde no se llegue a un acuerdo y comunicación interna excesiva.

Métodos: Producción en grandes lotes pues consume espacio. Transportes y desplazamientos, prácticas inadecuadas e inventarios porque es dinero estancado.

Calidad (Quality): Productos defectuosos e inspecciones que no agreguen valor.

Seguridad: Accidentes laborales que ocasionan detención en la producción.

3.2.3.2. Los 7 tipos de despilfarro. Taichi Ohno identificó siete tipos de despilfarro (Ruiz, 2007):

Transporte: Los transportes y desplazamientos no agregan valor al producto.

Operaciones del proceso: Tareas realizadas en el puesto de trabajo que no agreguen valor.

Proceso: Depende de la manera en que haya sido estructurado u organizado el proceso.

Sobreproducción: Si se produce más de lo requerido, se pueden presentar daños en el producto.

Inventario: Es capital invertido estancado que no está generando ingresos, sólo pérdida por gastos de almacenamiento.

Tiempos vacíos: Tiempos inactivos y tiempos ociosos por parte de la máquina u operarios pues el producto se estanca en la línea de producción.

Defectos: Es capital perdido o un gasto extra por el reproceso.

3.2.4. Distribución de planta. La distribución de planta es la organización y ubicación de los elementos que intervienen en los procesos productivos de la empresa, con el fin de realizar una adecuada distribución del espacio, de manera que permita aumentar la eficiencia del proceso cumpliendo con la producción planeada y objetivos planteados.

Realizar redistribución de planta requiere enfocar temporalmente recursos adicionales que en algunos casos supone la interrupción del proceso productivo, sin embargo, es necesario visualizar los resultados y tener claro que la recuperación de los costos se da en un periodo de tiempo corto y se obtienen grandes beneficios que además son indispensables cuando se presentan cambios en el volumen de producción, los procesos, cuando se adquiere nueva tecnología, máquinas, cuando se evidencia acumulación de producto en proceso o producto terminado, fallas en el manejo de inventario de materias primas, necesidades de espacio para la circulación del personal o los materiales, retrasos en las fechas de entrega de los pedidos.

Tipos de distribución (De la Fuente, Fernández, 2005):

- **Distribución basada en el proceso:** Producción flexible en cuanto a productos lo que puede producirse y trabajos a ejecutar (Hopeman, 1976), en la que maquinaria y equipo son ubicados en grupos según sus características funcionales y es adecuada cuando se producen diversidad de productos en pequeño volumen, cuando se presentan cambios en la

composición de los mismos y en empresas que trabajan únicamente bajo pedido; esta distribución requiere de personal calificado en los diferentes procesos.

- **Distribución de proyecto singular:** En esta distribución se requiere realizar las actividades en centros de trabajo alrededor del producto según la secuencia adecuada del proceso.
- **Distribución de posición fija:** Es usada cuando se manejan productos grandes, en cuyo caso se dificulta el transporte del producto hacia los diferentes puestos de trabajo, por esto se adapta el proceso de manera que el producto permanezca en un mismo lugar, tal que el personal, los equipos y materiales confluyen hacia él.
- **Distribución basada en producto:** Es la distribución en que la maquinaria y equipos se disponen uno a continuación del otro, permitiendo que el material fluya de acuerdo a la secuencia del proceso del producto (producción en cadena). Es común en empresas que manejan grandes volúmenes de producción; en esta distribución los empleados realizan tareas repetitivas, por lo tanto, se disminuyen los costos de capacitación del personal y los desplazamientos, ya que las actividades a desarrollar por los operarios son repetitivas y sencillas y el material se desplaza de un puesto a otro, disminuyendo la manipulación y los transportes.
- **Distribución por grupos de trabajo:** Se usa cuando no se realiza producción en volumen de un mismo producto, entonces se realiza distribución por producto para las diferentes familias asignando a un grupo de trabajo autónomo la realización del proceso o la mayor parte del mismo. Esta distribución permite disminuir los niveles de inventario de producto en proceso, los tiempos de alistamiento y tiempos de fabricación, además que facilita el control de la calidad de los productos, sin embargo, requiere que la ubicación de las

máquinas de cada celda de trabajo sea estratégica de manera que el material siga un único flujo de acuerdo a esta secuencia.

3.2.4.1. *SLP*: La metodología de distribución sistemática de planta o SLP por su nombre en inglés (Muther, Richard, 1965), busca por medio de tres grandes etapas encontrar una distribución de planta que minimice los costos en transporte de material al tiempo que reduce los movimientos y el tiempo empleado en estos. Las tres etapas son:

- **Etapas de Análisis:** En esta primera etapa se procede a recopilar toda la información necesaria para llevar a cabo una distribución de planta adecuada (cantidades de material y de producto producido, requerimientos de espacio de las máquinas y del producto en proceso, las operaciones y su secuencia, personal involucrado, espacio disponible, restricciones y características importantes de las líneas de producción). Una vez obtenida esta información se procede a desarrollar el análisis:
 1. Pronóstico de la demanda para saber la cantidad de flujo de material futuro entre los centros de trabajo.
 2. Con el pronóstico de la demanda, se hace un Pareto para definir las líneas de producto más representativas.
 3. Se hace el diagrama multiproducto con las líneas de producto encontradas en el paso anterior.
 4. Se determina la matriz de origen – destino con el fin de conocer los flujos totales de material entre los centros de trabajo y así determinar la matriz de proximidad y la tabla de relaciones de actividades que me muestra qué puestos de trabajo deben o no estar próximos.

5. Con los requerimientos de espacio hallados en la etapa de análisis y el diagrama de relaciones de actividades se prosigue al diagrama de relación de espacios y al diagrama de bloques. En este diagrama se muestra cómo debería ser la distribución ideal que minimice las distancias entre centros de trabajo necesariamente próximos.
 6. Por último, se evalúa con el índice de adyacencias el diagrama de bloques encontrado en el paso anterior para realizar correcciones de ser necesario.
- **Etapa de Búsqueda:** Con la información recopilada y analizada se plantean posibles distribuciones que satisfagan las necesidades encontradas en la etapa anterior. Para este paso se hacen uso de herramientas ofimáticas de análisis de procesos que faciliten el movimiento gráfico de los puestos de trabajo.
 - **Etapa de Selección:** Se realiza la matriz de proximidad de las propuestas ideadas en la etapa anterior, se evalúa con respecto a la matriz de proximidad original y se calcula nuevamente el denominador de adyacencias. Se escoge la propuesta de la cual dio mayor el denominador y que está más acorde con los flujos de material, el espacio disponible y necesidades de la empresa.

3.2.5. Diagrama de flujo del proceso. El diagrama de flujo es una herramienta gráfica de planificación y análisis que muestra los elementos básicos de un proceso tales como: operaciones, esperas, transportes, inspecciones y almacenamientos. Permite construir una imagen del proceso, paso a paso, lo cual facilita la identificación de elementos del proceso susceptibles de mejora, tales como reducción de los ciclos de tiempo, evitar repeticiones innecesarias de trabajo, eliminación de transportes, almacenamientos y estandarización del proceso.

Este diagrama contiene información adicional a la que se encuentra registrada en el diagrama de operaciones, lo que permite conocer con mayor exactitud el proceso productivo (Niegel y Freivalds, 2004). Símbolos básicos del diagrama del proceso:

Operación: Es toda acción que tenga como resultado la transformación de las características físicas o químicas del material o que sea preparación del mismo para una actividad próxima, o cualquier acción que implica el montaje o desmontaje de piezas.

Inspección: Es cualquier actividad que implica la revisión, medición y verificación de las especificaciones del producto.






Almacenamiento: Es la disposición de un producto en proceso o un producto terminado en un lugar específico y seguro.

Transporte: Cualquier actividad que implique el traslado de un material, un componente, un producto en proceso o producto terminado de un lugar a otro.

Demora: Cualquier interrupción de las actividades involucradas en el proceso productivo.

Tabla 3.




Símbolos básicos del diagrama de flujo del proceso.

Símbolo	Significado
	Operación
	Inspección y medición
	Almacenamiento
	Transporte o desplazamiento
	Demora o espera

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.

Símbolos combinados: Indican la realización de dos actividades simultáneamente.

Tabla 4.
Símbolos combinados del diagrama de flujo del proceso.

Símbolo	Significado
	Operación - Inspección
	Operación - Transporte
	Inspección - Transporte

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.

3.2.6. Diagrama de recorrido. Es un esquema gráfico que permite realizar un análisis de las etapas del proceso, siguiendo la secuencia de las actividades involucradas, este diagrama es complemento del diagrama de flujo del proceso y se realiza sobre un plano a escala de la planta, en el cual se ubique. En el plano se dibujan, mediante la utilización de líneas o símbolos, los transportes de producto en proceso, mostrando de esta manera todo el recorrido que ha hecho el producto desde que inicia como materia prima hasta que se obtiene el producto terminado y permitiendo visualizar la frecuencia de los desplazamientos.

Este diagrama es usado también para mostrar gráficamente los traslados que realiza el personal dentro de la planta de producción.

A través del análisis de recorrido se puede identificar oportunidades de mejora de la ruta de los productos, logrando la disminución del número de desplazamiento y distancias de manera que el producto fluya disminuyendo las actividades que no representan valor para el cliente y el tiempo de procesamiento, así como los costos en que se incurre.

3.2.7. Diagrama causa – efecto. El diagrama causa efecto o Ishikawa es un gráfico que muestra las relaciones existentes entre una característica o problema, y sus factores o causas, de esta manera, permite ordenar y describir clara y concisamente todos los posibles factores causantes del evento no deseado o cabeza de pescado con el objetivo de analizar e identificar las causas más influyentes y más probables (Niegel, et al, 2004).

3.2.8. Cuello de botella. Es aquella operación que tiene una capacidad efectiva menor en comparación con las demás operaciones del proceso productivo, limitando por lo tanto la capacidad general de la línea o de la planta de producción, causando como consecuencia la utilización de mayores recursos por la interrupción del proceso, la acumulación de producto en proceso y aumento en los tiempos de procesamiento que se ven reflejados en el cumplimiento al cliente y la satisfacción del mismo. El cuello de botella limita la capacidad de producción del proceso, ya que la capacidad será definida por el proceso más lento que comúnmente se da debido a una ineficiente gestión, problemas con las máquinas, falta de recursos físicos y humanos o desequilibrio de las cargas laborales.

4. Diagnóstico de la situación actual

4.1 Metodología del diagnóstico

Para la realización del diagnóstico se inició con la utilización de herramientas cualitativas (entrevistas, listas de chequeo y diagrama causa-efecto) que permitieron identificar problemas que posteriormente se evidenciaron numéricamente con la aplicación de herramientas cuantitativas (estudio de tiempos, identificación de cuellos de botella y análisis de despilfarros); finalmente se

concluyó sobre los análisis realizados, es decir, sobre los problemas o falencias al interior de los procesos productivos. Las herramientas aplicadas fueron:

- Visitas, entrevistas y actualización del diagrama de flujo del proceso.

En la realización del diagnóstico de la empresa, ha sido necesario realizar visitas frecuentemente, con el fin de conocer el área productiva de interés, las máquinas, herramientas y las personas involucradas en los procesos. Se han llevado a cabo entrevistas a los operarios enfocadas en la obtención de información real acerca de la situación actual de la línea de producción, lo cual ha permitido conocer los puntos críticos del proceso e identificar oportunidades de mejora al mismo tiempo que se actualizan los diagramas de flujo del proceso, mostrando claramente la secuencia de actividades.

- Lista de chequeo 5's y Despilfarros.

Se aplicaron listas de chequeo 5's, adaptadas de las listas de chequeo de la ARL Sura, listas de despilfarros y algunas preguntas adicionales con el fin de obtener un panorama de las condiciones físicas de la planta, la seguridad de los empleados, la cultura organizacional y motivación actual de los empleados.

- Estudio de tiempos.

Se llevó a cabo un estudio de tiempos sobre las referencias de canastas ranuradas HK-450, Aceites 600 e Inal 700; y los sinfines hexagonales 700 #1 y 700 #4. Se tomaron estas 3 referencias de canastas por solicitud de la empresa al igual que en los sinfines donde se tomaron dos debido a que el proceso es similar para las diferentes referencias, sólo varía en los que se le aplican soldadura (todas las referencias #2,3,4 y 5) y los que no llevan este proceso (todas las referencias #1). Con la información recolectada se asignó el tiempo tipo para el ciclo de trabajo a los procesos

presentes en los procesos productivos y con esta información se halló el cuello de botella que limita la línea de producción.

- Diagrama de recorrido, análisis de despilfarros y desplazamientos del proceso.

El diagrama de recorrido se realiza apoyados en el diagrama de flujo del proceso, y la observación directa que proporciona información adicional importante inherente a los procesos productivos, con el fin de mostrar el lugar en que se lleva a cabo cada operación y el trayecto que debe recorrer el material para seguir la secuencia de actividades.

Con la información obtenida a través del estudio de tiempos y con ayuda del diagrama de recorrido, se realiza el análisis de despilfarros y desplazamientos del proceso para obtener los costos por unidad por operario de estas actividades que no generan valor.

Mediante el diagrama de recorrido se pretende demostrar la falencia existente en la ordenación de la planta de producción

- Diagrama causa efecto.

Finalmente, con un diagrama causa-efecto, se concluye el diagnóstico de la situación actual de la empresa, ya que este permite organizar y representar las diferentes causas que ocasionan el problema y las que están relacionadas con los efectos que él conlleva; para tener claro cuáles son las falencias a atacar e identificar oportunidades de mejora.

4.2 Descripción de los productos

4.2.1 Canastas ranuradas



Figura 1. Canasta ranurada

4.2.1.1 Generalidades del producto. Se identifican características generales que se pueden destacar de cada referencia.

4.2.1.1.1 HK – 450. La referencia de canasta ranurada HK–450 es fabricada con 44 platinas de material maxdur y 4 bridas de lámina de acero HR A36. La soldadura usada es la UTP 312 de 1/8". Las dimensiones de la canasta al final de proceso son: diámetro externo de 220 mm diámetro interno 170 mm y altura de 610 mm. Cuatro agujeros pasantes de 22 mm de diámetro por cada cara de la canasta. El desbastado de la fresadora es de 4.5 mm por cada media canasta.

4.2.1.1.2 Aceites 600. En la canasta ranurada Aceites 600 se usan 46 platinas de maxdur y 4 bridas de lámina de acero HR A36. La soldadura usada en su fabricación es la UTP 312 de 1/8". Esta canasta cuenta con estas dimensiones finales: diámetro externo de 245 mm, diámetro interno de 176 mm y una altura de 620 mm. Cuatro agujeros pasantes de 22 mm de diámetro por cada cara de la canasta. El desbastado de la fresadora es de 4.5 mm por cada media canasta.

4.2.1.1.3 Inal 700. En la referencia Inal 700 son usadas 48 platinas hechas de maxdur y 4 bridas hechas de lámina de acero HR A36. Para los procesos de soldadura se usa la soldadura UTP 312 de 1/8". En las dimensiones finales de la canasta encontramos que tiene: diámetro externo de 240 mm, diámetro interno de 185 mm y una altura de 674 mm. Cuatro agujeros pasantes de 26 mm de diámetro por cada cara de la canasta. El desbastado de la fresadora es de 4.5 mm por cada media canasta.

4.2.1.2 Descripción del proceso. La línea de fabricación de las canastas empieza con el pulido y enderezado en donde las platinas se dejan listas para ser usadas en el ensamble, el cual se realiza por mitades de canasta. Con el paquete de platinas ensamblado (44 platinas para HK-450, 46 para Aceites 600 y 48 para Inal 700) y por medio de abrazaderas metálicas, se unen las dos mitades de la canasta y se les aplican cordones de soldadura en los extremos de cada ranura de modo que queden ajustados los dos cuerpos para que no se separen en el proceso de mecanizado, proceso en el cual a la canasta se le da el diámetro externo requerido por cada referencia y el largo del cilindro. Llegado el cilindro al área de ensamble, se le retiran las abrazaderas, se separa el paquete de bridas y se les aplican cordones en las uniones externas e internas.

Antes de ser ensambladas al cilindro de platinas, las bridas ya han pasado por proceso de pulido y fresado en paquete de cuatro unidades.

En el proceso siguiente, se rectifican las separaciones de las platinas por medio de la inserción de lanas (retazos de metro) y se ajustan por medio de cordones ubicados según medidas según plano. La canasta pasa al área de fresado para refrentar el cuerpo de la pieza y la cara de las bridas, este proceso se realiza por mitades. Se pulen los cordones hechos en la rectificada de la separación, se unen las mitades con las abrazaderas para ser llevada la canasta a mecanizado en donde se mecanizan las bridas. La canasta es separada y llevada al área de taladro donde a cada brida se le hacen dos agujeros pasantes y con un taladro se le hace una rosca. De ahí es llevada a pintura y detallado para luego ser almacenada. El diagrama de flujo del proceso se encuentra en Apéndice 1. Todas las referencias de canastas ranuradas pasan por el mismo proceso.

Tabla 5.

Recursos necesarios para producir una canasta ranurada.

Materiales	Mano de obra	Maquinaria
Platinas	Jorge Velázquez – Ensamble	Máquina de soldar
Bridas	Ariel Rivera – Ensamble	Pulidora pequeña y grande
Electrodos de soldadura	Fernando Álvarez – Mecanizado	Torno
Discos de pulidora 7” y 4 1/2”	Jorge Cubillos – Fresado	Fresadora
Pintura	Jhair Bonilla – Taladrado Fabio Santamaría – Pulido y enderezado; Detallado y pintura	Taladro Compresor

Nota: Información extraída de la empresa.

4.2.2 Sinfines hexagonales

4.2.2.1 Generalidades del producto. Los sinfines hexagonales se pueden clasificar en sinfines con soldadura y sinfines sin soldadura.



Figura 2. Sinfines hexagonales 700#1.



Figura 3. Sinfines hexagonales 700#4.

Son sinfines hexagonales con soldadura los #3,4 y 5, a todos estos se realizan las mismas operaciones, los #4 son uno de los que mayor demanda presentan y la referencia 700 es la más robusta, entonces, el sinfín # 4 700 tiene una altura de 130 mm, está fabricado de acero al manganeso, la hélice que lo compone tiene 182 mm de diámetro, su cilindro 142 mm de diámetro, el hexágono interno tiene 107 mm de diámetro y las tolerancias en las medidas que se aceptan son de ± 0.02 mm para todos.

4.2.2.2 Descripción del proceso.

Sinfines #1 y 2: Sinfines sin soldadura. El proceso inicia cuando las piezas son llevadas a mecanizado al Torno 03 donde el proceso se lleva a cabo en dos pasos, esto para disminuir los tiempos de alistamiento de la máquina; primero se clasifican según la capacidad en 450, 600 o 700, se monta la pieza, se hace refrentado de una de sus caras externas y se da el diámetro, lo anterior se realiza por lo general con toda la materia prima que está ubicada en el puesto de trabajo;

cuando todas las piezas son procesadas se continua dándole el largo total y finalmente se hace el bisel al sinfín. Como estos sinfines son los que van a estar en el extremo de la máquina, no requieren soldadura. A continuación, se realiza la verificación de medidas y detallado, el cual es un proceso muy sencillo en el que se pule los pequeños sobrantes de material y se controla que el producto cumpla con las especificaciones. El diagrama de flujo se encuentra en el apéndice 2.

Sinfines #3,4 y 5. Las piezas son llevadas al Torno 05 y estas no requieren dar diámetro, solo se realiza el refrentado de las caras y se da el largo final a la pieza.

El siguiente proceso es aplicar soldadura, inicialmente se le pone un colchón de soldadura 7018, esto se realiza por lotes, y finalmente se aplica la soldadura dura 718S. De ahí, las piezas son llevadas a rectificado para ser mecanizadas por abrasión y pasar a pulido, el cual se divide en dos procesos sin orden definido, pulido interno y pulido externo, en estos se elimina el excedente de material con la ayuda de motortool, y pulidoras, a continuación, se verifican las medidas, se detalla el producto y finalmente se pintan con el uso de un compresor. Este proceso se encuentra representado gráficamente en el diagrama de flujo en el apéndice 3.

Tabla 6.
Recursos necesarios para producir un sinfín.

Materiales	Mano de obra	Maquinaria
Insertos, barra de acero	Fernando Álvarez - Raúl	Tornos (2)
Electrodos de soldadura 7018, Electrodos 718S, discos de pulido	Pinzón	Equipo de soldadura, pulidora
Muela giratoria	Jefferson Rey	Rectificado
Discos de pulido, calibradores	Anderson García, Miguel Rodríguez, Leonardo	Pulidoras (3)

	Valderrama, Oscar Rubio, Alfredo	
Piedras de pulido	Orlando, Janner León, Fernando	Motortool (3)
Pintura	Fabio Santamaría, Orlando	Compresor

Nota: Información extraída de la empresa.

4.3 Análisis cuantitativo

Con el fin de establecer el tiempo tipo de cada operación del proceso de fabricación de canastas ranuradas y sinfines hexagonales, se realiza el estudio de tiempos en el cual se definen ciclos y elementos para cada operación, así mismo se usa el diagrama de recorrido para detectar desplazamientos y cuellos de botella.

4.3.1. Estudio de tiempos. Se realizó medición diaria de los tiempos por medio del uso del cronómetro aplicando el método de vuelta a cero. Este se realizó a las referencias indicadas por la empresa, para canastas ranuradas HK-450, Aceites 600 e Inal 700; y para sinfines hexagonales 700 #1 y 700 #4. El número de ciclos por operación fue determinado según la siguiente tabla:

Tabla 7.

Tamaño de la muestra en estudio de tiempos por cronómetro.

