

**PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS
EN INDUSTRIAS CARDIN Y CIA LTDA**

IVI YERALDIN CARDOZO PINEDA



UNIVERSIDAD EL BOSQUE
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
TRABAJO DE GRADO
BOGOTÁ D.C
2019

**PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS
EN INDUSTRIAS CARDIN Y CIA LTDA**

IVI YERALDIN CARDOZO PINEDA

DIRECTOR

CARLOS ALBERTO GONZALEZ CAMARGO

UNIVERSIDAD EL BOSQUE

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO DE GRADO

BOGOTÁ D.C

2019

Agradecimiento

Agradezco a mi director Carlos Alberto Gonzalez Camargo y la profesora Emilsy Rosio Medina por la colaboración durante el desarrollo del presente trabajo, a mi familia, a la Universidad el Bosque y a la empresa Industrias Cardin y Cia Ltda por permitir el desarrollo de este proyecto.

Tabla de Contenido

	Pág.
RESUMEN	XVIII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I	2
1 CONTEXTO DEL PROBLEMA	2
1.1 Planteamiento del problema	2
1.2 Pregunta de investigación.....	3
1.3 Justificación	3
1.4 Objetivos	4
1.4.1 Objetivo general.....	4
1.4.2 Objetivos específicos.	4
1.5 Alcance	4
1.6 Metodología	4
Capítulo II	7
2 MARCO DE REFERENCIA.....	7
2.1 Marco conceptual.....	7
2.1.1 Procesos.	7
2.1.2 Productividad.	7

2.1.3	Organización.....	8
2.1.4	Tiempo de producción.....	8
2.1.5	Optimización.....	8
2.2	Marco teórico	9
2.2.1	Ciclo de mejora continua PHVA.....	9
2.2.2	Indicadores asociados a la productividad.....	10
2.2.3	Eficiencia.....	10
2.2.4	Eficacia.....	11
2.2.5	Producción.....	11
2.2.6	Mejora de procesos.....	12
2.2.7	Análisis de procesos.....	12
2.2.8	<i>Layout</i>	13
2.2.9	Herramientas de análisis y mejoramiento.....	13
2.3	Antecedentes.....	18
2.4	Marco legal	21
3	Diagnóstico de la situación actual.....	22
3.1	Generalidades de la empresa	22
3.1.1	Visión.....	23
3.1.2	Valores corporativos.....	23
3.1.3	Organigrama.....	23
3.1.4	FODA.....	24
3.1.5	Ubicación.....	25

3.1.6	Productos.....	25
3.1.7	Proveedores.....	29
3.1.8	Principal Materia Prima.	31
3.1.9	Competidores.	31
3.1.10	Maquinaria y herramientas.	31
3.2	Descripción proceso productivo.....	36
3.2.1	Mapa de procesos.....	36
3.2.2	Descripción del área objetivo de estudio.	38
3.2.3	Descripción general de los procesos productivos.	38
3.2.4	Fortalezas y debilidades del área de producción.....	45
3.2.5	Análisis del proceso diagrama de operaciones.	47
3.3	Análisis del diagnóstico.....	47
3.3.1	Diagrama causa – efecto.	48
3.4	Distribución de planta actual.....	52
3.5	Estudio de tiempos	58
3.5.1	Fase de cuerpo de marmita	59
3.5.2	Fase base de batidor	60
3.5.3	Fase de batido	61
3.5.4	Fase del quemador	62
3.5.5	Fase de tapa.....	63
3.5.6	Fase ensamble completo de producto	64
3.6	Análisis de hallazgos	66

3.6.1	Hallazgos.....	67
	Propuesta de solución.....	76
3.7	Descripción de la propuesta	76
3.8	Diseño de la propuesta.....	77
3.8.1	Reubicación de áreas de la empresa.....	77
3.8.2	Plano general de la solución propuesta	82
3.8.3	Mejora de los procesos.....	83
3.8.4	Propuesta de mejora - acondicionamiento de estaciones.....	97
3.8.5	Plan estratégico de mejoramiento de la productividad.	101
3.8.6	Plan de implementación – cronograma.....	105
	Análisis costo beneficio	107
3.9	Cálculo de los costos.....	107
3.9.1	Análisis Costo por unidad producida.....	107
3.9.2	Análisis costo por tabla de herramientas	108
3.9.3	Beneficio por costo de producción	108
3.9.4	Beneficio por nuevas unidades producidas.....	109
3.9.5	Beneficio por reducción tiempos en búsqueda herramientas.....	110
3.10	Costo-beneficio	111
3.10.1	Costo-beneficio nueva propuesta en la planta	111
3.10.2	Costo-beneficio nueva distribución	111
3.10.3	Costo beneficio adquisición tablas de herramientas	113
3.10.4	Costo beneficio propuesta total.....	113