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
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 a 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. Se asignó este valor ya que durante la toma de tiempos solo en dos ocasiones se fue la luz impidiendo la operación.

Los tiempos tipo obtenidos se muestran en la tabla 8 y 9. Los espacios en blanco significan que los tiempos de procesamiento son los mismos para cualquier referencia y los espacios con (-) son aquellos que no aplican. Los datos del estudio de tiempos se encuentran tabulados en el apéndice 4.

Tabla 8.
Tiempos tipo-Canastas ranuradas

Operación	Tiempo tipo HK-450	Tiempo tipo Aceites 600	Tiempo tipo Inal 700
Pulir y enderezar platinas	03:04:04,51	03:09:13,75	03:24:56,05

Armar paquete de	01:05:27,10	01:09:28,66	01:02:18,96
platinas			
Aplicar soldadura	01:31:04,48	01:43:58,40	01:34:11,13
base			
Pre mecanizar	03:49:09,09	05:07:12,85	03:52:04,16
Pegar bridas a cilindro	00:52:49,01	01:03:06,04	00:57:43,37
Soldar exterior brida –	01:36:37,77	03:19:05,46	03:50:38,70
cilindro			
Soldar interior brida –	00:36:44,77	00:42:21,63	00:56:29,78
cilindro			
Marcar y biselar	00:57:46,80	01:13:02,32	01:18:11,56
Insertar laines	01:40:50,07	01:49:12,09	02:21:23,97
Soldar biselado	01:47:04,28	01:55:11,40	01:52:44,21
interno			
Retirar laines	01:29:17,01	01:48:46,27	01:59:24,08
Soldar biselado	02:17:06,48	02:39:40,96	03:52:09,66
externo			
Fresar	03:22:01,90	03:32:55,36	03:07:28,74
Pulir	02:03:14,64		
Mecanizar canasta	02:56:21,07	05:02:37,61	03:52:51,33
completa			
Perforar	02:17:02,67	03:16:18,12	02:27:28,72

Pintar	02:00:11,80	02:00:07,28	01:59:33,12
---------------	-------------	-------------	-------------

Nota: Unidades en hh:mm:ss.cs (cs: centésimas de segundo).

Tabla 9.

Costo de procesamiento Canastas Ranuradas.

	Costo de procesamiento		
	Hk 450	Aceites 600	Inal 700
Pulir y enderezar platinas	\$ 134.418	\$ 138.207	\$ 149.594
Armar paquete de platinas	\$ 16.870	\$ 17.929	\$ 16.095
Unir mitades con abrazaderas	\$ 3.650	\$ 3.650	\$ 3.650
Aplicar soldadura base	\$ 66.531	\$ 75.937	\$ 68.763
Pre mecanizado	\$ 115.950	\$ 155.505	\$ 117.431
Dividir canasta	\$ 5.260	\$ 5.260	\$ 5.260
desarmar paquete de bridas	\$ 8.483	\$ 9.363	\$ 8.963
Pegar bridas a cilindro	\$ 23.251	\$ 29.174	\$ 26.006
Soldar exterior brida cilindro	\$ 70.617	\$ 145.374	\$ 168.383
Soldar interior brida- cilindro	\$ 26.858	\$ 30.989	\$ 41.324
Marcar y biselar	\$ 42.263	\$ 53.348	\$ 57.137
Insertar laines	\$ 73.695	\$ 79.720	\$ 103.318
Soldar biselado interno	\$ 78.186	\$ 84.125	\$ 82.313
Retirar laines	\$ 65.172	\$ 79.425	\$ 87.164
Soldar biselado externo	\$ 100.132	\$ 116.663	\$ 169.534

Costo de procesamiento			
	Hk 450	Aceites 600	Inal 700
Fresar	\$ 135.570	\$ 142.820	\$ 125.795
Pulir canasta	\$ 37.140	\$ 37.140	\$ 37.140
Unir mitades con abrazaderas	\$ 3.650	\$ 3.650	\$ 3.650
Mecaniza	\$ 89.233	\$ 2.553	\$ 117.842
Dividir canasta	\$ 5.260	\$ 5.260	\$ 5.260
Perforar	\$ 33.287	\$ 47.650	\$ 35.822
Pintar	\$ 31.004	\$ 30.964	\$ 30.811
Total	\$ 1.166.481	\$ 1.294.705	\$ 1.461.257

Nota: Unidades en pesos (\$).

Tabla 10.

Tiempos tipo-Sinfines hexagonales.

Operación	Sinfín #4 700*	Sinfín #1 700*
Mecanizado	00:18:12.79	01:18:05.88
Soldadura	01:43:38.95	-
Pulido interno	02:42:53.61	-
Pulido externo	04:10:47.86	-
Pintura	01:12:05.11	

Nota: *Unidades en hh:mm:ss.cs*.

4.3.2. Análisis del cuello de botella. Es posible identificar los cuellos de botella conociendo los tiempos de procesamiento de cada operación, sin embargo, en procesos flexibles debido a la variabilidad de la carga de trabajo se crean cuellos de botella flotantes.

Para este análisis se tuvo en cuenta el horario de los trabajadores restando los tiempos de descanso y almuerzo. Los lunes laboran 7 horas 45 minutos; de martes a viernes 8 horas 55 minutos y sábados 4 horas 15 minutos, para un total de 47 horas 40 minutos semanales.

El tiempo real disponible se obtiene multiplicando el número de operadores que normalmente realizan el proceso por las horas laborales semanales con el supuesto de que los trabajadores y

* hh:mm:ss,cs: horas:minutos:segundos, centésimas de segundo

maquinaria estén siempre disponibles para realizar su operación correspondiente. Esto se asume debido a que la empresa no cuenta con un registro de la trazabilidad del producto.

Para determinar la capacidad de las operaciones se divide el tiempo real disponible entre el tiempo tipo hallado en el estudio de tiempos, obteniendo los resultados mostrados en la tabla 10 y 11.

Tabla 11.

Unidades de producción semanales-Estudio de tiempos Canastas ranuradas

Operación	HK-450	Aceites 600	Inal 700
Pulir y enderezar platinas	15,54	15,11	13,96
Armar paquete de platinas	87,39	82,33	91,79
Aplicar soldadura base	62,81	55,01	60,73
Pre mecanizar	12,48	9,31	12,32
Pegar Bridas a cilindro	108,30	90,65	99,09
Soldar exterior Bridas-Cilindro	59,20	28,73	24,80
Soldar interior Bridas-Cilindro	155,66	135,03	101,25
Marcar y biselar	99,00	78,31	73,15
Insertar laines	56,73	52,38	40,45
Soldar biselado interno	53,42	49,66	50,74
Retirar laines	64,07	52,59	47,91
Soldar biselado externo	41,72	35,82	24,64
Fresar	14,16	13,43	15,26
Pulir canasta	69,62	69,62	69,62
Mecanizar canasta completa	16,22	9,45	12,28

Perforar	20,87	14,57	19,39
Pintura	23,79	23,81	23,92

Nota: Valores en Unidades/semana*operario.

Tabla 12.

Unidades de producción semanales-Estudio de tiempos-Sinfines hexagonales.

Proceso	Sinfín 700#1	Sinfín 700 #4
Mecanizado	36,62	157,03
Soldadura	0	55,19
Rectificado	0	40,86
Pulido interno	0	35,11
Pulido externo y detalle	190,67	22,81
Pintura	39,68	39,68

Nota: Valores en Unidades/semana x operario.

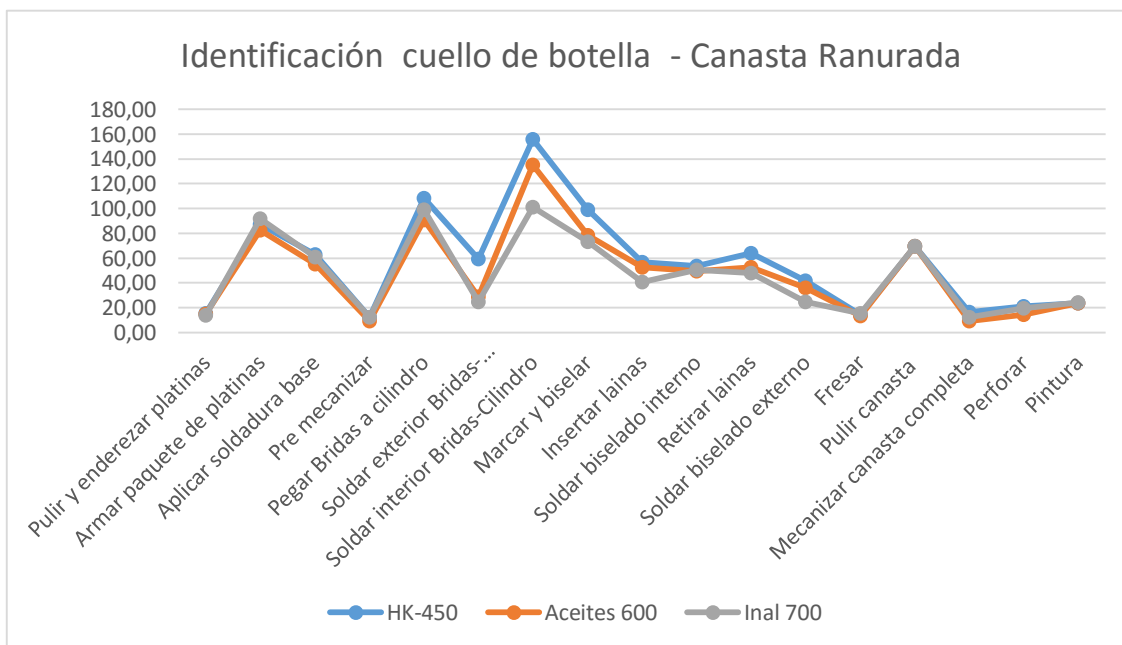


Figura 4. Identificación cuello de botella – Canasta Ranurada

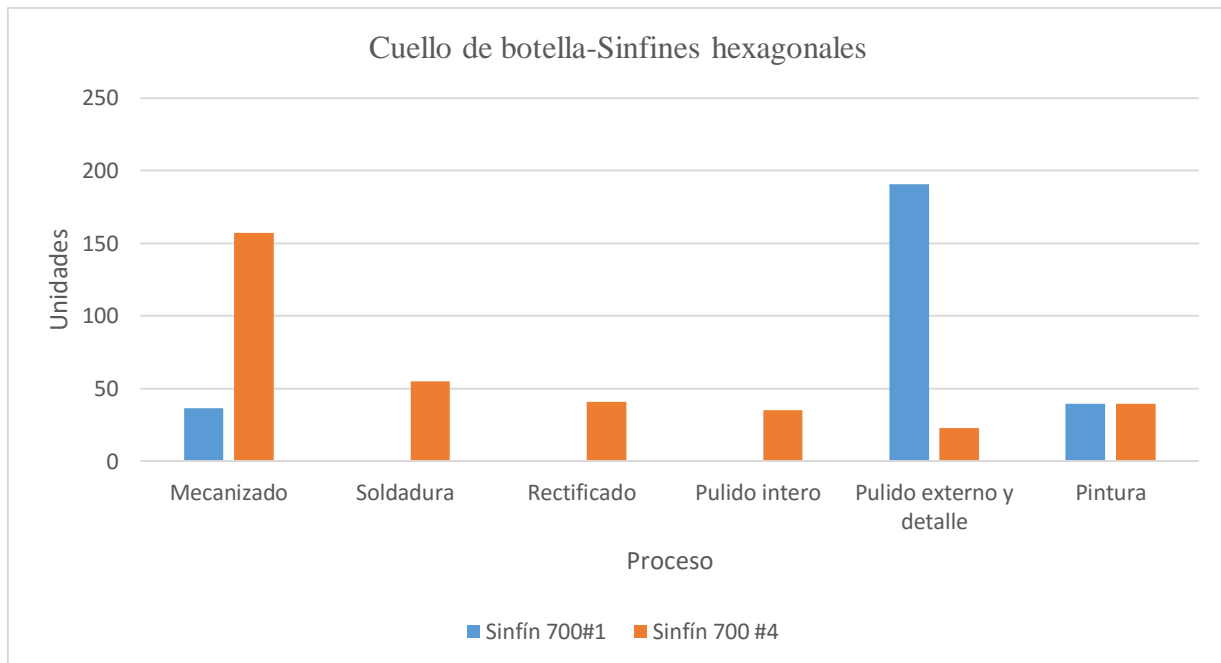


Figura 5. Cuello de botella-Sinfines hexagonales.

Cómo se muestra en la *Figura 4.*, el cuello de botella identificado en la línea de producción de canastas ranuradas de referencia HK-450 y Aceites 600 fue el proceso de pre mecanizado de la canasta con 12.48 y 9.31 und/sem x oper respectivamente. Para la referencia Inal 700 fue el proceso de mecanizado completo, esto debido a los reprocesos y defectos que se presentan en el proceso de ensamble de la canasta el cual se realiza manualmente.

En los sinfines hexagonales 700 #1 el proceso cuello de botella es el mecanizado con 36.62 und/sem x oper, ya que los otros procesos son operaciones sencillas que no requieren mucho tiempo para su realización. En los sinfines hexagonales 700 #4 el proceso cuello de botella es el pulido externo y detalle con 22.81 und/sem x oper debido a que la soldadura aplicada se sopla y no es homogénea dificultando así lograr deshacerse del material sobrante.

4.3.3 Diagrama de recorrido. Mediante el diagrama de recorrido se analizó el proceso desde la perspectiva de la ubicación de la planta física y los recursos, obteniendo como resultado la identificación de los transportes del producto y a su vez el costo que representan cada uno de estos movimientos para la empresa. El diagrama de recorrido de las canastas se encuentra en el apéndice 5 y el de los sinfines se encuentra en el apéndice 6.

Tabla 13.

Resultados del diagrama de recorrido para Canastas ranuradas.

Recorrido	Distancia (m)	Tiempo (hh:mm:ss,cs)	Tiempo (min)	Costo (\$/undxoper)
Área de pulido de platinas - Área de ensamble	3,406	00:01:29,14	1,486	360,60
Área de ensamble - Área de pre mecanizado	38,776	00:02:10,41	2,174	527,54
Área de pre mecanizado - Área de ensamble	38,776	00:02:10,41	2,174	527,54
Área de ensamble - Área de fresado	40,68	00:02:13,16	2,219	538,67
Área de fresado - Área de pulido de canastas	31,869	00:02:00,39	2,007	487,01
Área de pulido de canastas - Área de ensamble	13,341	00:01:33,54	1,559	378,40
Área de ensamble - Área de mecanizado	38,776	00:02:10,41	2,174	527,54
Área de mecanizado - Área de ensamble	38,776	00:02:10,41	2,174	527,54
Área de ensamble - Área de perforado	35,314	00:02:05,38	2,090	507,20
Área de perforado - Área de pintura	38,9655	00:02:10,67	2,178	528,60
Área de ensamble - Área de mecanizado (Bridas)	38,776	00:02:10,41	2,174	527,54

Área de mecanizado - Área de ensamble (Bridas)	38,776	00:02:10,41	2,174	527,54
TOTAL una canasta	396,2315	00:24:34,74	25	5.966

Nota: *Unidades en hh:mm:ss.cs (horas:minutos:segundos,centésimas de segundo)

Tabla 14.

Resultado del diagrama de recorrido para sinfines hexagonales.

Distancia de B1 a B4 y su costo-Sinfines hexagonales				
Recorrido	Distancia (m)	Tiempo (hh:mm:ss,ms)	Tiempo (min)	Costo (\$/undxoper)
Sinfines con soldadura (Por la calle)	179,919	00:04:07,13	4,119	1.000
Sinfines con soldadura (Vuelta a la manzana)	384,919	00:07:45,68	7,761	3.768
Sinfines sin soldadura	339,577	00:07:36,66	7,611	3.695

Nota: *Unidades en hh:mm:ss.cs (horas:minutos:segundos,centésimas de segundo)

En la tabla anterior se evidencia el costo en recurso humano en que se incurre por cada movimiento de una pieza para ser llevada al siguiente proceso. Este costo se calcula sin tener en cuenta la depreciación del montacargas con el que ocasionalmente son transportadas las piezas y el riesgo al que se exponen los auxiliares en el momento de desplazarse hacia la bodega 4 debido a la inseguridad del sector y a los accidentes que puedan ocurrir. El costo de los transportes del producto durante su proceso se encuentra en el apéndice 7.

4.3.4 Análisis de despilfarros: Mediante el estudio de tiempos se cuantificaron los despilfarros del proceso relacionados con asignaciones de otras tareas, esperas a compañeros para mover las

piezas, cambios de piezas y ajustes, cambio de EPP's, revisiones, toma de medidas, desplazamientos, paradas y búsquedas de herramienta. Esta se realizó para cada operación del proceso y teniendo en cuenta el salario del operario que realiza la labor, se calcula un total de despilfarro en pesos. El despilfarro en minutos se muestra en el apéndice 4.

Tabla 15.

Costo de despilfarro promedio por referencia.

Costo promedio de despilfarro por referencia			
Proceso	HK - 450	Aceites 600	Inal 700
Armar paquete de platinas	\$ 4.782,86	\$ 4.395,83	\$ 5.143,85
Aplicar soldadura base	\$ 12.252,54	\$ 6.383,55	\$ 11.144,30
Pre-mecanizado	\$ 10.008,08	\$ 6.561,40	\$ 9.677,99
Pegar Bridas a cilindro	\$ 2.561,38	\$ 5.368,13	\$ 1.745,68
Soldar exterior Bridas-Cilindro	\$ 6.760,76	\$ 6.424,10	\$ 27.192,94
Soldar interior Bridas- Cilindro	\$ 832,08	\$ 729,93	\$ 5.853,21
Marcar y biselar	\$ 1.834,93	\$ 6.139,02	\$ 5.584,52
Insertar lanas	\$ 5.228,88	\$ 5.192,87	\$ 19.317,16
Soldar biselado interno	\$ 12.929,88	\$ 15.472,52	\$ 4.474,29

Costo promedio de despilfarro por referencia			
Proceso	HK - 450	Aceites 600	Inal 700
Retirar laines	\$ 6.751,03	\$ 15.779,62	\$ 13.374,16
Soldar biselado externo	\$ 8.003,27	\$ 11.852,17	\$ 17.011,58
Fresar	\$ 11.079,45	\$ 6.749,87	\$ 7.712,68
Pulir	\$ 6.521,54	\$ 2.588,45	\$ 2.588,45
Mecanizar	\$ 11.136,47	\$ 23.557,30	\$ 33.317,79
Perforar	\$ 9.449,26	\$ 7.484,02	\$ 6.539,50
Pintura	\$ 2.106,93	\$ 4.402,39	\$ 4.832,16
Total	\$ 112.239,34	\$ 129.081,18	\$ 175.510,25

Nota: Unidades en pesos (\$).

Tabla 16.

Despilfarro promedio en minutos de sinfines con Soldadura.

Despilfarro promedio (min)	
Mecanizado	1,70
Soldadura	3,67
Pulido interno	15,77
Pulido externo y detalle	36,50
Pintura	1,17
Despilfarro por pieza	58,80

Nota: Unidades en minutos.

Tabla 17.
Costo promedio de despilfarros sinfines 700#4.

	Despilfarro promedio (\$)
Mecanizado	700,51
Soldadura	1.836,11
Pulido interno	6.150,82
Pulido externo y detalle	10.989,65
Pintura	456,37
Despilfarro por pieza	20.133,47

Nota: Unidades en pesos (\$). Valor calculado usando v/r hora costo.

Tabla 18.
Despilfarro promedio sinfines 700 #1.

Total tiempos Despilfarros Por pieza (Minutos)				
	Pieza 1	Pieza 2	Pieza 3	Promedio
Mecanizado	11,70	5,54	4,2445	7,16

Nota: Unidades en minutos.

Tabla 19.
Costo de despilfarros-Sinfín 700#1.

Total Despilfarros Por pieza (Pesos \$) Según Costo hora				
	Pieza 1	Pieza 2	Pieza 3	Promedio
Mecanizado	5.921,16	2.803,22	2.147,58	3.623,99

Nota: Unidades en pesos (\$).

En la referencia de canasta HK-450 se causa el mayor despilfarro para la empresa en el proceso de soldado de bisel interno, seguido de pre mecanizar; En la referencia de Aceites 600 el proceso con mayor costo de despilfarro es el retirado de lanas y en la referencia de Inal 700 es el proceso de mecanizado y soldado exterior de las bridas al cilindro. En los sinfines con soldadura se incurre en un costo de despilfarro promedio de \$20.133,47 por unidad y en el mecanizado de sinfines #1 un costo promedio de \$3.623,99 por unidad. Estos despilfarros principalmente se dan debido a las búsquedas de herramientas ya que no se cuenta con una ubicación fija para las mismas, además, muchas de ellas son de uso compartido lo cual representa desplazamientos y esperas por parte de los operarios.

También se evidencia la necesidad de estandarizar los procesos ya que los operarios no tienen un método definido para realizar la operación lo cual genera despilfarros en preparación de las máquinas y demás alistamientos. Además de cambios de asignación de tareas que provocan un aumento en los niveles de inventario de producto en proceso y mayores tiempos para adaptarse a los nuevos procesos.

4.4 Análisis cualitativo

4.4.1 Metodología 5's. El análisis de la estrategia 5'S se llevó a cabo con la recolección de información mediante entrevistas y listas de chequeo aplicadas a los operarios, con lo cual se realiza el diagnóstico de la situación actual de la planta. Esta información se analiza por operarios involucrados en las dos líneas de producto, de esta manera se divide en dos análisis. El primero, de la bodega 1 y 2, donde se lleva a cabo el proceso de producción de las canastas ranuradas y metalizado de sinfines hexagonales y mecanizado de los sinfines 700 #1; Y el último, de la bodega 4, donde se ubica la mayor parte del proceso de producción de sinfines hexagonales. Esto debido a que los operarios no tienen tareas definidas y son rotados por diferentes áreas de trabajo lo que

imposibilita realizarlo por líneas pues la información obtenida estaría sesgada. A través de este análisis se encontró deficiencias en lo que corresponde a la disposición de las máquinas y herramientas y a las condiciones físicas, ambientales y de seguridad de la planta. Las encuestas aplicadas de 5's se encuentran en el apéndice 8.

4.4.1.1 Resultados Bodega 1 y 2.

Clasificar: La demarcación de las áreas de trabajo y pasillos se encuentran desgastadas y los pasos se obstruyen con material que no cuenta con ubicación definida, además los pisos presentan huecos causados por la manipulación de materiales, se encontró también la necesidad de contar con un brazo mecánico en el área de pintura que facilite los movimientos de piezas y las esperas por apoyo de auxiliares, así mismo se encuentra que hay recursos que no son utilizados, existe una máquina que no está siendo usada, además de material dañado, herramienta obsoleta y cosas innecesarias que ocupan espacio.

Ordenar: La zona de acopio de material no se encuentra debidamente señalizada y además esta no es suficiente en algunos casos en los cuales se debe disponer del material en otros lugares de la planta. El uso compartido de las herramientas provoca paradas del proceso ocasionadas por espera a que estén disponibles, desplazamiento y búsqueda de las mismas, tampoco cuentan con un orden ni lugar específico para su almacenamiento en los puestos de trabajo, por otra parte, los equipos de algunos puestos de trabajo no tienen una posición fija lo que hace que sean mal ubicados obstaculizando el paso con los equipos o sus componentes.

Limpiar: Debe capacitarse a los empleados en el uso de los diferentes recipientes dispuestos para el manejo de residuos, mejorar la ubicación de los extintores y reasignarlos a los trabajadores de manera que queden cerca del área de trabajo, algunos operarios no realizan la debida limpieza

de las herramientas usadas, lo cual no solo disminuye la vida útil de las mismas, sino que causa molestias en los compañeros por el uso compartido de las mismas.

Estandarizar: No se ha capacitado a los operarios en la aplicación de procedimientos seguros para llevar a cabo las operaciones que cada uno realiza, falta realizar inducción a los empleados y establecer métodos de trabajo, se evidencia también la necesidad de contar con iluminación y ventilación eficientes. No se da cumplimiento a cabalidad del mantenimiento preventivo.

Disciplina: El personal no se concentra completamente en la labor, ya que realiza actividades como uso del celular y hablar con sus compañeros, además que en algunos casos los cambios de tareas ocasionan que interrumpan el proceso que están realizando, no existe la cultura de usar los pasos. Se evidencia la necesidad de establecer pausas activas para las diferentes áreas de manera que las paradas permitan aumentar el dinamismo y productividad de los operarios y estos se vean motivados a realizar el trabajo.

4.4.1.2 Resultados Bodega 4.

Clasificar: No se encuentran debidamente marcadas y señalizadas las áreas de trabajo, zonas seguras, ni los pasos peatonales; el piso se encuentra en mal estado debido a la constante manipulación de materiales pesados. En la parte de atrás de la bodega, sobre el piso, se encuentran restos de material y piezas que no están siendo usadas, además del avatar que ocupa gran espacio, también se evidencia la falta de iluminación en el área de pulido, pues solo cuentan con una lámpara, hace falta personal en pulido pues al momento de aplicar las listas de chequeo solo hay tres personas en esta área, no hay señalización del riesgo, ni de la ruta de evacuación.

Ordenar: La entrada a la planta de producción se obstaculiza cuando hay descargue de material, no está señalizada la zona de acopio de material, por lo cual este se dispone en diferentes lugares, los cables de los equipos obstaculizan los pasos al igual que los repuestos, además, algunos

equipos no tienen una ubicación fija. Se cuenta con extintores, pero estos no se encuentran dispuestos en un lugar fijo ni hay señalización de los mismos por lo que se dificulta su acceso.

Limpiar: Los pisos se encuentran limpios, secos, pero no libres de desperdicios del proceso. Las zonas alrededor del área de trabajo difícilmente se encuentran libres de escombros y virutas, pero se procura mantener las cosas en su puesto y poner las partes que no se usan en un lugar donde no afecte el proceso.

Estandarizar: Aumentar la cultura del uso adecuado de los elementos de protección personal, mejorar el sistema de iluminación y ventilación del lugar, poner extractores, pues la ineficiente ventilación disminuye la productividad de los operarios y puede afectar su salud, se debe estandarizar el proceso productivo y de respuesta ante emergencias, hacer señalización de advertencia frente a riesgos específicos, así como contar con un botiquín y elementos necesarios ante una situación de este tipo.

Disciplina- Mantener: Hace falta disciplina en cuanto a la concentración del personal en la labor que realiza, cultura en el uso de pasos peatonales, definir un programa de mantenimiento preventivo bien establecido y darle cumplimiento, estandarizar, definir y aplicar procedimientos seguros para la realización de la labor.

Finalmente se consolidan los datos obtenidos en la siguiente tabla que muestra el comportamiento y porcentaje de cada etapa en las diferentes bodegas.

Tabla 20.
Resultado del análisis 5's.

	Máximo	B1 – B2	B4
Clasificar	100%	80%	69%
Ordenar	100%	80%	68%

Limpiar	100%	73%	66%
Estandarizar	100%	83%	51%
Disciplina	100%	67%	56%
Clasificar	100%	80%	69%

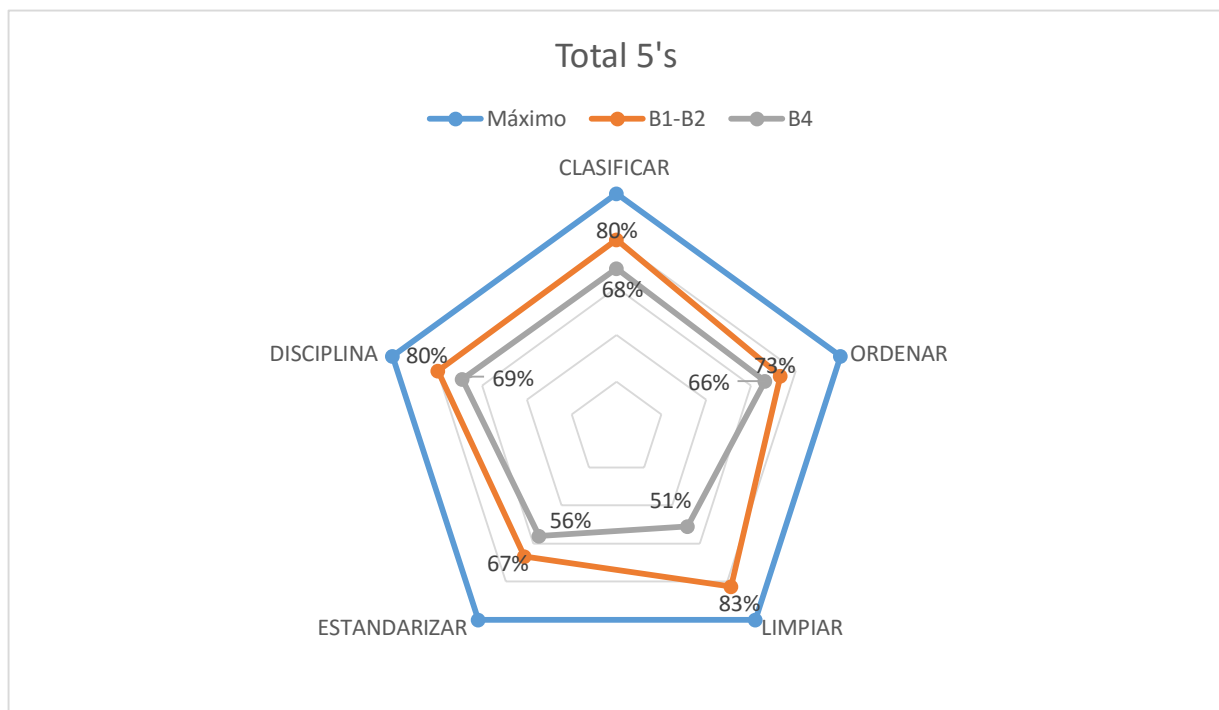


Figura 6. Resultados del análisis 5's

4.4.2 Despilfarros. El análisis de despilfarros se llevó a cabo por medio de entrevistas individuales según la clasificación 5MQS (ver apéndice 9) realizadas a los trabajadores perteneciente a las líneas de producción objetivo y se dividió el análisis en las bodegas 1 y 2, y en la bodega 4.

Encontrando de manera general que la falta de herramientas y material, junto con los desplazamientos ocasionan pérdidas de tiempo por parte de los empleados y generan retraso en la

producción: esto, junto con la ausencia de una programación adecuada de la producción, incrementan los tiempos de despilfarro por tiempo inactivo.

4.4.2.1 Resultados del análisis Bodega 1 y 2.

Personas (man): El material o herramientas no cuentan con un lugar fijo o se dispone lejos de los puestos de trabajo haciendo necesario el desplazamiento del personal, además por el tipo de labor se produce mayor cansancio y deshidratación, por ende, paradas y desplazamiento al punto de hidratación.

Método (method): Se presentan demoras en la línea de producción a causa de falta de capacitaciones de algunos empleados para desarrollar determinada actividad y paradas por cambio de las tareas asignadas.

Material (material): Las tareas se detienen debido a la falta de algunos materiales. Los materiales que más rápido se agotan son soldadura, discos de pulir y pintura. La mayor pérdida de material se da por la pintura que se seca después de determinado tiempo.

Administración (management): No se cuenta con una programación de la producción adecuada lo que causa demoras en el inicio de algunas tareas ya que se maneja la producción por prioridades. Algunas veces, cuando la máquina o el operario se encuentra listo para desarrollar una tarea, se le ordenan detenerse para atender prioridades.

Máquina (machine): Actualmente todas las máquinas se encuentran en buen estado, hay un CNC que no se está usando. El programa de mantenimiento con el que se cuenta presenta falencias ya que se denomina como reactivo, es decir, se realiza mantenimiento cuando la máquina presenta daños.

Calidad (quality): Algunas de las operaciones se hacen manualmente, esto incrementa la probabilidad de fallo en su ejecución y debido a esto se presentan reprocesos, ocasionando a la compañía pérdida de dinero en material, horas máquina y horas hombre.

Seguridad (security): Falta de iluminación y extractores en al área de metalizado, algunas caretas de protección no cuentan con un vidrio adecuado para la actividad.

4.4.2.2 Resultados despilfarros en la Bodega 4.

Personas (man): Desplazamiento de los empleados dado que el almacén se encuentra en la bodega #2 y el proceso se realiza en las tres bodegas.

Método (method): Existe un alto nivel de producto en proceso y a los productos que llegan del proveedor que no cumplen con los requisitos se les hace devolución.

Material (material): No se presenta daño de material. Se compra lo justo para trabajar, aunque se deje en inventario por largo tiempo debido a que los operarios son cambiados de tarea si hay alguna prioridad.

Administración (management): Actualmente el programa de producción se basa principalmente en el cumplimiento de pedidos atrasados.

Máquina (machine): Actualmente todas las máquinas se encuentran en uso, aunque el programa de mantenimiento no es consistente lo que hace que actualmente una máquina de soldadura se encuentre fallando.

Calidad (quality): Se hace algunos reprocesos de soldadura porque el sinfín suele venir poroso. Ocasionalmente les hacen devoluciones porque los sinfines no cumplen con las medidas pedidas.

Seguridad (security): El piso de la planta no está debidamente de marcados ni cuenta con los requerimientos de seguridad dado que están bastante deteriorados. Falta iluminación y extractores sobre todo en el área de pulido.

Tabla 21.
Resultados análisis de despilfarros.

	Máximo	B1 - B2	B4
Personas	100%	72%	64%
Máquinas	100%	89%	74%
Material	100%	83%	89%
Métodos	100%	75%	62%
Administración	100%	40%	54%
Calidad	100%	81%	65%
Seguridad	100%	86%	59%

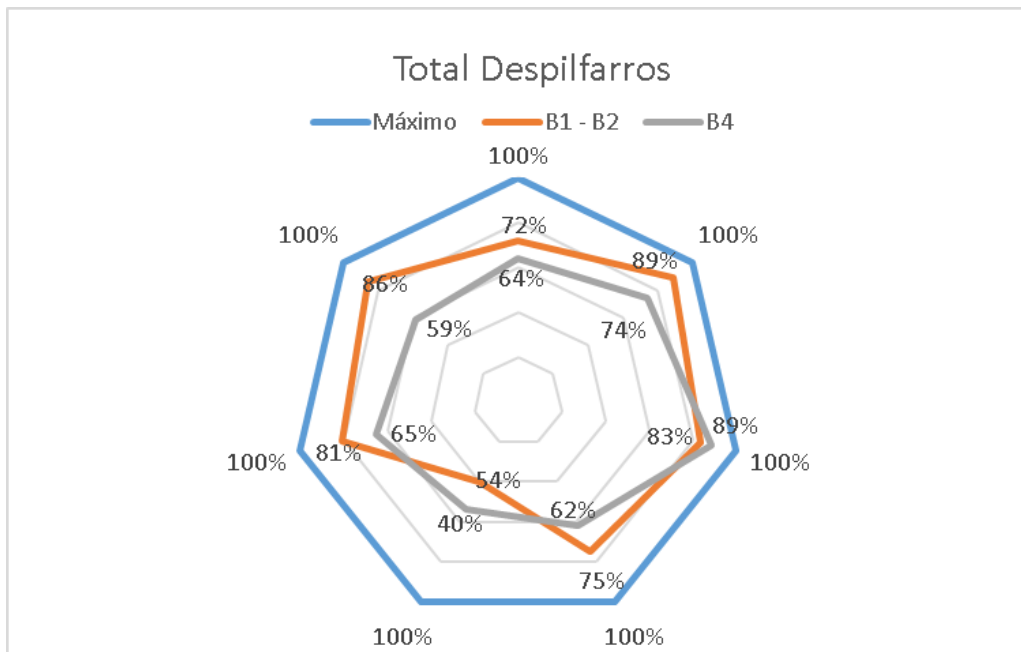


Figura 7. Resultados del análisis de despilfarros.

4.5 Resultados del diagnóstico

Inicialmente es importante realizar la implementación de un programa 5'S, especialmente, en la bodega 4 lo cual se evidencia en la tabla 19.

Claramente se evidencia una gran necesidad de contar con una herramienta que permita llevar un control de la producción de manera que se conozca el estado de los pedidos en tiempo real y se logre entregar los productos a tiempo y con los estándares de calidad exigidos por el cliente. Para esto se pretende diseñar una herramienta ofimática y como primer paso, se propone un formato (Ver Apéndice 10) en donde el trabajador consigne la información ahí requerida de modo que sirva para llevar el control sobre la producción y la trazabilidad del producto.

Para INAL sería adecuado realizar una estandarización de procedimientos de modo que se permitan reducir los despilfarros relacionados con hombre y método ya que estos son los más frecuentes. En el apéndice 11 se encuentra el diagrama de Causa – Efecto que muestra la necesidad de una estandarización.

Según el diagrama de recorrido, y los desplazamientos del proceso, se propone realizar una redistribución de planta pretendiendo disminuir los desplazamientos de la pieza que causan costos adicionales y no agregan valor al producto.

Con la identificación de los despilfarros según la clasificación 5MQS se llega a la conclusión que en Industrias Acuña Ltda., los mayores despilfarros en que se incurren están relacionados con el método, las personas y la calidad, ya que no se tiene establecido un procedimiento para la realización de las operaciones, las personas deben realizar desplazamientos constantes, y gastar tiempo en la búsqueda de herramientas para la realización del proceso, además como una parte del proceso se realiza manualmente y sin estandarización ocasiona mayores tiempos de los siguientes procesos y en algunos casos reprocesos; esto se cuantifica, y se obtiene un promedio de despilfarros

por pieza de \$31.437,95 para Canastas HK, \$38.148,33 para Aceites 600, \$50.554 para Inal 700 y \$5.336,86 para sinfines hexagonales 700#4.

5. Plan de mejoramiento

5.1 Metodología 5's

5.1.1. Problema que se pretende atender. Industrias Acuña Ltda. posee un avance en la metodología, ya que sus directivas la conocen y entienden a profundidad y anteriormente se ha aplicado logrando mejorar notoriamente las condiciones de la planta. Sin embargo, a través de la aplicación de las listas de chequeo se evidenció la necesidad de fortalecer sobre todo el orden, la disciplina y estandarización, por esto se propone la realización de un programa 5's.

5.1.2. Objetivos

- Dar a conocer la herramienta 5's y fomentar un cambio en la cultura, de manera que los operarios apropien esta técnica como parte del procedimiento normal de trabajo.
- Aplicar la herramienta 5's.
- Demostrar cualitativa y cuantitativamente los beneficios de la aplicación.

5.1.3. Descripción. Fomentar la cultura del orden y aseo en las diferentes bodegas donde se desarrolla el proceso productivo, para lo cual se definen las siguientes etapas:

Etapas de conocimiento: Dar a conocer la herramienta a todo el personal involucrado en el proceso productivo; inicialmente se difunde la información con ayuda de folletos sobre la herramienta (ver Apéndice 12) y posteriormente se lleva a cabo una charla informativa (ver lista de asistencia en el Apéndice 13) con el uso de una presentación que facilita la comprensión de los

conceptos y pretende persuadir al personal sobre la importancia de trabajar en equipo para obtener mejores resultados y mantenerlos, además durante la charla se explica cómo se llevará a cabo la jornada de implementación y siguientes etapas. En la sesión de capacitación participará también la dirección de la empresa, de manera que ellos no solo tengan conocimiento de lo que se va a llevar a cabo, sino que se comprometan con el desarrollo del programa.

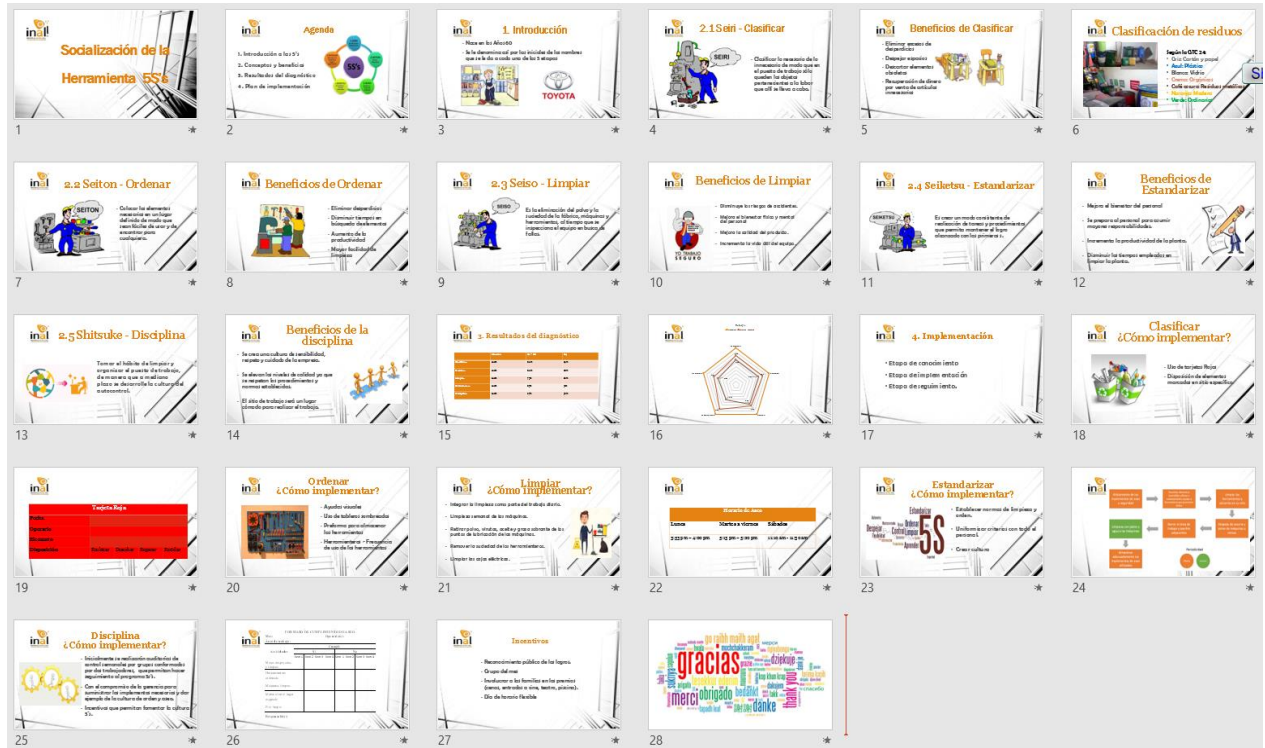


Figura 8. Diapositivas Socialización

Segunda etapa: Jornada de implementación: Se trabaja con todos los operarios en la búsqueda de elevar los niveles de orden y limpieza de la planta, para esto se implementan las 3 Primeras esas así:

- **Seiri - Seleccionar:** Se clasifican de manera clara los elementos necesarios e innecesarios, para esto se utiliza la estrategia de tarjetas rojas que se adhieren a cada uno de los elementos a reordenar. Entonces, se entregarán 10 tarjetas rojas a cada puesto de trabajo, y en el transcurso de 2 días laborales, los operarios poner la etiqueta roja a aquellos elementos que no han sido usados en el tiempo establecido y finalizada la tarea, disponer de ellos en un sitio específico.