Conclusiones.....	114
4 Recomendaciones	117
Referencias	118

Índice de Tablas

	Pág.
Tabla 1 Marco legal.....	21
<i>Tabla 2 Resumen de ventas. Año 2017.....</i>	<i>26</i>
Tabla 3 Identificación del producto de mayor ingreso Año 2017	26
Tabla 4 Principales proveedores de Industrias Cardín & Cia Ltda para materiales de Marmita Industrial	30
Tabla 5 Recorrido actual del proceso de una Marmita Industrial	56
Tabla 6 Resumen de Recorrido actual del proceso de una Marmita Industrial.....	57
Tabla 7 Tiempos productivos e improductivos actuales	58
Tabla 8 Resumen de tiempos en el proceso para cuerpo cilíndrico de la marmita	59
<i>Tabla 9 Resumen de tiempos en el proceso para base del agitador de la marmita.....</i>	<i>60</i>
<i>Tabla 10 Tiempos para batidor de la marmita</i>	<i>61</i>
Tabla 11 Resumen de tiempos en el proceso para quemador de la marmita.....	62
Tabla 12 Resumen de tiempos en el proceso para tapa de la marmita	63
Tabla 13 Resumen de tiempos en el proceso para ensamble de la marmita	64
Tabla 14 Tiempos productivos totales Vs improductivos totales.....	65
Tabla 15 Resumen comparación de causales	67
Tabla 16 Tabulación resumen de comparación de causales.....	68
Tabla 17 Tiempos actuales en la producción de una marmita	70
Tabla 18 Tiempos productivos actuales en la producción de una marmita.....	70
Tabla 19 ventas Año 2017- Marmita industrial.....	72
Tabla 20 Costos de factores de producción 2017- Marmita industrial.....	72

Tabla 21 ventas Año 2018- Marmita industrial.....	72
Tabla 22 Costos de factores de producción 2018- Marmita industrial.....	72
Tabla 23. Indicador de productividad de materia prima	74
Tabla 24 indicador de productividad de Mano de Obra	74
Tabla 25 Clasificación de proximidad-diagrama de relaciones	77
Tabla 26 Alternativa seleccionada Relaciones adyacencias-Diagrama de relaciones	79
Tabla 27 Cálculo de la TCR-Alternativa seleccionada 3	79
Tabla 28 Evaluación por adyacencias alternativa 3	80
Tabla 29 porcentaje de valoración de tiempos de proceso actual vs propuesto	87
Tabla 30 Comparativo distancias de transportes actuales y propuestas	89
Tabla 31 Comparativo tiempos de transporte.....	90
Tabla 32 Tiempos actividades base, batidor y quemador separados.....	90
Tabla 33 Tiempos actividades base, batidor y quemador propuesto.....	91
Tabla 34 Tiempos actividades cuerpo actual y propuesta.....	92
Tabla 35 Tiempos actividades tapa actual y propuesta	93
Tabla 36 Tiempos actividades ensamble actual y propuesta.....	94
Tabla 38 costo día de trabajador.....	108
Tabla 39 Utilidades brutas.....	109
Tabla 40 Costo –beneficio nueva distribución	111
Tabla 41 Aumento de ingresos por día.....	112
Tabla 42 Recuperación inversión en nueva distribución.....	112
Tabla 43 Recuperación inversión adquisición tabla herramientas	113

Tabla 44 Recuperación inversión propuesta total	113
---	-----

Índice de Figuras

	Pág.
<i>Figura 1 Metodología de trabajo.....</i>	6
<i>Figura 2 Diagrama de ciclo PHVA.....</i>	10
<i>Figura 3 Esquema para la mejora de procesos enfocado en Harrington 1993.....</i>	12
<i>Figura 4 tipos de Distribución de planta.</i>	13
<i>Figura 5 Ejemplo análisis de Pareto</i>	14
<i>Figura 6 Modelo Ishikawa.</i>	15
<i>Figura 7 Simbología del diagrama de proceso de operación.....</i>	16
<i>Figura 8 Logo de la empresa..</i>	22
<i>Figura 9 Organigrama de la empresa.</i>	24
<i>Figura 10 Matriz FODA de la empresa Industrias Cardín.....</i>	24
<i>Figura 11. Ubicación de Industrias Cardin, Colombia</i>	25
<i>Figura 12. Pareto del producto de mayores ingresos. Año 2017.</i>	27
<i>Figura 13 Tipos de Marmita industrial en Industrias Cardín & Cia Ltda.</i>	27
<i>Figura 14 Selección de proveedores.</i>	29
<i>Figura 15 Materia prima- Lamina acero inoxidable 304.....</i>	31
<i>Figura 16 Torno paralelo.....</i>	33