Tarjeta Roja				
Fecha				
Operario				
Elemento				
Disposición	Reubicar	Desechar	Reparar	Reciclar

Figura 9. Tarjeta roja

En esta etapa es fundamental contar con la participación y apoyo de todos los operarios, ya que algunas veces será difícil desprenderse de cosas que no son útiles sin embargo es necesario tomar una actitud participativa y motivada al cambio y mejoramiento; por consiguiente, es necesario el acompañamiento del ingeniero y el jefe de producción durante la actividad.

- **Seiton - Organizar:** Las herramientas y demás elementos que no tienen tarjeta roja, es decir, son necesarios para el proceso, son dispuestos en lugares específicos de fácil acceso y además se organizan según la secuencia de uso de los mismos. Las herramientas que no sirven, dispuestas anteriormente en un sitio específico, se deben tirar o vender. Por otra parte, es importante disponer de herramenteros, al menos uno por dos puestos de trabajo contiguos, en donde se cuente con las herramientas necesarias, de uso diario, para eliminar los tiempos por desplazamientos y búsqueda o espera a que se desocupen los elementos.

Para el almacenamiento de las llaves, martillos y demás objetos similares se utilizarán pequeños tableros con puntillas, donde se encuentren pintadas o con sombras las formas de cada elemento, de manera que se facilite el almacenamiento y se recuerde cuando no se ha guardado algún elemento por el espacio vacío. Para almacenar las brocas y elementos pequeños se propone usar colchones de espuma con las diferentes formas definidas, de manera que no se confundan ni se extravíen.



Figura 10. Realización broquero.

En este caso se hizo a modo de prueba un tablero sombreado que comparten el Torno 3 y la Fresadora y un colchón de espuma para el taladro, se usan también ayudas visuales que faciliten el acceso a las herramientas, para esto se colocará una etiqueta a cada espacio dispuesto para la herramienta que indique la referencia.

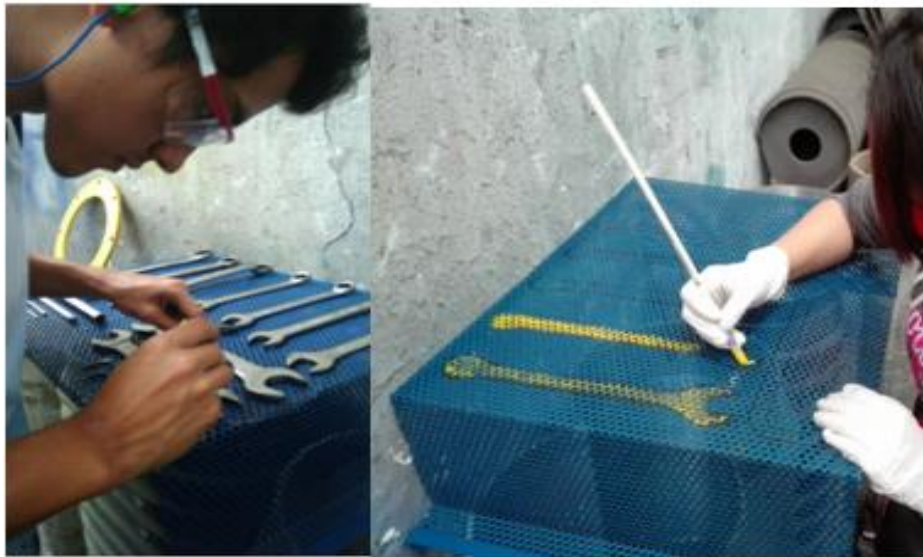


Figura 11. Realización de tablero sombreado.

- **Seiso - Limpiar:** Limpieza completa del lugar de trabajo, de manera que se encuentran limpios los pisos, las máquinas, herramientas y equipo. Cada operario con ayuda de una escobilla y trapos realiza la limpieza del polvo y virutas de las máquinas y equipos. El aseo diario incluye la limpieza de las pulidoras con aire a presión. Se realiza un manual de limpieza donde se explica la utilización de cada uno de los implementos de limpieza y la frecuencia con que se hará uso de los mismos, igualmente se establecen tiempos para cada actividad de modo que formen parte del trabajo diario.
- **Tercera Etapa: Estandarización-Seiketsu:** Mantener y estandarizar la aplicación de las 3 primeras S's, de esta manera, se establecen estándares de limpieza y normas sencillas y visibles que facilitan su control. Se plantea que los operarios realicen limpieza diaria a su puesto de trabajo con un horario establecido y, además, los sábados se les haga limpieza a las máquinas. El horario de limpieza al finalizar la jornada tendrá una duración de 7 minutos, dónde se guardarán todas las herramientas y se limpiarán

las máquinas y mesas de trabajo; el aseo del piso seguirá siendo realizado por el auxiliar encargado, sin embargo, los operarios contarán con una escoba en cada planta para apoyar la actividad de ser necesario; la limpieza general tendrá una duración de 20 minutos donde se hará limpieza completa de las máquinas y equipos. En el Apéndice 14 se encuentra el manual de limpieza planteado, el horario de aseo establecido y las necesidades de limpieza de los equipos.

- Cuarta Etapa. Shitsuke - Disciplina:** Fomentar la cultura cinco eses en los puestos de trabajo y en la planta en general de manera que esta nueva filosofía sirva de apoyo a la mejora continua. Para lograr la disciplina inicialmente se requiere la supervisión por parte de compañeros de planta, para esto se forman parejas de personas, de modo que se realizan auditorias de control una vez por semana (día aleatorio) al final de la jornada laboral con la ayuda de un formato (ver Apéndice 15) que permite llevar registro del cumplimiento y por tanto del progreso. Cada mes se recopila la información de los formatos y se expone el ranking de cumplimiento en una cartelera, a su vez que se da un incentivo a el mejor grupo.



Figura 12. Ranking de cumplimiento 5's

5.2. Estandarización de los procesos

5.2.1. Problema que se pretende atender. La empresa tiene definidas las operaciones, sin embargo, en algunos casos no tiene definido su orden ni el método a seguir causando pérdidas de tiempo que generan sobrecostos en el producto final y variaciones en la calidad.

5.1.2. Objetivos

- Diseñar un método estándar de fabricación para las líneas de fabricación previamente nombradas.
- Aplicar y capacitar al personal encargado sobre el uso adecuado de la herramienta.
- Facilitar la capacitación de los nuevos empleados.

5.1.3. Descripción. Con el fin de disminuir los tiempos de despilfarros a causa del desconocimiento del proceso productivo, se desarrolló, con la información suministrada por operarios y personal administrativo de la empresa, un método estándar para la fabricación para las líneas de producto de canastas ranuradas HK-450, Aceites 600 e INAL 700; y para los sinfines hexagonales 700 #1 y #4. Con el fin de entregar a la empresa una herramienta que contenga toda la información necesaria sobre las dos líneas de producción, se desarrolló dicho manual en tres etapas:

Etapas de conocimiento: Esta etapa se llevó a cabo con visitas frecuentes a la empresa y entrevistas a los operarios y trabajadores en busca de toda la información que fuera necesaria con el fin de consignar la mayor cantidad de datos en el manual del Método estándar.

Etapas de diseño: Basados en un esquema de Método estándar suministrado por el director del proyecto (Parra, 2017) se consignó la información de los diferentes procesos contando con el aval del ingeniero de producción. Primero se realiza la descripción del producto con sus respectivas

características, se procede a describir los materiales usados en la producción de la pieza, con el proveedor y observaciones de cada uno, a continuación, se definen las instrucciones de fabricación haciendo una descripción de cada una de las operaciones y los aspectos más relevantes.

Además, se plantea el diseño del área de trabajo, donde se presenta cada área de trabajo con sus características y finalmente se describen las máquinas y equipos usados en el proceso productivo.

El método de trabajo estándar de las canastas ranuradas se encuentra en el Apéndice 16, el de los sinfines hexagonales sin soldadura en el Apéndice 17 y en el Apéndice 18 el de los sinfines con soldadura.

Etapas de implementación: Se hace entrega del Manual de Método Estándar del Proceso al encargado del área de producción con el fin de que esta información sea replicada y sirva de guía logrando que todo el personal realice la secuencia de tareas de la misma manera.

5.3. Herramienta ofimática

5.3.1. Problema que se pretende atender. La empresa hoy en día está implementando el uso de un software especializado que se adquirió con el fin de llevar los datos de la parte administrativa. A pesar de esto, el software no cuenta con un módulo de producción que lleve control sobre los pedidos con el fin de que no se presenten interrupciones causados por órdenes atrasadas, lo que resulta en pérdidas de tiempo por alistamiento de máquinas y de personal e incumplimientos en las fechas de entrega pactadas. El registro de las órdenes de producción y posteriormente las solicitudes de producción se realizan manualmente.

5.3.2. Objetivos

- Diseñar una herramienta ofimática que permita ingresar datos de pedidos solicitados y llevar un control sobre la producción.

- Aplicar y capacitar al personal encargado sobre el uso adecuado de la herramienta.

5.3.3. Descripción. Para desarrollar adecuadamente la herramienta y que ésta estuviera a la medida de las necesidades que presentan en la empresa, se llevó a cabo un proceso que constó de 3 etapas mencionadas a continuación:

5.3.3.1. Etapa de conocimiento. Para esta etapa se llevaron a cabo entrevistas con el ingeniero de producción en donde él expone las necesidades y dificultades que tienen respecto a la planeación y control de la producción.

Además de esto, se pudo evidenciar la necesidad de planear y controlar adecuadamente la producción dado que se presentan muchas demoras y tiempos ociosos en la asignación de tareas por no tener planeada la producción del día.

5.3.3.2. Etapa de diseño. Con la información extraída de la etapa anterior, se diseña la herramienta con ayuda del software MS Excel versión 2016 en programación Visual Basic.

La herramienta será alimentada inicialmente por el técnico comercial, quien será el que introduzca aspectos relacionados con la orden de compra, esta alimentación será más rápida, ordenada y evitará errores ya que se implementará el llenado de la información a través de un formulario que permitirá posteriormente generar la solicitud de producción y filtrar la información dependiendo del aspecto más relevante en el momento.

Este documento consta de un menú de inicio desde el cual se puede filtrar la información de la hoja de programación, insertar datos relacionados con una nueva orden de producción y generar automáticamente un nuevo documento de Solicitud de producción; la hoja de producción, en la cual se encuentra almacenada toda la información de los pedidos anteriores y la hoja de Solicitud de producción donde se ubicará el nuevo documento que será entregado al encargado del área de producción. Ver documento en Apéndice 19.

ACTUALIZADO EN ÓRDENES ENTREGADAS POR DISEÑO AL		19/05/2017		INSERTAR ORDEN DE PRODUCCIÓN				GENERAR SOLICITUD DE PRODUCCIÓN					
OC	FECHA DE SOLICITUD	UNO	DESCRIPCIÓN	CLIENTE	NOMBRE DEL PROYECTO	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	*% COTIZACIÓN	TÉCNICO COMERCIAL	FECHA DE ENTREGA PACTADA	OP	UNO DES	UNO PEN

Figura 15. Menú Inicio

CREAR ORDEN DE PRODUCCIÓN

CREACIÓN ORDEN DE PRODUCCIÓN INDUSTRIAS ACUÑA LTDA.

FECHA DE EXPEDICIÓN(dd/mm/aa): 06/10/2017

CLIENTE: [dropdown]

ORDEN DE COMPRA O SERVICIO No: [input]

NÚMERO DE COTIZACIÓN: [input]

TÉCNICO COMERCIAL: [dropdown]

ORDEN DE PRODUCCIÓN: [input]

FECHA DE ENTREGA PACTADA(dd/mm/aa): [input]

NOMBRE DEL PROYECTO: [input]

NOMBRE DE MÁQUINA O SERVICIO: [dropdown]

DESCRIPCIÓN: [input]

CANTIDAD: [input]

PRECIO UNITARIO: [input]

DETALLES DE PRODUCCIÓN

[INSERTAR] [LIMPIAR] [SALIR]

Figura 14. Creación de Orden de Producción.

GENERAR SOLICITUD DE PRODUCCIÓN INDUSTRIAS ACUÑA LTDA.

FECHA DE EXPEDICIÓN(dd/mm/aa): [input]

ORDEN DE COMPRA O SERVICIO No: [input]

SOLICITUD DE PRODUCCIÓN No: [input]

LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN No: [input]

TIPO DE MATERIAL: [dropdown]

FECHA ENTREGA DE PLANOS (dd/mm/aa): [input]

[GENERAR DOCUMENTO]

Figura 13. Generar Solicitud de Producción.

5.3.3.3. Etapa de implementación. Se hace entrega de la herramienta al personal encargado de generar las solicitudes de producción (Ingeniero de producción y secretaria). En el Apéndice 20 se muestra el manual de instalación y de uso del documento llamado “Sistema de Programación y Control de la Producción”.

5.4 Distribución de planta

5.4.1 Problema que se pretende atender. Con el análisis del diagrama de recorrido del proceso se refleja la necesidad de realizar una redistribución de planta con el fin de reducir el trabajo indirecto causado por el transporte de materiales y producto en proceso. Esto siguiendo el principio de la mínima distancia recorrida ya que no se puede eliminar por completo el traslado de

materiales, pero sí se puede llevar a una disminución de movimiento. Además, se busca implementar una distribución que permita integrar las máquinas, materiales y personal de manera que se haga un trabajo en conjunto, dando cumplimiento al principio de integración.

Así mismo se pretende que mejore las condiciones físicas de la planta y por tanto el trabajo sea más satisfactorio para el personal involucrado. En este caso se busca realizar la redistribución por proceso con el método de Richard Muther, SLP.

5.4.2 Objetivos

- Encontrar la mejor opción para ordenar las áreas de trabajo, máquinas y equipos en pro de optimizar el espacio disponible y reducir costos.
- Reducir el movimiento de material según distancias mínimas.
- Utilizar efectivamente todo el espacio.

5.4.3 Descripción. Se seguirá la metodología SLP (Sistematic Layout Planning) propuesta por Richard Muther que permite por medio de tres etapas diseñar una distribución por producto enfocada principalmente en las líneas de producto de canastas ranuradas y sinfines hexagonales.

Etapa 1: Análisis

Se recopila y analiza la información necesaria para llevar a cabo la metodología SLP. Cantidades, requerimientos de espacio y recursos disponible. Para esto se deben conocer e identificar los productos y las cantidades a producir, se usa y analiza el diagrama de flujo, diagrama de recorrido.

En este caso se trabaja con las referencias de sinfines hexagonales y canastas ranuradas; se identifican las características físicas de los productos (ver Apéndice 21). Peso aproximado, dimensiones y forma, con el fin de conocer el espacio necesario para cada uno, además se identifica el tipo de transporte, la forma en que se mueve el producto de un centro a otro.

En cuanto a las cantidades, se utiliza un estimado de producción mensual por referencia gracias a una distribución porcentual de las unidades que se producen en un periodo de 5 meses, esto dado que la empresa sólo a inicios del año en curso empezó a llevar un control de las unidades producidas y al ser un pequeño lapso de tiempo no se puede realizar un pronóstico acertado donde se identifiquen patrones claros de tendencia y estacionalidad, obteniendo en los diferentes pronósticos realizados errores significativos (Ver Apéndice 22).

Con la distribución porcentual se dan a conocer los tiempos de utilización para cada referencia en los 5 meses y las unidades mensuales. Teniendo estos datos se realiza un diagrama de Pareto que permita identificar cuáles son las principales referencias para concentrar los análisis de distribución de planta en aquellas que tengan mayor volumen (Ver Apéndice 23).

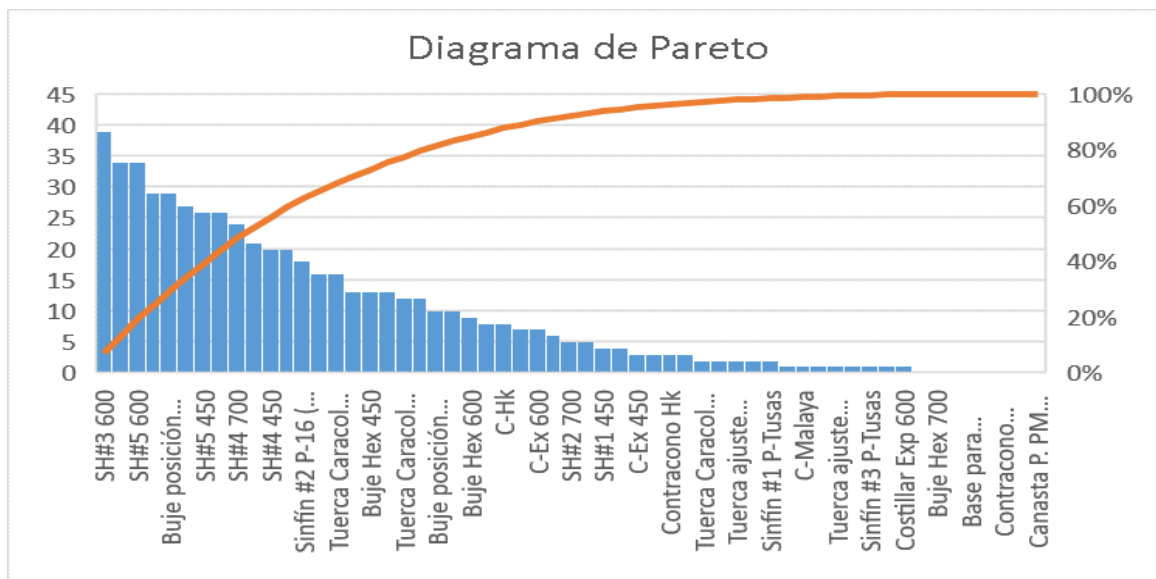


Figura 16. Diagrama de Pareto.

Se usan los diagramas de operaciones del proceso (Ver Apéndices 24 y 25) para definir la secuencia en que se llevan a cabo la línea de producción. Con esta información se realiza el diagrama multiproducto que permita ver cada una de las diferentes referencias en que se va a basar

el análisis, la secuencia de operaciones e inspecciones, al mismo tiempo que se identifican los recursos necesarios en cada una y la demanda de cada producto.

Tabla 22.

Demanda de productos en un periodo de 5 meses.

Producto	Demanda
Sinfines con soldadura	225
Buje posición 5-1	51
Sinfín #2, #3 P16	38
Tuerca de Caracol 450 - 700	28
Sinfines sin soldadura	26
Puntera de desgaste 450	21
Puntera de desgaste 700	13
Canasta INAL 700	13

Nota: Unidades registradas en órdenes de producción en un periodo de 5 meses.

Se prosigue a realizar la matriz origen - destino, donde se determina el flujo de materiales de los diferentes centros de trabajo para establecer las necesidades de proximidad.

A		O	
Pulido 2	Rectificado	Almacén	Enderezado de platinas
E		Almacén	Ensamble 1
Almacén	Torno 2	Enderezado de platinas	Ensamble 1
Pulido 2	Pintura 2	Ensamble 1	Ensamble 2
I		Ensamble 1	Torno 1
Ensamble 2	Torno 1	Ensamble 2	Fresa
Torno 2	Soldadura	Ensamble 2	Pulido 1
Soldadura	Pulido 2	Ensamble 2	Perforado
		Torno 2	Fresa
		Torno2	Pulido 2
		Fresa	Soldadura
		Fresa	Pulido 1
		Soldadura	Rectificado
		Perforado	Pintura 1
		Pintura 1	Almacén PT1

Figura 17. Necesidades de proximidad.

Con esta información se realiza el diagrama de relación de actividades, se establecen los requerimientos de espacio y se realiza el diagrama de bloques.

Tabla 23.
Abreviatura de las diferentes áreas.

Nombre	Abreviatura
Almacén	A
Enderezado de platinas	EP
Ensamble 1	E1
Ensamble 2	E2
Fresa	F
Pintura 1	Pi1
Pintura 2	Pi2
Pulido 1	Pu1

Pulido 2	Pu2
Perforado	Pe
Rectificado	R
Soldadura	S
Torno 1	T1
Torno 2	T2
Almacén de PT1	PT1
Almacén de PT2	PT2

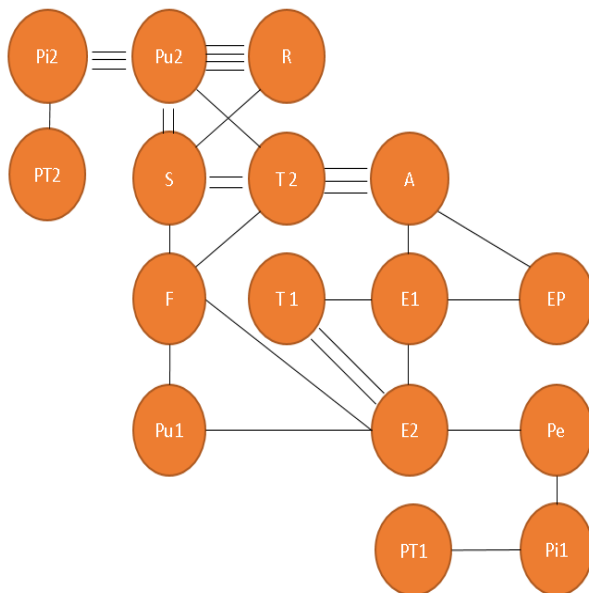


Figura 19. Diagrama de relación de actividades.