<i>Figura 17 plano actual de planta en Industrias Cardín.</i>	<i>35</i>
<i>Figura 18 Etapas del proceso productivo.</i>	<i>37</i>
<i>Figura 19 Fortalezas y debilidades del área de producción</i>	<i>45</i>
<i>Figura 20 Diagrama combinado de proceso de Marmita industrial- sin tiempos.</i>	<i>46</i>
<i>Figura 21 Diagrama causa-efecto de factores que afectan la productividad en procesos de producción de industriales en Industrias Cardín & Cia Ltda..</i>	<i>48</i>
<i>Figura 22 Inadecuada ubicación y orden de herramientas de trabajo</i>	<i>50</i>
<i>Figura 23 Desorden en diferentes áreas de trabajo</i>	<i>50</i>
<i>Figura 24 Obstrucción de paso peatonal.....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 25 Objetos ajenos a labor en área de trabajo.....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 26 Área dispuesta como almacén con espacio reducido.....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 27 Equipos sin uso en planta.....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 28 Mal almacenamiento de material para empacado de productos.....</i>	<i>52</i>
<i>Figura 29 Mala disposición de área de chatarra</i>	<i>52</i>
<i>Figura 30 Diagrama de Recorrido Actual. Marmita industrial</i>	<i>55</i>
<i>Figura 31 Resumen de Recorrido actual del proceso de una Marmita Industrial.</i>	<i>57</i>
<i>Figura 32 Diagrama de operaciones para cuerpo de marmita.</i>	<i>59</i>
<i>Figura 33 Diagrama de operaciones para base del agitador de la marmita.</i>	<i>60</i>
<i>Figura 34 Diagrama de proceso de flujo para batidor de la marmita.</i>	<i>61</i>
<i>Figura 35 Diagrama de operaciones para quemador de la marmita.</i>	<i>62</i>
<i>Figura 36 Diagrama de operaciones para tapa de la marmita.</i>	<i>63</i>
<i>Figura 37 Diagrama de operaciones para ensamble de la marmita.</i>	<i>64</i>
<i>Figura 38 Gráfico de tiempos productivos Vs tiempos improductivos.....</i>	<i>65</i>

<i>Figura 39 Diagrama Pareto- tiempos improductivos proceso Marmita.</i>	<i>66</i>
<i>Figura 40 Diagrama Pareto-priorización de causales.</i>	<i>69</i>
<i>Figura 41 Productividad actual de Marmita industrial 2017.....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 42 Productividad actual de Marmita industrial 2018.....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 43 Problemas proceso producción con posibles soluciones.</i>	<i>76</i>
<i>Figura 44 Identificación de elementos dentro de la planta.</i>	<i>78</i>
<i>Figura 45 Identificación de áreas dentro de la planta.</i>	<i>78</i>
<i>Figura 46 Resultados Corelap Alternativa 3.</i>	<i>80</i>
<i>Figura 47 Propuesta de mejora de planta – plano reubicación de área</i>	<i>82</i>
<i>Figura 48 Diagrama de operaciones propuesto cuerpo – Marmita.</i>	<i>84</i>
<i>Figura 49 Diagrama de operaciones propuesto-Base, Batidor y Quemador – Marmita.</i>	<i>85</i>
<i>Figura 50 Diagrama de operaciones propuesto tapa-marmita.</i>	<i>86</i>
<i>Figura 51 Diagrama de operaciones propuesto ensamble-marmita.</i>	<i>87</i>
<i>Figura 52 comparación de tiempos de proceso actuales vs propuestos</i>	<i>88</i>
<i>Figura 53 Tiempos productivos Vs tiempos improductivos</i>	<i>88</i>
<i>Figura 54 tablero de herramientas -pequeño</i>	<i>99</i>
<i>Figura 55 tablero de herramientas -grande.....</i>	<i>100</i>
<i>Figura 56 Código de colores para disposición de residuos.</i>	<i>101</i>
<i>Figura 57 plan de implementación – cronograma.....</i>	<i>106</i>
<i>Figura 58 Relación costos beneficios en siete días.....</i>	<i>112</i>

Índice de Anexos

Anexo A. Línea de productos de la empresa.....	122
Anexo B. Listado de productos – competidores	123
Anexo C. Equipos, máquinas y herramientas más usadas	124
Anexo D Diagrama de proceso general para productos de estudio. <i>Fuente:</i> <i>Construcción del autor</i>	125
Anexo E Diagrama de flujo proceso de Diseño actual- marmita <i>Fuente: Construcción del autor</i>	126
Anexo F Tabla tiempos de operación de marmita	127
Anexo G Diagrama de operación de proceso actual con tiempos	130
Anexo H Tabla Priorización de tiempos improductivos detectados	131
Anexo I Tabla encuesta realizada	132
Anexo J Resultados de la encuesta	132
Anexo K Tabla comparación de causales	135
Anexo L Descripción de alternativa elegida para el plano propuesto	136
Anexo M <i>Diagrama de flujo proceso de Diseño Propuesto</i>	141
Anexo N Formatos – inventario y solicitud de compra	142

Resumen

El siguiente estudio tiene como objetivo realizar una propuesta de mejoramiento de los procesos de producción para incrementar la productividad en Industrias Cardin & Cia Ltda, empresa dedicada a la fabricación y comercialización de equipos para procesamiento de alimentos. La metodología inicio con un diagnóstico de la situación actual, permitiendo conocer el funcionamiento de los procesos productivos y realizar el análisis de la línea de Marmitas Industriales, siendo el producto de mayor ingreso anual del 2017 con un 37.40%, y siendo el caso más complejo según su fabricación. Se encontraron problemas durante el proceso de fabricación como la falta de control en procesos productivos, procesos no estandarizados, falta de tiempos estándares de operación, como también problemas de orden y aseo en las áreas de trabajo y obstrucción de paso peatonal. Posteriormente se proponen acciones encaminadas a la mejora mediante la aplicación de un estudio de tiempos y métodos con el fin de estandarizar los procesos productivos e implementar mejoras. Se realizó un plan de acción para determinar y asignar tareas para un cambio positivo en la productividad de la empresa, finalmente se analiza el aumento de la productividad y el beneficio y costo de la propuesta de mejora.