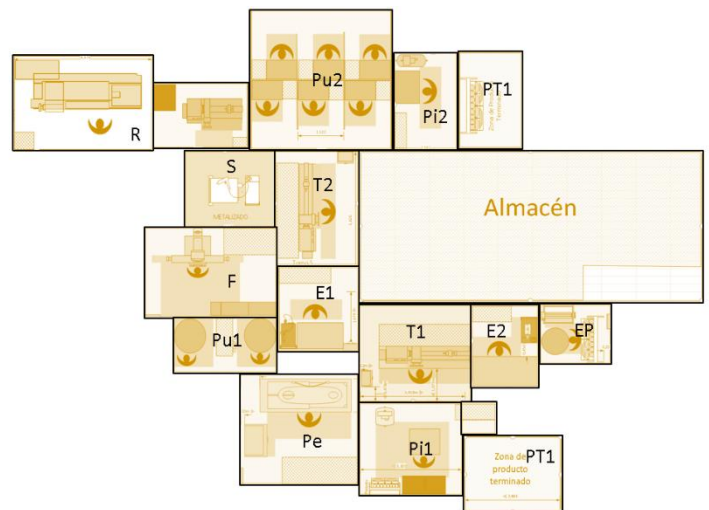


Figura 18. Diagrama de bloques.

El desarrollo de la metodología SLP se encuentra consignada en el Apéndice 26.

Etapa 2: Búsqueda

Con ayuda de los resultados obtenidos en la etapa de análisis, y junto con el software MS Visio 2016, se lleva a cabo la realización de las propuestas de distribución que se puedan llevar a cabo

teniendo en cuenta las restricciones de espacio y de maquinaria inamovible y las cercanías que se deban presentar.

Para estandarizar y organizar la bodega 2, se destina un área para pulido de canastas ranuradas ya que actualmente esta operación es realizada en cualquier espacio disponible improvisando los puestos de trabajo. Además, se propone destinar un espacio en la bodega 4 cercano a la puerta para el acopio de material, así como disponer de un almacén para las herramientas y equipos, una zona de producto terminado y un vestiere para los operarios.

Ver planos en el Apéndice 27.

Propuesta 1: Se propone realizar una puerta de acceso rápido que permita conectar las plantas 1 y 2; se reubican los tornos 3, 4, 5 y CNC y la fresadora de manera que los desplazamientos entre ensamble, mecanizado y perforación disminuyan.

El torno 5 se baja a la bodega 4 dado que este es el torno que hace parte de la línea de producción de los sinfines. En esta bodega, se reubican los puestos de pulido y pintura y se dispone un área para almacén y zona de producto terminado.

Propuesta 2: En esta propuesta, se quiere ilustrar la idea planteada por la dirección de la empresa pasando la línea de sinfines hexagonales para la parte final de la bodega 4 de manera que se disponga del espacio cercano a la entrada para trabajar en los proyectos.

En la bodega 2 se modificó la ubicación del área de ensamble y enderezado de platinas y en la bodega 1 se trasladó el torno 3 y la fresadora hacia la pared compartida con la bodega 2, por tanto, el torno 4 y la limadora ocuparon el espacio de estas máquinas; también se trasladó el torno CNC para el final de la bodega y el torno 5 para la bodega 4.

Propuesta 3: En esta propuesta se traslada el área de ensamble y enderezado de platinas hacia la pared compartida con la bodega 1, en la cual del otro lado se propone ubicar el torno 3 y la

fresadora; el área de pulido se separa para realizar una abertura (puerta) en la pared que comunique las dos bodegas y facilite el traslado de material, el torno CNC se ubica al final de la bodega y contiguo a este el taladro. El torno 4 y la limadora se trasladan entonces para el frente de la oficina de producción.

En la bodega 4 se trasladan las rectificadoras hacia el lado del robot para utilizar este espacio en el la recepción y almacén de materiales y herramientas, se agrupa el área de pulido y se acerca el puesto de pintura, dejando libre la parte final de la bodega para disponer de ella en los proyectos a realizar, por lo cual, se deja disponible también un pasillo ancho que da acceso desde la entrada a esta área.

Propuesta 4: En esta propuesta se hace el cambio del Torno 5 por el Torno 3 ubicando los centros de trabajo de Fresado y CNC juntos pues es el mismo operario quien las maneja. Estos se ubican en la pared contigua a la bodega 2. Junto a la fresa, dando acceso a la bodega 2 donde se encuentran los puestos de pulido de canastas, pulido y enderezado de platinas y ensamble 1 y 2 pegados a la pared.

En la bodega 4 se trasladan los puestos de trabajo para la parte trasera a la bodega dejando los puestos de pulido junto a la pared y a los puestos de soldadura. Las rectificadoras se dejan una en frente de la otra dado que es el mismo trabajador quien las opera. Junto a la rectificadora pequeña se ubica el torno 3 y en la pared se ubica el puesto de pintura.

Propuesta 5: En esta propuesta se tomó la suposición de dejar en la bodega 4 todas las líneas de repuestos de palmiste lo que significa en bajar el Torno 3 y no el Torno 5, bajar los puestos de pulido y enderezado de platinas, pulido de canastas y ensamble 1 y 2 a la bodega 4.

En la bodega 1 se mueve la fresa junto al CNC dado que es el mismo operario quien las opera y en el área disponible que deja el Torno 3 y la Fresa, se ubica el Torno 5 y la limadora.

Las propuestas 4 y 5 se diseñan pensando en que no fuera necesario incurrir en demasiados movimientos de maquinaria lo que incurriría en costos más elevados.

En los cálculos de distancia de esta propuesta, los movimientos de Pulido 2 a Torno se tomaron con el Torno3 y los de Fresadora a Torno se tomaron con el Torno 5. Se hace así debido a la cercanía con los otros puestos de trabajo y puesto que el Torno 3 también puede procesar sinfines y demás repuestos de palmiste.

Etapa 3: Selección

En esta etapa se evalúan las 3 diferentes propuestas de nueva distribución, para comparar entre ellas y elegir la mejor alternativa. Se califican aspectos como distancia total de separación entre los puestos de trabajo, costo por metro por transportar una unidad y el costo por metro por persona de transportar las unidades producidas en un mes. También se extrae un denominador de adyacencias como resultado de la división de la calificación de adyacencias de la propuesta entre la calificación de adyacencias actual.

Evaluación de las propuestas:

La evaluación de las propuestas se realizó para la producción promedio de 3,304 canastas INAL 700; 10,8 bujes de posición 5-1; 4,151 punteras de desgaste 450 Kg; 2,569 Punteras de desgaste 700 kg; 0,904 tuercas de sinfines 450/700; 7,511 Sinfines #2 o #3 P16; 0,141 sinfines #1 700 Palmiste y 4,744 sinfines #4 700Kg.

Tabla 24.
Evaluación de Propuestas de distribución de plantas.

	Denominador de adyacencias	Distancia total entre puestos de trabajo (m)	Costo-metro por persona de transportar una unidad. (\$/m.unid.per)	Costo total de transporte de unidades por persona. (\$/m.mes.per)
Evaluación Situación actual	0.74	717,857	103,650	23.380
Evaluación Propuesta 1	0.74	412,842	103,350	14.907
Evaluación Propuesta 2	0.74	461,924	103,350	15.583
Evaluación Propuesta 3	0.80	319,189	103,350	11.270
Evaluación Propuesta 4	0.57	429.67	103.350	14.583
Evaluación Propuesta 5	0.59	624.152	103.350	16.533

Nota: Los costos se hallaron teniendo en cuenta sólo el salario del auxiliar encargado de transportar las unidades.

Como se muestra en los resultados obtenidos de las evaluaciones de las diferentes propuestas, se observa que la Propuesta 3 resulta ser la mejor en cuanto al denominador de adyacencias y tiene un menor costo de transporte de metro por persona.

6. Indicadores de seguimiento

A continuación, se mencionan indicadores utilizados para realizar el seguimiento a las mejoras propuestas.

6.1. Metodología 5's

Indicador de mejoría en 5's: Este indicador fue medido una vez se empezó el proyecto y al finalizar para lograr medir la evolución de la herramienta 5's dentro de la empresa.

Objetivo: Medir el mejoramiento por etapas en la aplicación de la herramienta 5's mientras se evidencian las fortalezas y debilidades de la empresa en este aspecto.

Meta: Alcanzar un mejoramiento mensual del 3%.

Responsable: Durante el proyecto los encargados de aplicar el indicador son los practicantes y después lo hará el coordinador de producción.

Descripción: Indica el grado de mejoramiento que se ha alcanzado en cada una de las 5 etapas de la metodología para el orden y aseo. Se toma como base de comparación los datos obtenidos en la primera aplicación de las listas de chequeo para obtener el avance total, pero si se quiere se puede obtener un indicador mensual cambiando la cifra del mes inicial por la cifra del mes inmediatamente anterior al actual. El indicador es aplicado en las 5 etapas de la herramienta y debe ser medido mensualmente.

$$\% \text{ mejoramiento} = \frac{\% \text{ inicial} - \% \text{ actual}}{\% \text{ inicial}}$$

Figura 20. Indicador de 5's

- % inicial: es el porcentaje de cumplimiento anterior.
- % actual: es el porcentaje de cumplimiento actual.

6.2. Estandarización de los procesos

Disminución en tiempos de procesamiento: Indica el porcentaje de disminución del tiempo de procesamiento de las líneas de producto de canastas ranuradas y sinfines hexagonales.

Objetivo: Medir la disminución en los tiempos de fabricación y de despilfarros de las canastas ranuradas y de los sinfines hexagonales.

Meta: Alcanzar un porcentaje de disminución del 15% en todas las referencias respecto a la toma inicial.

Responsable: En la duración del proyecto los encargados de aplicar el indicador son los practicantes y después lo hará el Ingeniero de producción.

Descripción: La medición del indicador se llevó al iniciar el proyecto con la toma de tiempos y en el último mes del proyecto donde se realizó nuevamente la toma de tiempos. Se plantea el indicador para ser medido semestralmente.

$$\% \text{ de disminución} = \left(1 - \frac{\text{tiempo actual}}{\text{tiempo anterior}} \right) \times 100$$

Figura 21. % de disminución de Tiempos

- Tiempo actual: tiempo de la medición actual.
- Tiempo anterior: tiempo de la medición inicial.

Disminución en tiempos de despilfarros: Indica el porcentaje de disminución de los despilfarros dentro de las líneas de producto.

Objetivo: Medir la disminución en los tiempos de despilfarros de las canastas ranuradas y de los sinfines hexagonales.

Meta: Alcanzar un porcentaje de disminución del 65%.

Responsable: En la duración del proyecto los encargados de aplicar el indicador son los practicantes y después lo hará el Ingeniero de producción.

Descripción: La medición del indicador se llevó al iniciar el proyecto con la toma de tiempos y en el último mes del proyecto donde se realizó nuevamente la toma de tiempos. Se plantea el indicador para ser medido semestralmente.

$$\% \text{ de disminución} = \left(1 - \frac{\text{tiempo actual}}{\text{tiempo anterior}} \right) \times 100$$

Figura 22. % de disminución de tiempos de despilfarros

- Tiempo actual: tiempo de la medición actual.
- Tiempo anterior: tiempo de la medición anterior.

Indicador de mejoría en 5MQS: Este indicador fue medido una vez se empezó el proyecto y al finalizar para lograr medir la disminución de los despilfarros en la clasificación 5MQS.

Objetivo: Medir la disminución de los tiempos de despilfarro dentro de las líneas de producto de canastas ranuradas y sinfines hexagonales.

Meta: Alcanzar un porcentaje de mejoramiento del 95%.

Responsable: Durante el proyecto los encargados de aplicar el indicador son los practicantes y después lo hará el coordinador de producción.

Descripción: Indica el grado de mejoramiento que se ha alcanzado en cada una de las categorías de despilfarros que se pueden presentar. Se toma como base de comparación los datos obtenidos en la primera toma de tiempos.

$$\% \text{ mejoramiento} = \frac{\% \text{ inicial} - \% \text{ actual}}{\% \text{ inicial}}$$

Figura 23. % de mejoramiento en 5MQS

- % inicial: es el porcentaje de cumplimiento del mes inicial.
- % actual: es el porcentaje de cumplimiento del mes actual.

Indicador de ahorro de materias primas*: INAL cuenta con indicadores de gestión aportados desde el programa de innovación INNPULSA (INNPULSA, 2017) del ministerio de comercio,

* El autor de este indicador es el Ministerio de comercio, industria y turismo con su programa de innovación INNPULSA.

industria y turismo que tienen como finalidad elevar la productividad y disminuir costos en un 15% en el transcurso de un año. Con la medición de este indicador se quiere evidenciar la mejoría de las materias primas por parte del proveedor lo que se representa en menos gasto de soldadura y discos y piedras de pulir.

Objetivo: Calcular la materia prima ahorrada para la elaboración de una unidad de producto.

Meta: Alcanzar un porcentaje de materia prima ahorrada del 15%.

Responsable: Ingeniera de Innovación.

Descripción: En este indicador es medido mensualmente y consiste en dividir el costo total de materias primas utilizadas sobre las unidades producidas. El resultado es comparado en el del mes anterior para ver la evolución del ahorro de materias primas.

$$\text{Materia prima ahorrada por unidad} = \frac{\text{Costo total de materia prima}}{\# \text{ unidades producidas}}$$

Figura 24. Materia prima ahorrada por unidad.

- Costo total de materias primas: costo total de las materias primas por mes.
- # unidades producidas: cantidad de unidades producidas por mes.

Tabla 25.

Indicador *materia prima ahorrada por unidad*

	Julio	Agosto
Costo de materia prima	\$0	\$5.740,00
ahorrada		

Nota: Información extraída de la empresa

El indicador se empezó a medir en el mes de julio por lo tanto no se va a evidenciar mejorías. En el mes de agosto, el proveedor de sinfines hexagonales mejoró su producto lo que significó en menor utilización de soldadura para la cara y la hélice del sinfín y un ahorro en materia prima de \$5.740.

Indicador de porcentaje de defectuosos mensuales: Este indicador es tomado en cuenta por la necesidad de hacer trazabilidad al producto.

Objetivo: Controlar el porcentaje de piezas defectuosas que se producen en el transcurso de un mes.

Meta: Alcanzar un porcentaje de defectuosos cercano al 0%.

Responsable: Ingeniero de producción.

Descripción: El porcentaje de unidades defectuosas se calcula para cada referencia según la trazabilidad semanal que se lleva del producto con el fin de cuantificar, registrar y hacer seguimiento al cumplimiento de las especificaciones de cada producto midiendo así la calidad.

$$\% \text{ de Defectuosos} = \frac{\text{Número de piezas defectuosas por mes}}{\text{Total de piezas producidas por mes}} \times 100$$

Figura 25. % de defectuosos

- Número de piezas defectuosas por mes: cantidad de piezas rechazadas por el cliente o que no cumplen especificaciones técnicas.
- Total de piezas producidas por mes: cantidad de piezas que se producen durante un mes.

6.3. Herramienta ofimática

Indicador de agilización proceso de creación de órdenes de producción (COP): Este indicador busca cuantificar y expresar la disminución de tiempo en que se incurre en crear una orden de compra y solicitud de producción con el uso de la herramienta “*Sistema de Programación y control de la producción*” comparada con la forma tradicional de hacerlo en la cual se introducen los datos manualmente.

Objetivo: Comprobar la eficiencia de la nueva herramienta.

Meta: Alcanzar un porcentaje de disminución del 70%.

Responsable: Practicantes.

Descripción: Para el cálculo del indicador se divide la duración actual respecto a la duración anterior.

$$\% \text{ de disminución de COP} = \left(1 - \frac{\text{Duración actual (herramienta ofimática)}}{\text{Duración inicial (manual)}} \right) \times 100$$

Figura 26. % de Disminución de COP

- Duración actual: Duración del proceso de COP con la herramienta ofimática.
- Duración inicial: Duración del proceso de COP manualmente.

6.4. Distribución de planta

Indicador de disminución en el costo de transporte por unidad: Con este indicador se quiere medir la mejora lograda por reubicación de los puestos de trabajo una vez aplicada la distribución de planta propuesta comparada con la distribución inicial.

Objetivo: Medir la disminución del costo incurrido de transportar una unidad entre los centros de trabajo.

Meta: Alcanzar un porcentaje de disminución del 57%.

Responsable: En la duración del proyecto los encargados de aplicar el indicador son los practicantes y después lo hará el coordinador de producción.

Descripción: Se compara el costo incurrido por el auxiliar en transportar las unidades de producto entre los centros de trabajo de la distribución inicial con las distribuciones planteadas.

$$\% \text{ de disminución} = \left(1 - \frac{\text{costo de la propuesta}}{\text{costo de la situación inicial}} \right) \times 100$$

Figura 27. % de Disminución de costo de transporte.

- Costo de la propuesta: costo incurrido de transportar unidades entre los centros de trabajo al mes con la distribución planteada.
- Costo situación inicial: costo incurrido de transportar unidades entre los centros de trabajo al mes con la distribución actual.

7. Plan de acción para la implementación

7.1 Metodología 5's

Tabla 26.
Plan de implementación 5's.

Actividades	Responsable	Recursos requeridos	Presupuesto	Tiempo estimado
Socialización: Se realiza socialización de la herramienta cinco eses con el personal involucrado en las líneas de canastas ranuradas y sinfines hexagonales.	Practicantes: Federico Noriega y Milena Barajas	Sala de reuniones, Operarios, Personal y de producción, Diapositivas, Computador, Video Beam	Folletos: \$4.800 Tiempo de los 9 operarios y el jefe de producción por valor de: \$32.432,864 (Apróx. treinta y dos mil cuatrocientos treinta y tres pesos)	30 minutos

Clasificación de elementos innecesarios	Personal operativo, practicantes y jefe de planta	Tarjetas rojas Personal	Tarjetas rojas: 5 minutos \$3500
Orden de los puestos de trabajo realizado por los operarios y con apoyo de los practicantes.	Personal operativo	Tableros sombreados para las herramientas Colchones de microporosa Herramientas de uso diario Operarios	Tablero perforado y de pintura. Microporosa: \$54.000 Cajas de madera: \$25.000
Limpieza de la planta	Personal involucrado en el proceso	Escobillas Escobas Trapos o toallas pequeñas Cajas Personal operativo Encargados de producción	Cajas \$1.000 1.5 horas Trapos y toallas \$3.000 Tiempo de los operarios: \$97.300

Anticorrosivo

Establecimiento de horario para el aseo	Federico Noriega y Milena Barajas	Hoja con el horario	\$1.000	20 minutos
Señalización de las diferentes áreas: hablar con la ARL para recibir asesoría sobre la señalización adecuada	Personal SST	Pintura	\$120.000	Por 1 día
Señalización de riesgos	Personal SST	Hojas informativas	Contact metro: \$4.200	15 minutos
Crear la cultura para mantener el orden y aseo en los puestos de trabajo.	Supervisores: Jefe e ingeniero de producción	Formato de cumplimiento Cartelera de reconocimiento	de Impresiones de Impresiones de los grupos: \$800	2 min/semana en la aplicación del formato. 15 min/mes en realización

de Ranking
y cartelera.

Se aplicó una entrevista a los diferentes operarios de las líneas de producción de canastas y sinfines hexagonales para conocer la percepción de los operarios respecto a la situación actual de la planta e identificar posibles mejoras.



Figura 28. Entrevistas y aplicación listas de chequeo.

Con la socialización de la herramienta realizada el 13 de julio se logró motivar a los operarios en la aplicación de la misma y resolver dudas que existían respecto al tema. Además, se abrió un espacio para recibir sugerencias y de esta manera escuchar a los empleados haciéndolos parte del proceso.



Figura 29. Socialización 5's.



Figura 30. Socialización 5's.

Se hizo entrega de un folleto con información sobre 5´s y sus beneficios y el manual de limpieza con el horario que se estableció para orden y aseo. También fueron entregadas las tarjetas rojas para que clasificaran los elementos del puesto de trabajo.

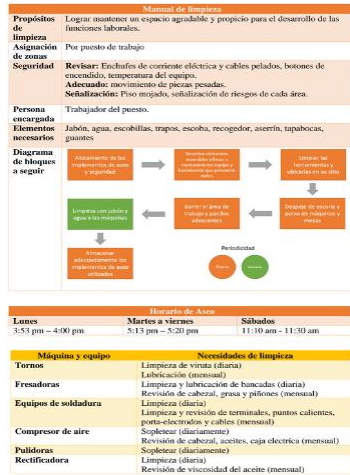


Figura 31. Manual de limpieza y necesidades de limpieza de las máquinas.



Figura 32. Aplicación tarjetas rojas.

La jornada de implementación se llevó a cabo el día sábado 15 de julio. Se hizo entrega de 1 herramintero y 2 broqueros diseñados para almacenar las herramientas con mayor frecuencia de uso.



Figura 33. Broquero Grande.



Figura 34. Tablero



Figura 35. Broquero pequeño.

Se realizó la limpieza de los puestos de trabajo y los pisos de las áreas. Se ordenaron los puestos de trabajo. Se asignó un estante para los diferentes niveles de procesamiento de los sinfines y demás repuestos pequeños de palmiste.



Figura 38. Aseo de pisos.



Figura 37. Estante Antes



Figura 36. Estante-Después.

Se destinó un lugar para ubicar los productos terminados.



Figura 39. Zona de Producto terminado actual.



Figura 40. Zona- Antes.

Se pintaron los dispositivos y las abrazaderas según la clasificación de colores por referencia establecida por la empresa.



Figura 41. Pintando los dispositivos.

Se hizo entrega al ingeniero de producción de una lista con los implementos que hacen falta en los puestos de trabajo.

Para realizar seguimiento a la aplicación 5's y motivar a los operarios para crear cultura se entregan los formatos de cumplimiento y se evalúa cada semana los diferentes puestos de trabajo, esto se hace organizados por parejas a manera de colaboración y competencia.

Tabla 27.

Resultados 1 mes cumplimiento orden y aseo.

Operarios	Consolidado del mes
Jorge C. y Fernando A.	3,50
Daniely Alfredo	3,00
Yefferson y Fernando G.	3,00
Ariel y Jorge V.	2,50
Juan G y Orlando	2,00
Jhon P y Fabio	1,50
Jhon S. y Pinzón	1,00

Nota: El consolidado se da en un rango de 0 a 4, donde 4 indica el mayor cumplimiento.

Queda pendiente:

- Mejoramiento de los herramenteros y compra de herramientas de uso diario y común como lo son los calibradores.
- La señalización de las diferentes áreas ya que en el año en curso ya fueron consumidos los recursos disponibles para la asesoría por parte de la Aseguradora de Riesgos Laborales en otro proyecto (Robot de Metalizado).
- Adecuación de la ventilación y extractores en los puestos de metalizado, pulido y pintura.

7.1.1. Resultados. Se concluye que una vez implementado el programa 5's mejoran los aspectos relacionados con la herramienta, las listas de chequeo aplicadas con su respectivo análisis se encuentran en el Apéndice 28.

A manera general, en cuanto a clasificación sigue existiendo la necesidad de demarcar, retocar y señalar las zonas y los riesgos. En orden, se ha logrado mantener los puestos ordenados ya que al utilizar las herramientas se ubican nuevamente en el puesto, para lo cual fueron de gran ayuda los tableros sombreados y broqueros por lo que se sugiere replicar estos implementos a los demás puestos de trabajo; en la B4 con la nueva ubicación del área de pulido se logró despejar las vías de acceso y se ubicaron en un lugar específico los extintores. En cuanto a limpieza se mantienen los pisos limpios y secos y en lo posible despejados, las mesas, máquinas y equipos son aseados diariamente de acuerdo a sus necesidades y siguiendo el horario y manual de limpieza, lo que aumenta su vida útil. En estandarización se observa que la mayoría de los operarios son conscientes y usan adecuadamente los elementos de protección personal, cuentan con procedimientos seguros de trabajo y procedimientos de evacuación en caso de una emergencia, también mejoró el sistema de iluminación. En cuanto a la disciplina se ha mejorado tanto en el comportamiento como la concentración al momento de realizar la labor y se está dando mayor cumplimiento al programa de mantenimiento.

Tabla 28.

Resultados aplicación 5'S B1 y B2.

Resultados 5'S B1y B2				
	Máximo	Inicial	Actual	% de mejora
Clasificar	100%	79,72%	86,22%	6,50%
Ordenar	100%	80,42%	89,33%	8,92%
Limpiar	100%	72,96%	84,96%	12,00%

Resultados 5'S B1y B2				
Estandarizar	100%	82,67%	89,73%	7,07%
Disciplina	100%	66,67%	78,40%	11,73%
Total		76,49%	85,73%	9,24%

Tabla 29.
Resultados aplicación programa 5's B4.

Resultados 5'S B4				
	Máximo	Inicial	Actual	% de mejora
Clasificar	100%	68,75%	76,39%	7,64%
Ordenar	100%	68,13%	80,42%	12,29%
Limpiar	100%	66,11%	82,33%	16,22%
Estandarizar	100%	51,00%	74,67%	23,67%
Disciplina	100%	56,00%	81,07%	25,07%
Total		62,00%	78,97%	16,98%

Se lograron cambios positivos que se evidencian en mejoras del 9,24% en la bodega 1 y 2 y del 16,98% en la Bodega 4.

Algunas limitaciones en la implementación del programa fueron:

- Se establece la realización de limpieza diaria y orden para mantener los puestos y pisos despejados, sin embargo, algunas veces los directivos no permiten que se lleve a cabo por la necesidad de cumplir con otra tarea.
- Faltó mayor compromiso de los directivos en el proceso, de manera que se involucraran, facilitaran las cosas y lograran motivar a sus empleados.

Con la aplicación del programa se lograron disminuir los tiempos de operación, ya que disminuyó el tiempo invertido en búsqueda de herramientas, se logró ordenar los puestos de trabajo, principalmente donde se ubicaron nuevos herramenteros, se definieron nuevos espacios y se logró mejorar el ambiente laboral ya que los empleados indican se sienten más cómodos para realizar las diferentes operaciones; así mismo se chatarrizó gran parte del material que se encontraba en la B4 obstaculizando los pasillos y limitando la disponibilidad de espacios.

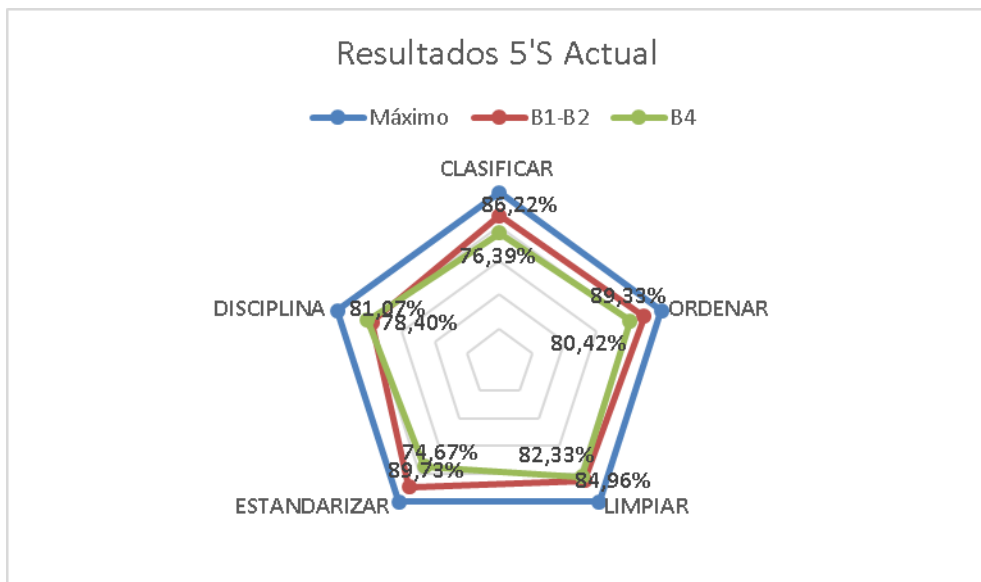


Figura 42. Resultados 5's Actual.

7.2. Estandarización de los procesos

Tabla 30.

Plan de Implementación Estandarización de los procesos.

Actividad	Responsable	Tiempo	Presupuesto
Elaboración del documento: Se recopiló y analizó la	Practicantes: Federico Noriega y Milena Barajas	8 días	Tiempo de los practicantes.

información obtenida por observación y entrevistas a los operarios, al jefe de planta y al ingeniero de producción teniendo en cuenta cada proceso, los métodos de los operarios y la mejor forma de hacerlo.

Entrega de los documentos: se darán a conocer los documentos al sub-gerente, ingeniero de producción y jefe de planta con el fin de que sean revisados, socializados De ser necesario, aplicar mejoras y aprobarlos.	Sub-gerente, jefe de planta e ingeniero de producción	Entrega y socialización con directivos: 20 minutos Análisis de los documentos: 1.5 horas.	Tiempo de los directivos. Impresión de documentos.
--	---	--	---

Socialización de los documentos: una vez aprobados los documentos deberán socializarse con los empleados de manera que todos tengan conocimiento de los	Practicantes	Socialización: 20 minutos por empleado	Tiempo de los operarios \$21.621,909
---	--------------	--	---

procedimientos a seguir para llevar a cabo la labor de forma estandarizada.			
Entrega de documentos a nuevo personal	Recursos Humanos	15 minutos	Valor de la impresión del documento.
Seguimiento a la aplicación de procedimientos establecidos.	Practicantes, jefe de planta e ingeniero de producción	Seguimiento a cargo de practicantes: 1 semana.	Valor del tiempo de los operarios, jefe e ingeniero: \$64.865,728
Mediante visitas a las diferentes bodegas de producción y observación se verificará el seguimiento del método planteado y de ser necesario se resolverán dudas y dará acompañamiento a los operarios.		Seguimiento a cargo de jefe e ingeniero: Durante 15 días, aleatoriamente.	

El manual de método estándar se realizó para las tres referencias de canastas ranuradas y todos los sinfines hexagonales de Palmiste. Este documento se elaboró a lo largo del desarrollo del proyecto contando con el apoyo del ingeniero de producción a quien se le hicieron entregas periódicas en las cuales se realizaron ajustes a la información allí contenida.

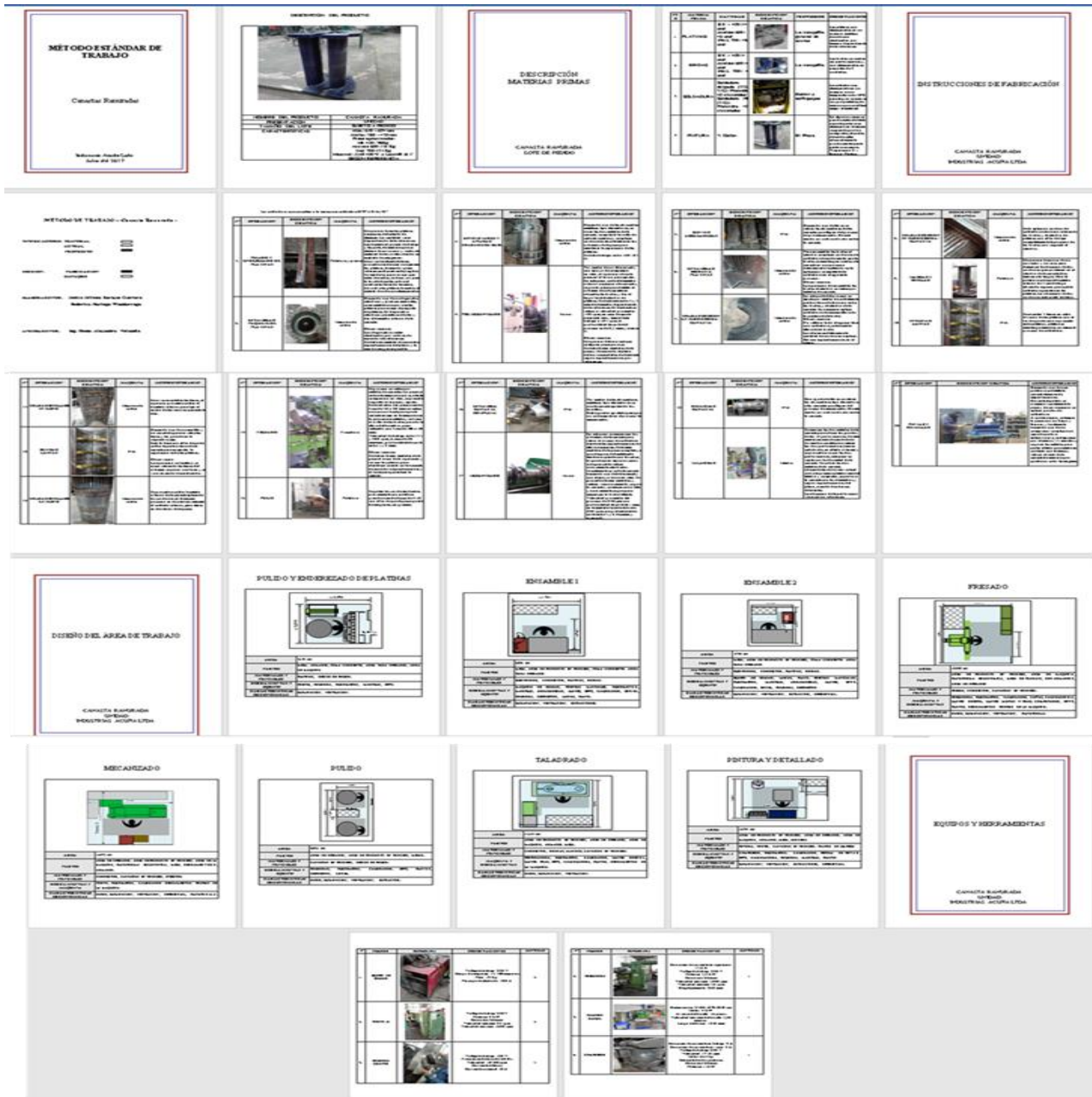


Figura 43. Manual de método estándar-Canastas ranuradas.

En el manual se establece una secuencia de operaciones con información básica necesaria para que el nuevo personal siga el paso a paso del proceso de manera que se garantiza la calidad del producto y se manejen tiempos similares de procesamiento. Ver apéndice 16.

Se definen áreas para cada operación como es el caso del pulido de canastas y el pulido y enderezado de platinas, los cuales anteriormente no tenían un sitio establecido.

Para el proceso de fabricación de las canastas se propuso la utilización de abrazaderas tipo alineadores de tubo, ya que las que se usaban eran muy inestables por tanto había que realizarle ajustes durante las operaciones de mecanizado y pre-mecanizado. Estas abrazaderas son más robustas y ejercen cuatro puntos de apoyo para mantener la canasta armada, lo que da mayor seguridad para el operario pues se disminuye el riesgo de un accidente. Además, a diferencia de las anteriores, estas solo tienen un tornillo de ajuste lo que facilita armar y desarmar las canastas, eliminando un desplazamiento ya que no es necesario trasladar la pieza hasta el área de ensamble, sino que cuando la pieza llega al taladro el mismo operario la puede desarmar, disminuyendo así tiempos de desplazamiento y procesamiento. Esta idea se pudo desarrollar por el apoyo del operario encargado del mecanizado, los planos realizados por el grupo de diseño de Inal y el proceso de ensamble a cargo de un soldador/auxiliar.



Figura 44. Canasta con Abrazaderas nuevas.



Figura 45. Canastas con abrazaderas antiguas.

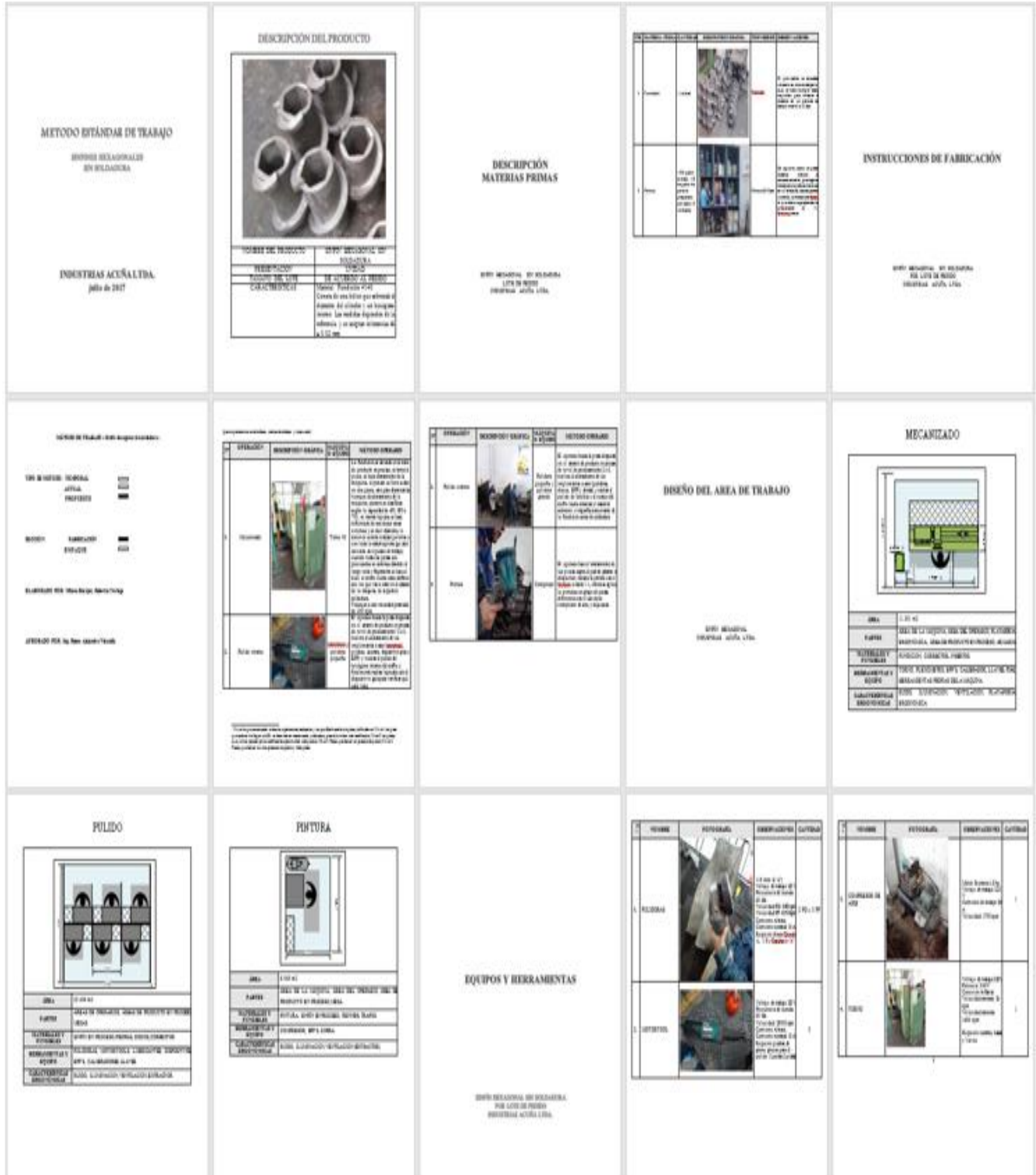


Figura 46. Método estándar de fabricación-Sinfines sin soldadura.

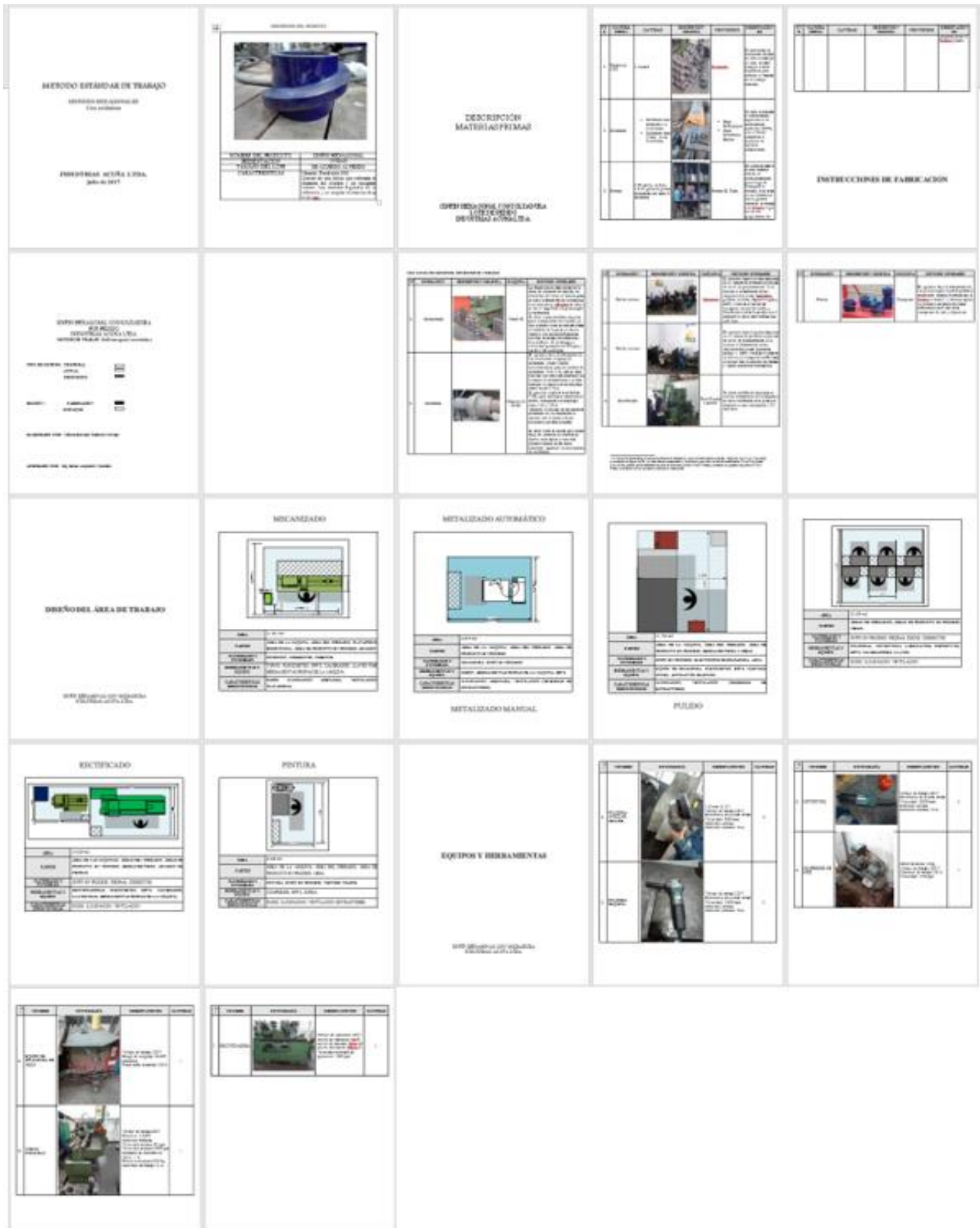


Figura 47. Método estándar-Sinfines hexagonales con soldadura.

En los apéndices 17 y 18 se encuentran los método estándar de los sinfines.

7.2.1 Resultados Una vez aplicadas las mejoras de estandarización de procesos, herramienta 5's y despilfarros nuevamente se toman tiempos de procesamiento de las canastas ranuradas y de los sinfines hexagonales obteniendo los tiempos tipo consignados en la tabla 33 y tabla 40. Ver cálculos en el Apéndice 29.