Palabras Clave: Procesos, Producción, Productividad, Mejora continua.

Introducción.

La humanidad, gracias a sus esfuerzos, ha logrado evolucionar a lo largo de la historia. Dicha evolución ha conllevado a la administración de toda su existencia. De esta manera, el desarrollo de nuevos mercados en la industria y la alta competencia existente hace necesaria la búsqueda de soluciones que permitan mantenerse en un nivel de mercado estable, requiriendo procesos que dominen las exigencias del mercado.

Debido a los grandes retos que se han planteado las empresas para ser más competitivas, la dinámica de la industria se ha tornado cada vez más compleja y especializada, con mayores exigencias en el control de los procesos, mayor velocidad del cambio, mayores avances tecnológicos, además de las condiciones financieras y socioeconómicas del país, todo esto es clave para la implementación de nuevos enfoques para la estructuración de la organización y mayor control en los diferentes procesos con los clientes.

Por lo anterior, las empresas están en obligación de revisar constantemente sus procesos, determinando los cambios que requieran mediante algunas herramientas organizacionales que permitan ordenar todo para mayor control. El levantamiento y descripción de los procesos es una forma de representar la realidad de la manera más exacta posible, a partir de la identificación de las actividades y tareas que se realicen en un proceso para el logro de un resultado o producto.

Este es un elemento clave del trabajo, a partir de este se puede visualizar lo que se hace y como se hace, aplicando análisis y cambios orientados a la mejora de resultados, teniendo como resultado final una mejora en productividad.

En el **capítulo I**, de este trabajo se presenta el contexto del problema que incluye su planteamiento y los objetivos a alcanzar, en el **capítulo II**, se muestra el marco referencial que da soporte a la presente investigación. En el **capítulo III** se describe el diagnóstico de la situación actual, y generalidades de la empresa, que incluye el sector al que pertenece y la descripción de sus procesos. En el **capítulo IV** se describe el desarrollo de la propuesta de mejoramiento de los procesos productivos, desarrollados con base en la identificación de problemas como factor crítico y aplicación de herramientas de ingeniería tales como Diagrama de Ishikawa, Análisis de Pareto, Diagrama de flujo, Estudio de tiempos, Diagrama de Recorrido, entre otras. En el capítulo **V** se analiza la relación beneficio-costos del proyecto y por último en el **capítulo VI** se plantean las conclusiones y recomendaciones como resultado del estudio.

Capítulo I

1 Contexto del problema

El sector de la industria metalmecánica es de gran importancia a nivel mundial, es fuente proveedora de maquinaria y equipos para diferentes sectores industriales. En Colombia representa cerca del 7% del PIB industrial según informa la revista Dinero en 2017, y además es generadora de 40,000 empleos directos e indirectos.

Industrias Cardín & Cia Ltda, creada desde 1988, es una empresa familiar perteneciente al sector metalmecánico, que se enfoca en la fabricación y comercialización de maquinaria industrial construida en acero inoxidable para el proceso de alimentos, brindando soluciones eficientes a diferentes establecimientos de la industria gastronómica como restaurantes, colegios, casinos, hoteles entre otros, con maquinaria como: despulpadoras, marmitas, licuadoras industriales, cuartos fríos, máquinas de helados, peladoras de papas, envasadoras, y otros, cuenta con una planta y punto de venta en la localidad de Engativá.

1.1 Planteamiento del problema

Actualmente presenta problemas en sus procesos productivos afectando su productividad, encontrando que la mayoría de los procesos desarrollados no están correctamente establecidos.

La empresa actualmente ofrece 42 productos de maquinaria industrial, de los cuales fabrica el 62% y terceriza el 38%, esta tercerización se da ya que la planta no cuenta con la suficiente capacidad productiva, el espacio y la maquinaria necesaria para fabricar dichos productos, pero la mayor razón manifestada por el Gerente General, es la variable de costo, ya que el *outsourcing* o tercerización permite reducir inversiones para la adquisición de activos, reduciendo tiempos y costos de implementación de nuevos desarrollos.

En el año 2017 la empresa registró 17 ventas de diferentes productos, de los cuales 12 son fabricados por la empresa. Al hacer el análisis de los procesos de producción, se encontró que están definidos empíricamente y solo existe un correcto cumplimiento de dos de los procesos, equivalente al 17%. Los operarios y el ingeniero encargado de la producción saben empíricamente como hacer la producción, pero carecen de documentación. El no tener un proceso definido influye en los tiempos y desarrollo de producción afectando la productividad, más aún cuando ingresa personal nuevo a la empresa. Realizando el cálculo promedio de la productividad para el año 2017,

se obtuvo un valor de 1.94 y para el 2018 un valor de 1.55, lo cual permite concluir que la productividad para la fabricación del producto analizado se ha visto afectada, principalmente por la falta de procesos definidos que afectan los tiempos de producción. Otros problemas observados es que existe maquinaria en planta que no está en uso y residuos sin clasificar en espacios inadecuados, obstruyendo el tránsito del personal y materiales.

1.2 Pregunta de investigación

¿Cómo mejorar los procesos productivos en Industrias Cardin & Cia Ltda con el fin de incrementar su productividad?

1.3 Justificación

En el país el sector de la economía metalmecánica, ha presentado un crecimiento en el consumo de productos laminados, aumentando en un 49% en los últimos 4 años según lo informa ProColombia 2014, lo que traduce que el sector está en constante desarrollo y es de gran importancia ser más competente con el mercado, para una mayor participación y dominio de este.

La empresa Industrias Cardin & Cia Ltda ha logrado mantenerse durante 30 años en el mercado, pero requiere mejorar sus procesos productivos para incrementar su productividad y así responder a los requerimientos de sus clientes oportunamente. Por ello se presenta este proyecto que tiene como finalidad realizar una propuesta para mejorar los procesos productivos en la empresa, aplicando herramientas de ingeniería industrial y el conocimiento en mejoras hacia la productividad.

Para el desarrollo del proyecto y lograr los objetivos propuestos se hará uso de técnicas como la observación directa, diagramas de flujo de procesos y métodos de trabajo, levantamiento de planos, estudios de tiempos para llegar a una propuesta acorde con las necesidades de la empresa en pro de mejorar su productividad operativa.

El proyecto tendrá varias etapas, la etapa de diagnóstico bajo un análisis inicial, para profundizar en las causas de la problemática existente, posteriormente la etapa de solución donde se propondrán acciones que permitan mejorar los procesos productivos de la empresa, se propondrá el plan de implementación de las soluciones propuesta, el análisis del incremento esperado de la productividad y para finalizar se realizará el análisis de los beneficios y costos.

Con el proyecto, tanto estudiante como personal que compone la empresa, están interesados en contribuir a Industrias Cardin & Cia Ltda., a sentar bases para el mejoramiento de los procesos

y así afianzar conocimientos adquiridos en sus vidas académicas y laborales en el campo de la productividad.

Al cumplir con los objetivos del proyecto, se permite fortalecer la productividad de la empresa, mediante el mejoramiento de los procesos, permitiendo desarrollar ventajas competitivas a la empresa frente a sus competidores.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general.

Elaborar una propuesta para el mejoramiento de los procesos productivos en Industrias Cardin & Cia Ltda, para el incremento de su productividad.

1.4.2 Objetivos específicos.

- Realizar un diagnóstico de los procesos productivos y su productividad en Industrias Cardin & Cia Ltda.
- Proponer acciones que permitan el mejoramiento de los procesos productivos en la empresa Industrias Cardin & Cia Ltda.
- Determinar el plan de implementación de las acciones propuestas
- Establecer los beneficios y costos de la propuesta.

1.5 Alcance

El alcance del proyecto será hasta finalizar un plan de acción para la mejora de procesos productivos con el propósito de incrementar la productividad en la empresa Industrias Cardin & Cia Ltda. Su implementación correrá por parte de la empresa.

1.6 Metodología

El proyecto es de enfoque mixto, es decir, cualitativo y cuantitativo, ya que en el diagnóstico se describe, pero en la propuesta de solución se utilizan herramientas estadísticas y matemáticas para la obtención de análisis y resultados precisos. En este sentido la investigación es de tipo correlacional porque la variable productividad depende del mejoramiento de los procesos mediante otras variables como el tiempo.

El proyecto se divide en cuatro etapas principales, diagnóstico, propuesta de acciones para mejorar los procesos, determinación del plan de mejora de los procesos, establecer el beneficio costo de la propuesta. En estas etapas se describirán los procesos en el área de producción haciendo uso de herramientas ingenieriles y observaciones o medidas tomadas en el área.

Solo se generarán propuesta para el mejoramiento de los procesos productivos de la empresa Industrias Cardin & Cia Ltda, estando restringida la parte física, económica y tecnológica ya que es la empresa la encargada de implementar la propuesta dada a dicho problema.

A continuación, se muestra una gráfica de apoyo con la metodología para el proyecto.