Tabla 31.

Disminución de tiempos de ajuste por cambios de abrazaderas.

	Abrazadera antigua	Abrazadera nueva	% de disminución
Tiempos de ajuste de Pre – mecanizado	11:42,26	2:41.84	77%
Tiempos de ajuste de Mecanizado	9:40,38	0:35,68	94%

Nota: Unidades en mm:ss,cs por unidad.

Tabla 32.

Costos de ajuste de las abrazaderas.

	Abrazadera antigua	Abrazadera nueva	Disminución
Tiempos de ajuste de Pre – mecanizado	5.922,00	1.364,76	4.557,24
Tiempos de ajuste de Mecanizado	4.894,22	300,88	4.593,33

Nota: Unidades en \$/unidad

En la tabla 30 se evidencia una disminución en ajuste de abrazaderas del 77% para la operación de pre-mecanizado y 94% para el mecanizado lo que representa un ahorro de \$9.150,57/unidad.

En el proceso de producción de sinfines hexagonales se establece que primero sea realizada la operación de pulido interno y luego pulido externo.

Tabla 33.
Estudio de tiempos actual - Canastas ranuradas.

Ciclo	Tiempos tipo		
	HK - 450	Aceites 600	INAL 700
Pulir y enderezar platinas	03:01:35,18	03:17:36,64	03:14:04,14
Armar paquete de platinas	00:54:55,05	01:23:18,85	00:57:34,70
Aplicar soldadura base	01:23:37,11	01:46:11,16	01:47:36,45
Pre mecanizar	03:16:20,49	03:06:22,98	03:18:09,39
Pegar Bridas a cilindro	00:50:04,50	00:52:25,00	00:52:26,26
Soldar exterior Bridas-	01:31:18,48	03:03:40,62	03:09:58,72
Cilindro			
Soldar interior Bridas-	00:33:14,14	00:38:29,53	00:54:13,11
Cilindro			
Marcar y biselar	00:52:48,83	01:32:14,17	01:11:32,98
Insertar laines	01:30:14,42	02:04:07,43	02:10:16,87
Soldar biselado interno	01:34:52,33	01:48:47,60	01:45:10,92
Retirar laines	01:25:34,02	01:35:56,78	01:34:10,57
Soldar biselado externo	02:06:11,52	02:17:39,29	02:51:56,52
Fresar	03:06:28,15	02:53:22,26	02:42:27,62
Pulir canasta	01:33:19,91	01:33:19,91	01:33:19,91
Mecanizar canasta completa	02:36:46,40	03:35:31,84	03:19:41,88
Perforar	01:57:39,04	01:32:45,60	02:08:58,89
Pintura	01:49:46,11	02:06:57,06	01:47:50,70

Nota: Unidades registradas en hh:mm:ss,cs.(horas:minutos:segundos,centésimas de segundo)

Tabla 34.

Disminución en tiempos promedio de procesamiento de canastas.

Disminución - Tiempo de procesamiento				
Referencia	Marzo	Septiembre	% de disminución	Disminución en \$
HK - 450	33:26:53,45	30:04:45,68	10%	156.137
Aceites 600	41:35:32,85	35:08:46,72	15%	74.795
Inal 700	40:32:52,18	35:19:29,63	13%	240.686

Nota: Unidades registradas en hh:mm:ss,cs. .(horas:minutos:segundos,centésimas de segundo)

Se observa una disminución en los tiempos tipo de cada referencia de canastas ranuradas lo cual se sintetiza en la tabla 32, dando como resultado un porcentaje de mejora de 10% para Hk-450, 15% para Aceites 600 y 13% para Inal 700, los tiempos iniciales fueron tomados durante el mes de marzo y el estudio de tiempos después de aplicar mejoras se realizó en septiembre. Esto representa un ahorro total de \$471.618 de las tres unidades.

Tabla 35.

Costo promedio de despilfarros por operación - Canastas Ranuradas.

Costo promedio de despilfarro por referencia				
Proceso	HK - 450	Aceites 600	INAL 700	
Pulir y enderezar platinas	\$ 4.524	\$ 7.861	\$	2.666
Armar paquete de platinas	\$ 1.394	\$ 1.900	\$	3.133
Aplicar soldadura base	\$ 3.367	\$ 3.079	\$	3.868
Pre mecanizar	\$ 5.180	\$ 10.099	\$	6.252
Pegar Bridas a cilindro	\$ 2.423	\$ 1.344	\$	5.610

Soldar exterior Bidas- Cilindro	\$ 2.688	\$ 9.612	\$ 6.275
Soldar interior Bidas- Cilindro	\$ 2.045	\$ 821	\$ 1.327
Marcar y biselar	\$ 2.918	\$ 6.646	\$ 2.754
Insertar laines	\$ 4.330	\$ 4.220	\$ 8.406
Soldar biselado interno	\$ 3.747	\$ 2.787	\$ 3.749
Retirar laines	\$ 3.633	\$ 2.314	\$ 2.048
Soldar biselado externo	\$ 1.349	\$ 11.465	\$ 5.680
Fresar	\$ 4.691	\$ 5.378	\$ 4.312
Pulir canasta	\$ 6.849	\$ 6.849	\$ 6.849
Mecanizar canasta completa	\$ 7.308	\$ 7.754	\$ 4.217
Perforar	\$ 3.157	\$ 2.460	\$ 2.511
Pintura	\$ 1.797	\$ 1.970	\$ 975

Nota: Unidades registradas en pesos \$.

Los despilfarros presentan una disminución del 45% para HK – 450, 33% para Aceites 600 y 61% para INAL 700 lo que representa en términos económicos totales un ahorro de \$202.171 para las tres referencias de canastas ranuradas.

Tabla 36.

Disminución de despilfarros de Canastas Ranuradas.

Costo promedio de despilfarro por referencia

Referencia	Abril	Septiembre	% de disminución	Disminución en \$
HK - 450	\$ 112.239	\$ 61.400	45%	\$ 50.839
Aceites 600	\$ 129.081	\$ 86.561	33%	\$ 42.520
Inal 700	\$ 179.443	\$ 70.631	61%	\$ 108.812

Nota: Unidades registradas en pesos \$.

Tabla 37.

Clasificación de despilfarros- Canastas ranuradas.

Tipo de despilfarro	Marzo			Septiembre		
	HK - 450	Aceites 600	INAL 700	HK - 450	Aceites 600	INAL 700
Hombre	01:33:21,64	01:25:51,65	01:43:52,62	00:55:48,50	01:01:54,45	01:00:31,51
Herramienta, máquina y equipo	00:54:34,95	00:42:52,87	00:47:13,69	00:29:56,92	00:37:38,13	00:23:45,17
Método	00:54:42,00	00:35:21,10	00:51:12,59	00:18:38,10	00:19:34,39	00:15:14,20
Calidad	00:11:40,05	00:54:57,75	01:11:17,73	00:17:24,39	00:36:06,31	00:18:45,42
Seguridad	00:00:00,00	00:00:00,00	00:00:00,00	00:00:00,00	00:05:22,37	00:00:00,00
Administración	00:01:36,28	00:05:11,43	00:04:43,76	00:01:25,14	00:05:02,87	00:02:59,25

Nota: Unidades registradas en hh:mm:ss,cs. (horas:minutos:segundos,centésimas de segundo)

Tabla 38.
Porcentajes de disminución despilfarros.

Tipo de despilfarro	% de disminución		
	HK - 450	Aceites 600	Inal 700
Hombre	40%	28%	42%
Herramienta, máquina y equipo	45%	12%	50%
Método	66%	45%	70%
Calidad	+49%	34%	74%
Seguridad	-	-	-
administración	12%	3%	37%

Se logró una mejora en la mayoría de los despilfarros y en las referencias. El aumento del despilfarro de Calidad en HK- 450 se debe a que, en esta referencia, el operario encargado de pulir y enderezar las platinas tuvo que volver a enderezar algunas platinas dado que no habían quedado con las especificaciones necesarias.

Por otro lado, se nota una disminución del 66% para HK – 450, 45% para Aceites 600 y 70% para Inal 700 en el despilfarro correspondiente al Método. Esto se debe gracias a que los operarios trabajaron con el Método estándar establecido y las nuevas abrazaderas.

- Sinfines hexagonales

En los datos se observa una disminución de los tiempos de procesamiento y despilfarros debido principalmente al cambio del material de la fundición, ya que actualmente es más homogéneo, simétrico y viene con medidas cercanas a las especificaciones.

Tabla 39.
Tiempo tipo sinfines 700#4.

Operación	Tiempo Tipo
Mecanizado	00:13:43,50
Pulido interno	00:35:35,31
Pulido externo y detalle	03:04:10,02

Nota: Unidades registradas en hh:mm:ss,cs. .(horas:minutos:segundos,centésimas de segundo).

Tabla 40.
Comparación tiempos promedio de procesamiento Sinfines 700 #4.

Tiempo Tipo Sinfines hexagonales 700 #4					
Operación	Actual (hh:mm:ss,00)	Inicial (hh:mm:ss,00)	Disminución t (min)	% mejora	Disminución en \$
Mecanizado	00:13:43,50	00:18:12,79	00:04:29,28	24,64%	\$ 1.849
Pulido interno	00:35:35,31	02:42:53,61	02:07:18,30	78,15%	\$ 49.664
Pulido externo y detalle	03:04:10,02	04:10:47,86	01:06:37,84	26,57%	\$ 20.064

Nota: Unidades registradas en hh:mm:ss,cs. .(horas:minutos:segundos,centésimas de segundo).

Con la disminución de los tiempos de procesamiento se logra una disminución promedio del costo de \$71.577 por unidad.

Tabla 41.
Comparación despilfarros-Sinfines 700 #4.

Despilfarros Por pieza (pesos) según Costo por hora				
	Actual	Inicial	% Disminución	Disminución en \$
Mecanizado	\$ 514,67	\$ 700,51	26,53%	\$ 185,84
Pulido interno	\$ 1.887,12	\$ 6.150,82	69,32%	\$ 4.263,69

Pulido externo y detalle	\$ 3.948,54	\$ 10.989,65	64,07%	\$ 7.041,11
Total	\$ 6.350	\$ 17.840,99	64,41%	\$ 11.490,65

La disminución del costo de los despilfarros es de \$11.490,65 por unidad.

Aunque se logró disminuir los tiempos por búsqueda de herramienta, aún se evidencia la necesidad de que cada operario cuente con las herramientas necesarias pues gran parte de los despilfarros se dan por desplazamientos en búsqueda de herramienta o equipo.

El método propuesto para la fabricación de canastas y sinfines se encuentra en el apéndice 30.

Despilfarros 5MQS

Con la aplicación del método estándar, las sugerencias obtenidas de análisis de despilfarros 5mq después de la aplicación de las listas de chequeo del diagnóstico y el apoyo tanto de operarios como del personal encargado de producción, se logra mejorar los resultados respecto a las cifras obtenidas inicialmente. Las listas aplicadas junto con los análisis de la situación actual se encuentran en el Apéndice 31.

Tabla 42.
Resultados 5mq final.

Total despilfarros 5MQS (Final)			
Despilfarro	Máximo	B1 - B2	B4
Personas	100%	79%	79%
Máquinas	100%	92%	84%
Material	100%	91%	98%
Métodos	100%	90%	80%

Total despilfarros 5MQS (Final)			
Despilfarro	Máximo	B1 - B2	B4
Administración	100%	76%	78%
Calidad	100%	88%	90%
Seguridad	100%	87%	80%

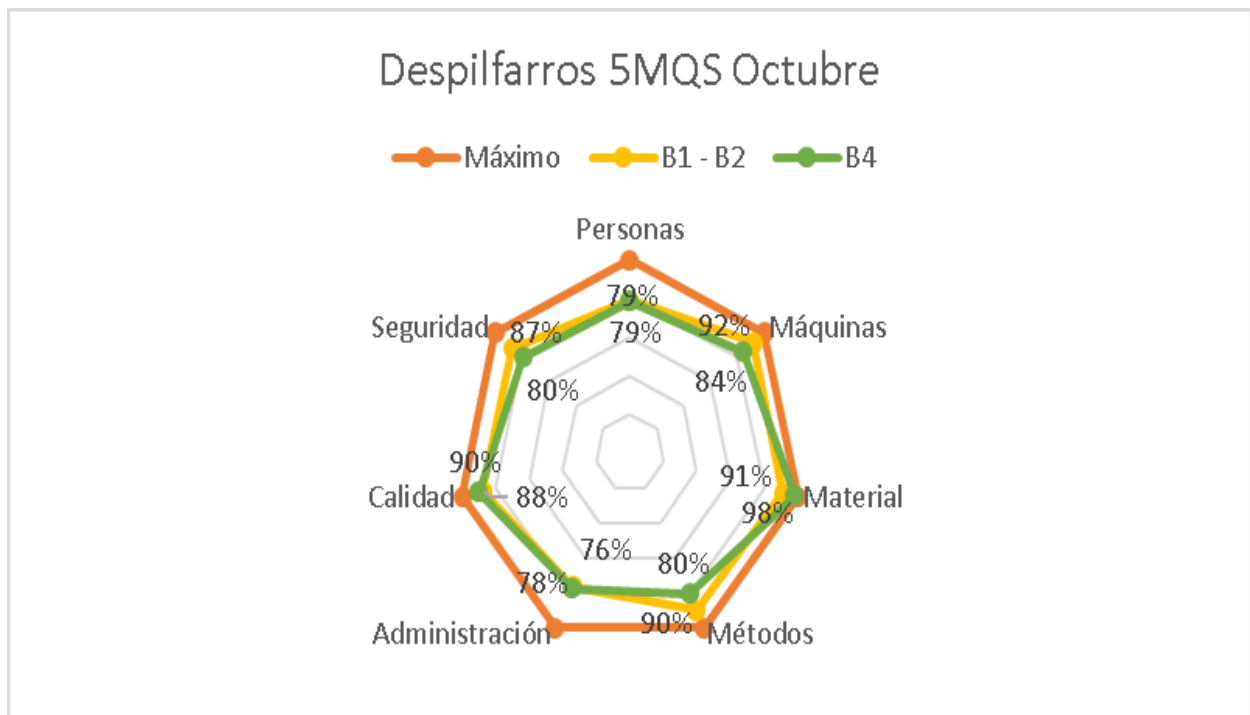


Figura 48. Despilfarros 5MQS final.

A manera general, en el factor relacionado con las personas, aunque se entregaron nuevas herramientas a los operarios lo que hace que disminuyan los desplazamientos por búsqueda de las mismas, se siguen dando debido a la falta de herramientas de medición (calibradores), las búsquedas en el puesto de trabajo disminuyeron porque ha mejorado el orden y ubicación de las mismas.

En el factor relacionado con las máquinas se aumentó el cumplimiento del programa de mantenimiento, por lo que actualmente no hay máquinas en mal estado y solo hay una que no está siendo usada.

En cuanto a materiales, se mejoró la calidad de las fundiciones lo que disminuye los tiempos de procesamiento por pulido y por tanto los costos de las piezas.

El método mejoró ya que ahora se cuenta con un manual de método estándar para la realización de las operaciones de canastas ranuradas y sinfines hexagonales, además, se está capacitando al personal en cuanto a riesgos y primeros auxilios.

Al mejorar la calidad de las materias primas, las condiciones de seguridad para el trabajo como condiciones físicas y procedimientos establecidos, mejora la calidad de producto final disminuyendo así los reprocesos y costos que no agregan valor al producto.

En cuanto a la dirección, se han tomado buenas decisiones que permitieron ponerse al día con las entregas de pedidos, aumentando el cumplimiento a los clientes y por tanto la imagen de la empresa, actualmente se realiza programación por prioridades.

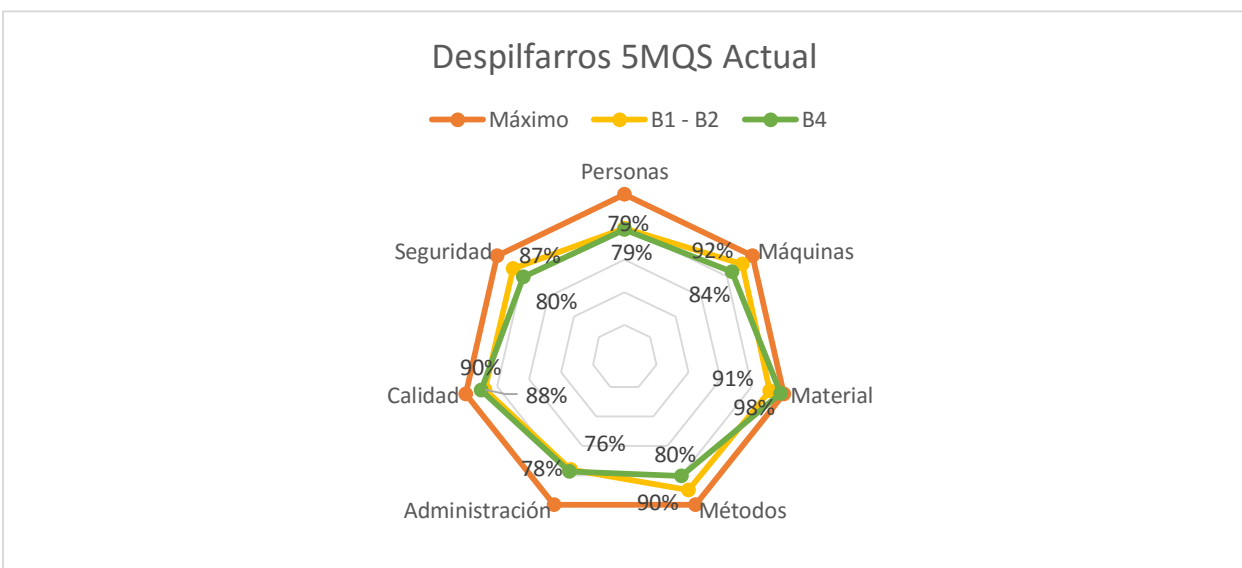


Figura 49. Análisis actual - Despilfarros 5MQS.

Se logra una mejora en las B1 y B2 respecto al análisis inicial de un 11,2% y en la B4 de 17,4%, los resultados para cada factor se muestran a continuación:

Tabla 43.
Resultados 5MQS B1 y B2

Resultados 5MQS B1 y B2			
Despilfarro	Actual	Inicial	% de Mejora
Personas	79,2%	71,6%	7,6%
Máquinas	92,0%	88,6%	3,4%
Material	91,3%	83,4%	7,9%
Métodos	89,9%	74,6%	15,3%
Administración	76,2%	40,4%	35,8%
Calidad	87,7%	80,8%	6,9%
Seguridad	87,2%	85,8%	1,4%
Total	86,2%	75,0%	11,2%

Tabla 44.
Resultados 5MQS B4

Resultados 5MQS B4			
Despilfarro	Actual	Inicial	% de Mejora
Personas	78,5%	63,8%	14,7%
Máquinas	84,1%	74,0%	10,1%
Material	98,2%	88,8%	9,4%
Métodos	80,3%	62,0%	18,3%

Resultados 5MQS B4			
Despilfarro	Actual	Inicial	% de Mejora
Administración	77,6%	53,6%	24,0%
Calidad	90,0%	65,0%	25,0%
Seguridad	79,5%	58,8%	20,7%
Total	84,0%	66,6%	17,4%

Se observa mayor porcentaje de avance en la B4 debido a la reorganización que ha tenido y a que por ser menor la cantidad de operarios ha sido más fácil la implementación de las propuestas y control de los diferentes factores.

7.3. Herramienta ofimática

Tabla 45.
Plan de implementación herramienta ofimática.

Actividad	Responsable	Recursos requeridos	Tiempo estimado
Conocimiento de necesidades del personal a cargo de la realización de órdenes y seguimiento a pedidos.	Practicantes	Computador	2 horas
Reuniones con el ingeniero de producción durante el desarrollo de la herramienta con el fin de mostrar avances y mejorar los aspectos necesarios.	Practicantes	Disponibilidad del ingeniero.	1,5 horas

Actividad	Responsable	Recursos requeridos	Tiempo estimado
Entrega de la herramienta ofimática al ingeniero de producción.	Practicantes	Tiempo del personal.	15 minutos
Socialización de la herramienta con el personal técnico comercial.	Practicantes	Tiempo del personal.	30 minutos
Seguimiento de la herramienta para detectar oportunidades de mejora.	Practicantes e Ingeniero de producción	Tiempo	Acorde a necesidad.

Para la realización de la herramienta ofimática se tomó como guía una solicitud de producción diligenciada y el archivo de programación de la producción INAL con el fin de conocer la estructura del formato y datos consignados en él.

El archivo denominado “*Sistema de Programación y Control de la Producción*” se realizó en Ms Excel con la creación de macros y programación de Visual Basic.

Una vez aprobada por el ingeniero de producción, se socializa con la nueva técnica comercial y se comienza a usar para ponerla a prueba y realizar un seguimiento que permita identificar oportunidades de mejorar la herramienta.

Pasó de utilizar un promedio de 9 minutos para elaborar una orden de producción a utilizar sólo 3 minutos.

7.4. Distribución de planta

Tabla 46.

Plan de implementación Distribución de planta.