Fases	Objetivos específicos	Actividades	Estrategias	Herramientas	Instrumentos
Diagnóstico	1. Realizar un diagnóstico de los procesos productivos y su productividad en Industrias Cardin & Cia Ltda	Realizar el levantamiento de la información sobre el estado actual en los procesos productivos de la empresa. Reconocer los procesos productivos Elaborar un diagrama causa-efecto o histograma, para determinar las causas principales del problema global. Determinar los tiempos estándares de las estaciones críticas Analizar causas del problema teniendo en cuenta los hallazgos obtenidos. Analizar los resultados obtenidos en el diagnóstico	Realizar visitas a la empresa, para obtener entrevistas con gerencia, operarios o personal a cargo, para recolectar información sobre el flujo de los procesos productivos y así realizar un diagnóstico.	Entrevistas verbales y escritas Diagrama causa-efecto Diagrama flujo de procesos Diagrama de recorrido Estudio de tiempos	Computador Personal encargado de área de producción Cronometro, papelería Calculadora
	2. Proponer acciones que permitan mejorar los procesos productivos en la empresa Industrias Cardin & cia ltda	Identificar los problemas presentes que afectan las actividades Determinar las acciones para mejorar los procesos	Desarrollar y elaborar la propuesta y plan de mejoramiento para la productividad de los procesos productivos en la empresa Industrias Cardin & Cia Ltda.	Diagrama de operaciones Diagrama de recorrido	
Propuesta de mejoramiento – plan de mejora	3. Determinar el plan de implementación de las acciones propuestas	Establecer plan de acciones propuestas Comparar y Calcular las mejoras obtenidos en los procesos Y medir la productividad		Plan de mejora	Papelería Computador Bibliografía
Relación beneficio –costo	4. Establecer los beneficios y costos de la propuesta.	Determinar los recursos requeridos para la propuesta Estimar el impacto económico de la propuesta y el beneficio proporcionado Impacto en productividad	Aplicar las herramientas financieras que permitan realizar un presupuesto y proyección de la evaluación financiera y análisis de este.	Análisis costo -beneficio Productividad	Computador Bibliografía

Figura 1 Metodología de trabajo.

Fuente: Construcción del autor

Capítulo II

2 Marco de referencia

2.1 Marco conceptual

2.1.1 Procesos.

Se define un proceso como un conjunto de cantidades planificadas que implica la inclusión de un número de personas y recursos materiales coordinados para conseguir un objetivo previamente identificado. Se estudia la forma en que el Servicio diseña, gestiona y mejora sus procesos para apoyar su política y estrategia y para satisfacer plenamente a sus clientes y otros grupos de interés (Coral, 2016), concluyendo que un proceso va a permitir llegar a un objetivo específico con el propósito de satisfacer las necesidades de los clientes y optimizar costos y recursos.

2.1.2 Productividad.

Consiste en la relación producto-insumo en un período específico con un adecuado control de la calidad, de tal forma que la productividad puede ser medida en relación con la totalidad de los insumos empleados, o con la de alguno en particular. (Medina, 2009).

Para que las organizaciones mejoren su situación actual referente a ganancias, es por medio de la productividad, esto hace referencia a un aumento de la producción por el tiempo de trabajo y recursos invertidos para ello. “la mejora de la productividad se refiere al aumento en la cantidad de producción por hora de trabajo invertida” (Niebel & Freivalds, 2009, pág. 1)

Otro concepto es de Marx Karl, economista que diferencia la idea de productividad de la de intensidad del trabajo “el grado social de productividad del trabajo se expresa en el volumen de la magnitud relativa de los medios de producción que un obrero, durante un tiempo dado y con la misma tensión de la fuerza de trabajo, transforma en producto.” (Marx, 1980, pág. 528).

Productividad es el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados. Si se parte de que los índices de productividad se pueden

determinar a través de relación producto-insumo, teóricamente existen tres formas de incrementarlos (Rivero, 2013),

- Aumentar el producto y mantener el mismo insumo.
- Reducir el insumo y mantener el mismo producto.
- Aumentar el producto y reducir el insumo simultánea y proporcionalmente.

Aquí se puede evidenciar que la productividad (cociente) aumenta en la medida en que logremos incrementar el numerador, es decir, el producto físico también aumentará si se reduce el denominador, es decir el insumo físico (Ludeña, 2017). Por tanto, la productividad puede ser medida según el punto de vista.

$$productividad\ 1^a = \frac{resultados\ logrados}{recursos\ empleados} \quad productividad\ 2^a = \frac{producción}{insumos}$$

2.1.3 Organización.

Se define como un sistema de actividades coordinadas de forma conscientemente formado por dos o más personas; la cooperación entre ellas es esencial para la existencia de la organización. Una organización sólo existe cuando hay personas capaces de comunicarse y que están dispuestas a actuar conjuntamente para obtener un objetivo común. Una organización es un conjunto de cargos con reglas y normas de comportamiento que han de respetar todos sus miembros, y así generar el medio que permite la acción de una empresa. (Chiavenato, 2000).

2.1.4 Tiempo de producción.

El tiempo de producción, en el área administración de operaciones, es considerado como el tiempo necesario para realizar una o varias operaciones. Está compuesto por los tiempos de: espera, preparación, operación y transferencia. (Carro & González, 2012).

2.1.5 Optimización.

Al referirse a la palabra “optimizar” se hace referencia a la forma de mejorar algún trabajo o acción realizado, entendida en un término concerniente a la búsqueda de mejores efectos en el desempeño de alguna tarea, esto nos da a entender que la optimización de recursos es buscar la forma de mejorar el recurso de una empresa para que esta tenga mejores resultados, mayor eficiencia o mejor eficacia (Pardo & Díaz, 2014).

2.2 Marco teórico

Para cumplir con los objetivos del estudio propuesto, se debe estar en capacidad de observar, identificar y analizar las relaciones que existen dentro de las operaciones de la empresa, para eso, es pertinente basarse en teorías que permitan fortalecer el criterio profesional y así poder desarrollar el proyecto a cabalidad (Niebel & Freivalds, 2009)

2.2.1 Ciclo de mejora continua PHVA.

Como se conoce abiertamente el ciclo que concentra las tareas de Planificar, Hacer, Verificar y Actuar (PHVA) actúa como una herramienta dinámica que puede ser empleada e integrada a los procesos de toda organización; en otras palabras, a través de dicha herramienta es posible que las actividades se ejecuten de forma organizada y eficaz. Así pues, adoptar la filosofía amparada en el ciclo PHVA proporciona una guía básica tanto para la gestión de actividades y procesos, como para el diseño de la estructura básica de un sistema (McGrath, 2014, pág. 182).

A través del ciclo PHVA (ver figura 1) la institución planea, estableciendo objetivos, definiendo los métodos para alcanzar los objetivos y definiendo los indicadores para verificar que, en efecto, éstos fueron logrados. Posteriormente, la empresa logra implementar y desarrollar todas las actividades ajustada a las necesidades de los clientes y las normas técnicas establecidas, de manera que puede controlar y monitorear la calidad de productos y servicios a partir de los resultados obtenidos.

Finalmente, el objetivo es poder mantener la estrategia de acuerdo a los resultados obtenidos, haciendo girar el ciclo PHVA en el sentido de las flechas como se observa en la figura 1 y así adecuar la política y objetivos de calidad de acuerdo a las necesidades observadas. De igual manera, los interesados pueden ajustar los procesos a las nuevas circunstancias que vaya generando el mercado. Entonces, como un resumen de los componentes del ciclo PHVA se dice lo siguiente:

- *Planificar*: establecer los objetivos y procesos necesarios para obtener los resultados, de conformidad con los requisitos del cliente y las políticas de la organización (ISO 9001, 2015)
- *Hacer*: implementar procesos para alcanzar los objetivos (ISO 9001, 2015)
- *Verificar*: realizar seguimiento y medir los procesos y los productos en relación con las políticas, los objetivos y los requisitos, reportando los resultados alcanzados (ISO 9001, 2015)
- *Actuar*: realizar acciones para promover la mejora del desempeño del (los) proceso(s) (ISO 9001, 2015)



Figura 2 Diagrama de ciclo PHVA.
Fuente: (BSI Group, 2014)

2.2.2 Indicadores asociados a la productividad.

El camino idóneo para que la empresa pueda crecer y aumentar su rentabilidad, o sus utilidades, es incrementando su productividad. Por incremento en la productividad se entiende el aumento en la producción por hora de trabajo.

La utilización de métodos o estudio de tiempos (también llamado medición de trabajo) es un instrumento fundamental para el aumento de la productividad. Se debe comprender con cabalidad que todos los aspectos de un negocio o industria tanto de ventas, finanzas, producción, ingeniería, costos, mantenimiento y administración, son áreas apropiadas para la aplicación de métodos de estudio de tiempos y sistemas adecuados de pago de salarios (Gómez M. , 2007).

2.2.3 Eficiencia.

La eficiencia se logra cuando se obtiene un resultado deseado con el mínimo de insumos: es decir, se genera cantidad y calidad y se incrementa la productividad. Otra definición de eficiencia refiere que es la relación entre los resultados logrados y los recursos empleados. Se mejora optimizando recursos y reduciendo tiempos desperdiciados por paros de equipo, falta de material, retrasos, etcétera. Es decir, hacer lo correcto empleando el mínimo de los recursos; estos pueden ser materia prima, recursos humanos, tecnologías, etc. Contreras (2017) afirma que la eficiencia se puede medir de manera directa con la siguiente fórmula:

$$Eficiencia = \frac{capacidad\ usada}{capacidad\ disponible}$$

2.2.4 Eficacia.

La eficacia implica la obtención de los resultados deseados y puede ser un reflejo de cantidades, calidad percibida o ambos. Otra definición sostiene que eficacia es el “Grado con el cual las actividades planeadas son realizadas y los resultados previstos son los logrados. Se atiende maximizando resultados (Zapata, 2013). La eficacia puede cuantificarse en función de la producción real y la producción programada:

$$Eficacia = \frac{Producción\ real}{Producción\ programada}$$

2.2.5 Producción.

La producción se considera como el proceso por el cual la empresa transforma un conjunto de factores de producción en producto, cuyo valor debe ser mayor que la suma de los valores de los factores utilizados, lógicamente, si el valor fuese igual o menor, la actividad de la empresa no tendría sentido alguno (Cañedo & Zayas, 1997).

La cantidad de artículos fabricados en un periodo de tiempo determinado y se representa de la siguiente forma:

$$producción = \frac{tiempo\ base}{tiempo\ ciclo}$$

- Tiempo base (tb): puede ser una hora, una semana, un año.