Actividades	Responsable	Recursos requeridos	Tiempo estimado	Indicadores de seguimiento
Entrega de propuestas: Socialización	Practicantes: Federico Noriega y Milena Barajas	Documento con desarrollo de la metodología. Disponibilidad de jefe de producción.	30 min	
Análisis de propuestas.	Directivos de la empresa y jefe de producción	Documento SLP	A criterio del responsable.	Comparación de datos de costo de transporte por movimientos de las personas para trasladar piezas entre los diferentes centros de trabajo.
Selección de propuesta y aplicación de la misma.	Directivos de la empresa	Tiempo, disposición de recursos, adecuaciones eléctricas y físicas	2 días laborales	

Implementación de nueva distribución de planta.	Ingeniero de producción	Tiempo, adecuación de espacios (adecuaciones eléctricas, ventilación e iluminación), personal para realizar los movimientos de los equipos y máquinas.	1 mes	Motivación de los operarios. Productividad. Disminución de los despilfarros.
---	-------------------------	--	-------	--

7.4.1 Resultados. Los resultados esperados con las distribuciones propuestas se muestran en la tabla 47.

Tabla 47.

Porcentaje de disminución de costos de transporte al mes por propuesta.

Propuesta	Costo por propuesta	Disminución en costos	% disminución respecto a actual
Inicial	\$ 41.604	-	-
1	\$ 23.212	\$ 18.392	44%
2	\$ 24.372	\$ 17.232	41%
3	\$ 17.888	\$ 23.716	57%
4	\$ 22.769	\$ 18.835	45%
5	\$ 25.656	\$ 15.948	38%

La propuesta que representa más disminución es la Propuesta 3 con un costo menor del 57% respecto a la situación actual.

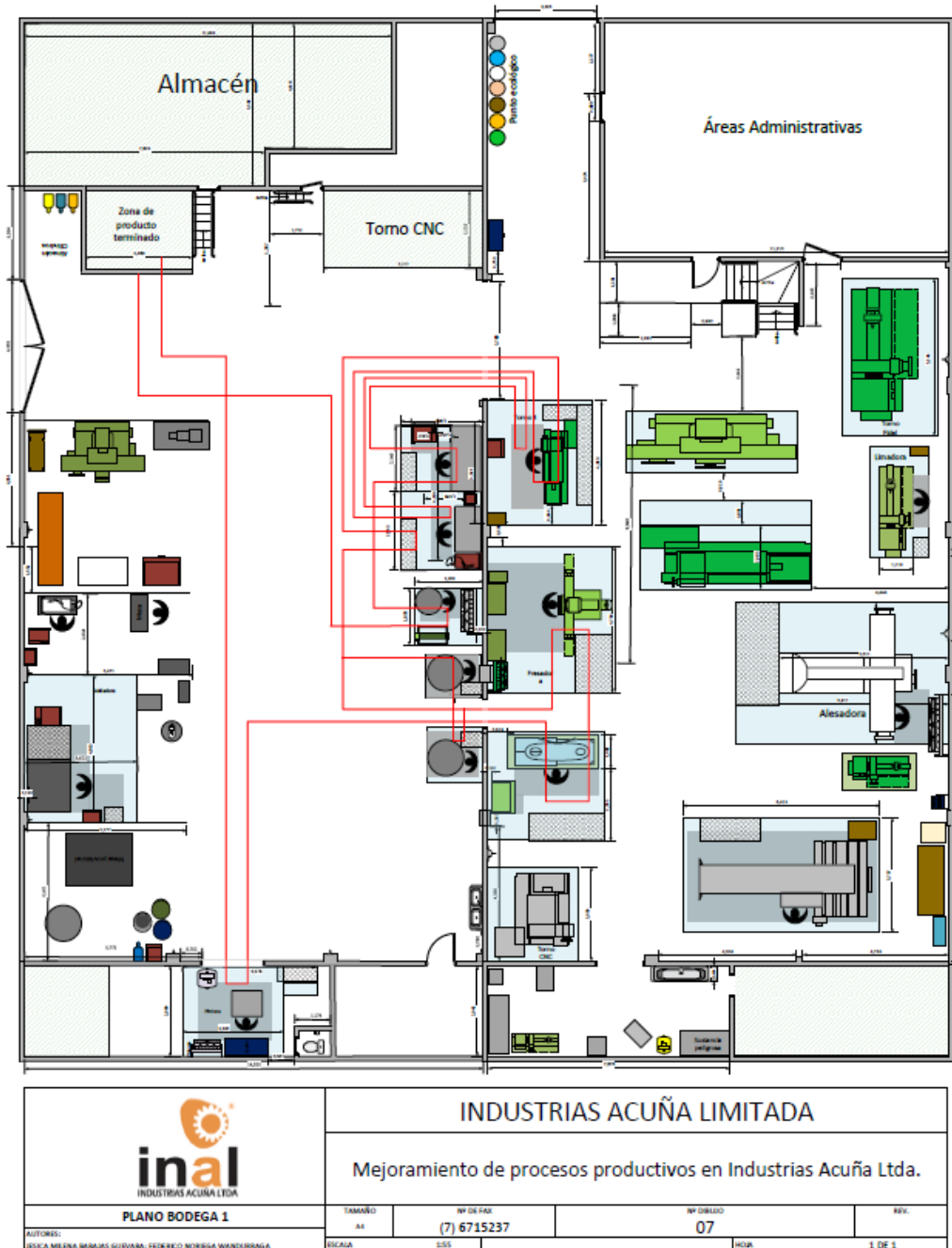
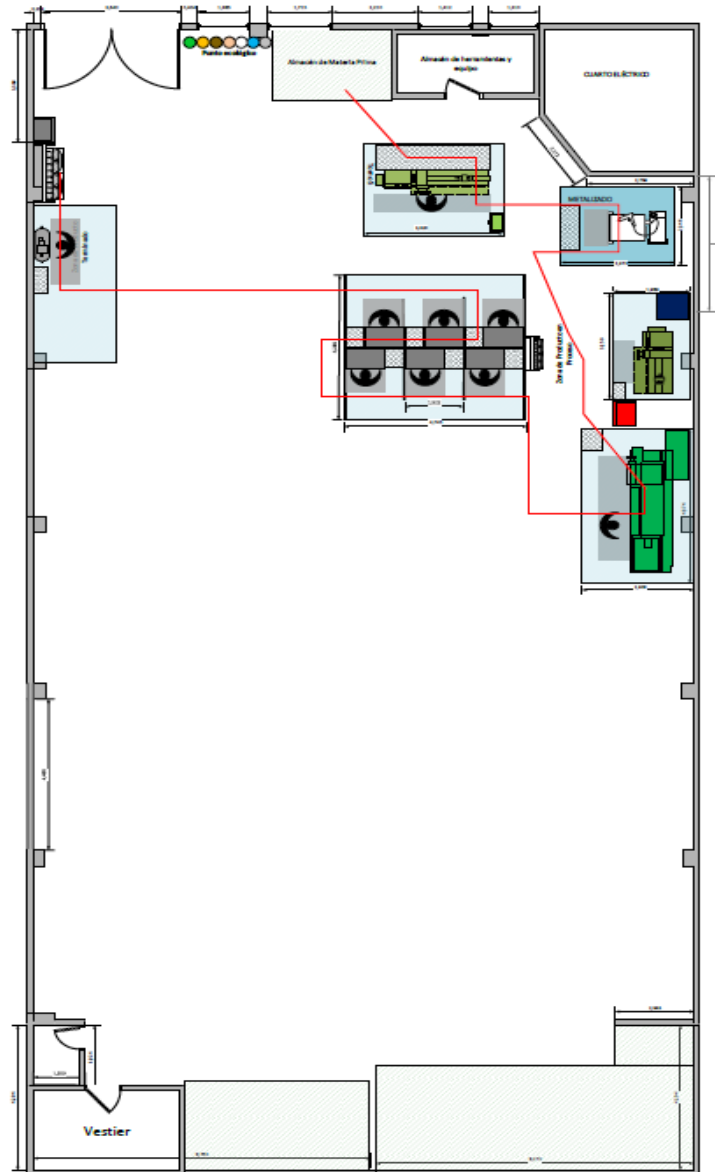


Figura 50. Propuesta 3 – Bodega 1 y 2.

La propuesta 5, aunque no es la que representa mayor disminución (38% respecto a la situación actual), fue planteada debido a la necesidad de establecer en la bodega 4 toda la línea de fabricación de repuestos de palmiste con el fin de mejorar la distribución y disminuir tiempos de transporte de MP y PP. Los cálculos realizados se encuentran en el apéndice 26.



 inal INDUSTRIAS ACUÑA LTDA	INDUSTRIAS ACUÑA LIMITADA			
	Mejoramiento de procesos productivos en Industrias Acuña Ltda.			
BODEGA 4	TAMAÑO A4	Nº DE FAX (7) 6715237	Nº DE DISEÑO 08	REV. 01
AUTORES: LUISA MELBA BARRAS GONZALEZ, FEDERICO NORRIGA WANDURRANGA	ESCALA 1:50		FECHA	1 DE 1

Figura 51. Propuesta 3 – Bodega 4.

Por facilidad de fabricación de los proyectos que la empresa se ha ganado en los últimos meses, se busca habilitar áreas en las bodegas 1, 2 y 4 que tengan fácil acceso y no generen interrupciones en las demás líneas de producción. Para esto, se plantea una distribución de planta que permita disponer de las líneas de producción para repuestos de palmiste en la parte posterior de la bodega 4. La distribución planteada para este caso se encuentra en el apéndice 27.

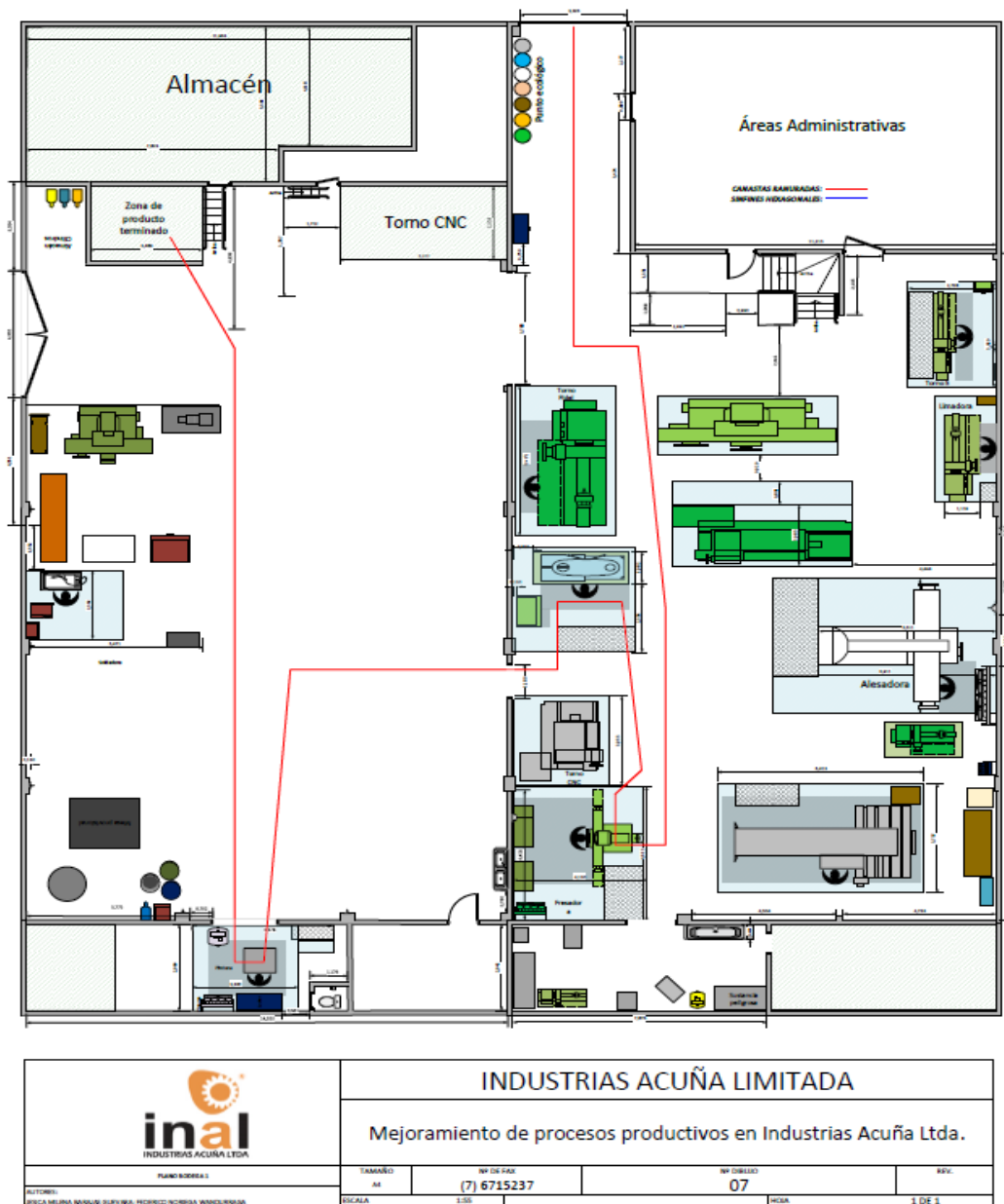
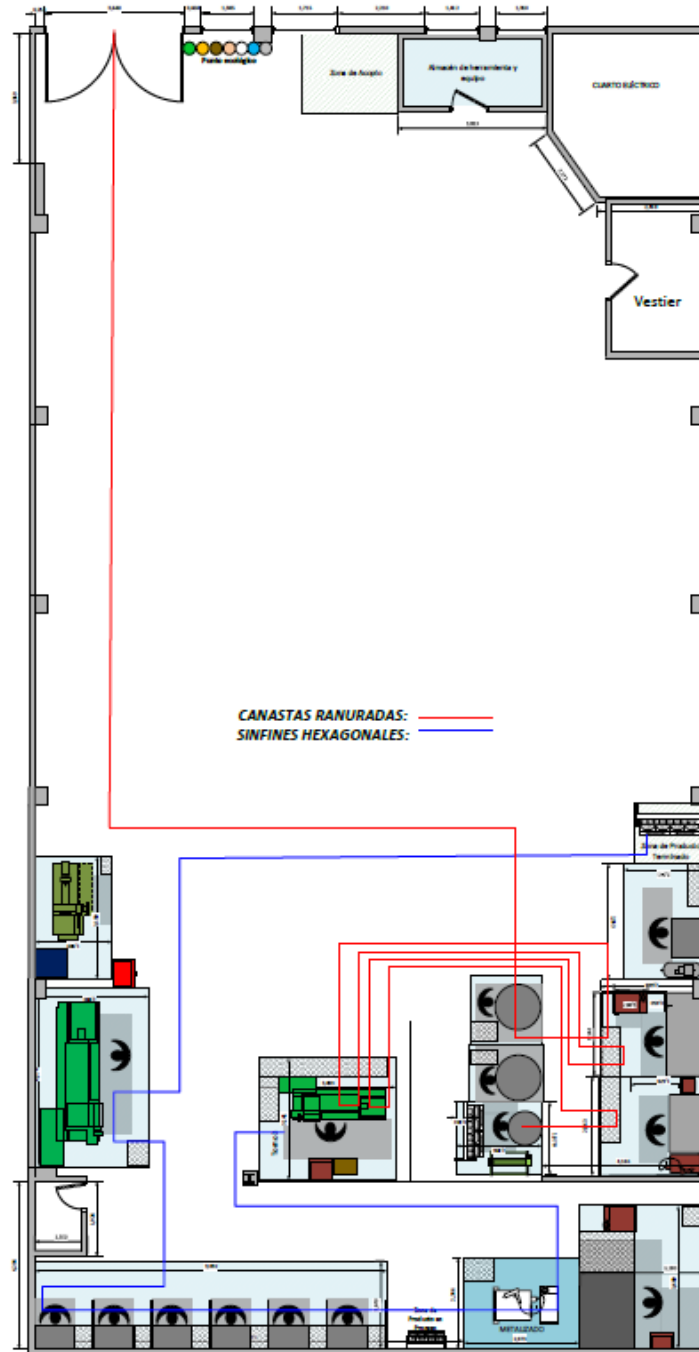


Figura 52. Propuesta 5 – Bodega 1 y 2.



 inal INDUSTRIAS ACUÑA LTDA	INDUSTRIAS ACUÑA LIMITADA			
	Mejoramiento de procesos productivos en Industrias Acuña Ltda.			
BODEGA 4	TAMAÑO	NO DE FOLIOS	NO DE BILLOS	REV.
AUTORES: ESTICA MELBA RAMALLO OLIVERA, FERRICCI NICOLAIA WINKELHANS	AA	(7) 6715237	06	
	ESCALA	1:50	HQA	1 DE 1

Figura 53. Propuesta 5 – Bodega 4.

8. Conclusiones

- Mediante el uso de herramientas cualitativas y cuantitativas en el diagnóstico se lograron identificar oportunidades de mejora en cuanto a metodología 5's, estandarización de procesos, distribución de planta y programación de la producción disminuyendo el porcentaje de pedidos atrasados en un 99.15%.
- Con el estudio de tiempos y la estandarización de los procesos se lograron procedimientos más sencillos y seguros. En el caso de las canastas, se sustituyeron las abrazaderas y se eliminaron los desplazamientos entre los centros de trabajo de mecanizado, ensamble y perforado. Para los sinfines, se estandarizó el método usado para el pulido externo e interno de la pieza.
- La metodología 5's, el análisis de despilfarros y la aplicación de los manuales de método estándar disminuyeron los tiempos de procesamiento de las canastas ranuradas en 12.87% y los despilfarros en 48,05%. En las referencias de sinfines con soldadura se logró disminuir los tiempos de fabricación en un 45,94 % y un 64.41% de despilfarros por unidad, principalmente por asignación de otras tareas, desconocimiento del método y paradas.
- La metodología de distribución sistemática de planta (SLP) fue de gran ayuda ya que permitió encontrar diferentes propuestas teniendo en cuenta factores influyentes y limitaciones prácticas, haciendo un análisis cualitativo de la situación donde se le dio mayor importancia a los centros de trabajo con mayor flujo de producto. Con la mejor propuesta de distribución se logran disminuir los costos de transporte en un 57%.
- Los indicadores de seguimiento permiten controlar y evaluar las mejoras implementadas para identificar posibles falencias y tomar acciones correctivas convirtiéndose en una fuente importante de información.
- Con los logros obtenidos se da avance al proyecto Acelerador de Productividad II que la empresa está desarrollando junto con la cámara de comercio y el Programa de Transformación Productiva (PTP).

9. Recomendaciones

- Continuar con el programa 5's establecido. Como paso inicial, se recomienda la adquisición de las herramientas básicas faltantes, mejorar los prototipos de herramenteros y asesorarse en señalización y riesgos con la ARL.
- Hacer el análisis de costo y riesgo de las propuestas de redistribución de planta con el fin de conocer el costo – beneficio.
- Realizar un pronóstico de la demanda una vez se cuente con información de producción de un año con el objetivo de calcular la capacidad instalada haciendo un mayor aprovechamiento de los recursos.
- Recopilar digitalmente la información de trazabilidad del producto de manera que se pueda incluir en la herramienta ofimática desarrollada facilitando el seguimiento de los indicadores.
- Mejorar el prototipo de abrazaderas desarrolladas de manera que se produzcan más unidades para reemplazar las actuales.
- Desarrollar un manual de procedimientos donde se incluyan todos los productos que se fabriquen actualmente con el fin de facilitar la inducción y capacitación del personal, mejorar el flujo de información a través de las diferentes áreas y elevar la calidad del producto.

Referencias bibliográficas

- De La Fuente, David; Fernández, Isabel (2005). *Distribución de plantas*. Universidad de Oviedo, España. Recuperado de <http://books.google.com.co/books?isbn=8474689902>
- Espinosa, G. (2016). *Análisis y mejoramiento de los procesos productivos en las áreas de pesada menor y pre mezclas en Itacol girón*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.
- Infotep. Manual para la implementación sostenible de las 5's. Santo Domingo, República Dominicana (2010). Recuperado de http://www.infotep.gov.do/pdf_prog_form/manual_5s.pdf
- Hopeman, Richard J. (1976). *Producción: Conceptos, Análisis y Control*. USA: Continental S.A.
- Muther, R. (1965). *Distribución de planta*. Barcelona, España. Editorial Hispano Europea.
- Niebel, Benjamin; Freivalds, Andris (2004). *Ingeniería Industrial. Métodos estándares y diseño del trabajo*. México: Editorial Alfaomega.
- Núñez, Ana; Guitart, Laura; Baraza, Xavier (2015). *Dirección de operaciones: Decisiones tácticas y estratégicas*. España: Editorial UOC. Recuperado de <https://books.google.com.co/books?isbn=8490646635>
- Ortiz Pimiento, N. R. (1999). *Análisis y mejoramiento de los procesos de la empresa*. Bucaramanga, Colombia: Publicaciones UIS.
- Parra Flórez, E. (2017). *Formato de método estándar para procesos de manufactura*. Bucaramanga, Colombia.
- Pinilla, S. M., & Santos Neira, E. S. (2015). *Mejoramiento de los procesos de la empresa Maquinados y Montajes S.A.S*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.

Ruiz, E. T. (2013). *Mejoramiento de los procesos productivos en industrias Lavco Ltda.*
Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.

Ruiz de Arbulo López, Patxi (2007). *La gestión de costes en lean manufacturing: Cómo evaluar las mejoras en costes en un sistema Lean.* España: Editorial Gesbiblo, S. L.

Seguros Sura. Listas de chequeo: Orden y Aseo – ARL Sura. Medellín, Colombia. Recuperado de https://www.arlsura.com/pag_serlinea/sve_dme/docs/herramienta18.xls.

Unidad de gestión de crecimiento empresarial - INNPULSA Colombia (2017). MACROS PRO.
Programa de productividad para Pymes: Reto de Productividad II.

Villaseñor, Alberto; Galindo, Edber (2011). *Sistema 5 s's: guía de implementación.* México:
Limusa.

Villaseñor, Alberto; Galindo, Edber (2007). *Conceptos y reglas de lean manufacturing.* México:
Limusa.