Ciclo o velocidad de producción (c): es el tiempo que demora para la salida de un producto, conocido también como “cuello de botella”

2.2.6 Mejora de procesos.

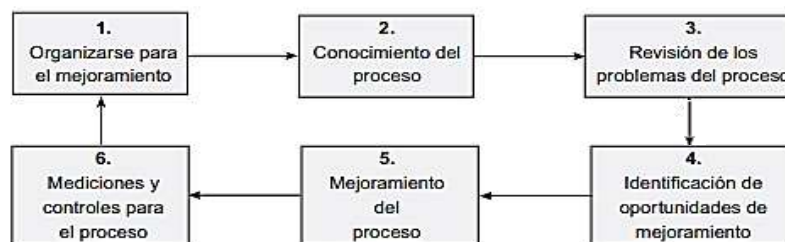


Figura 3 Esquema para la mejora de procesos enfocado en Harrington 1993
Fuente: (Pérez, 2005)

Por proceso se entiende cualquier actividad o grupo de actividades que emplee un insumo, le agregue valor y suministre un producto a un cliente externo o interno, de esta manera todas las actividades presentes en el desarrollo de un proceso deben realizarse de forma sincronizada y deben tener un propósito común orientado a la satisfacción de las necesidades del cliente (Pérez, 2005).

2.2.7 Análisis de procesos.

El análisis de procesos es una forma sistemática de documentar el flujo de las operaciones en cada una de las áreas de la empresa (González, 2013). Dedicado al análisis del sistema de producción desde la perspectiva del flujo de las entidades, permitiendo identificar las falencias del mismo, siendo posible bajo ciertas herramientas e indicadores, con el fin de buscar planear acciones correctivas que permita mejorar el estado del proceso. Siendo la visión del proceso de producción de gran utilidad para la dirección de las operaciones, ya que permite su entendimiento desde la respectiva global.

Distribución en planta.

La distribución de planta es el ordenamiento físico de los factores de la producción, donde cada uno de ellos está ubicado de modo que las operaciones sean seguras, satisfactorias y económicas en el logro de sus objetivos (Fuentes, 2012).

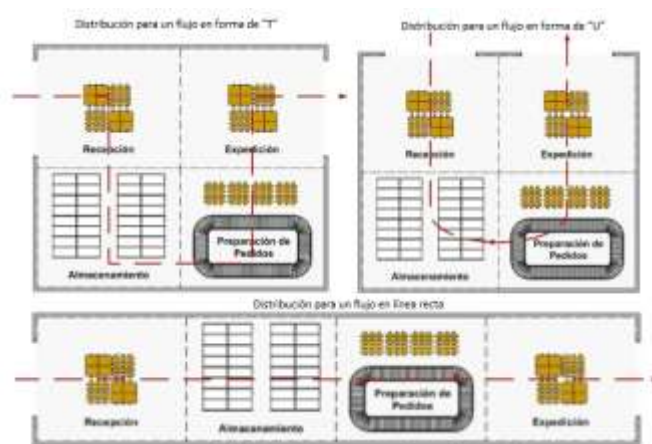


Figura 4 tipos de Distribución de planta.
Fuente: (López, 2016)

2.2.8 Layout .

Un buen *layout* debe tener como base una buena ubicación de la planta y buen tamaño del terreno, sin restricciones en el diseño. Se debe asignar mayor importancia a la funcionalidad que a la estética del diseño, simplemente se debe enmarcar el diseño en una correcta escala de valores. Cuando el empresario se preocupa demasiado por el frente de su fábrica y descuida la distribución, el diseño resulta deficiente (Valor, 2017).

2.2.9 Herramientas de análisis y mejoramiento.

En el presente apartado se describen las herramientas que han de ser empleadas en el análisis que se está realizando en este documento.

Análisis de Pareto.

En el análisis de Pareto, los ítems de interés son identificados y medidos con una misma escala y luego se ordenan de forma descendente, como una distribución acumulativa. Por lo general, 20% de los ítems evaluados representan 80% o más de la actividad total; como consecuencia, esta técnica a menudo se conoce como la regla 80-20. Conceptualmente, el análisis de métodos concentra el mayor esfuerzo sólo en los ítems que generan la mayor parte de los problemas es decir 80% o más (Niebel & Freivalds, 2009)

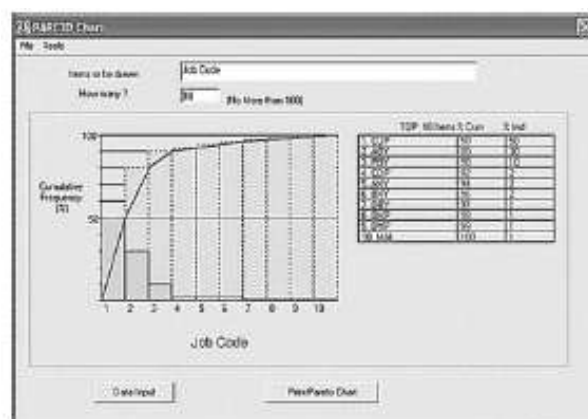


Figura 5 Ejemplo análisis de Pareto
 . Fuente: (Niebel & Freivalds, 2009)

Diagrama causa-efecto.

El Diagrama de Ishikawa, también conocido como diagrama de causa-efecto, es una representación gráfica que por su estructura también se llama diagrama de espina de pescado. Dicho diagrama consiste en una representación sencilla en la que puede verse una especie de espina central, que es una línea en el plano horizontal, representando un problema a analizar, que se escribe en la cabeza del pescado, las causales detectadas del problema son derivadas de la espina central (Romero & Díaz, 2010).

Se conoce como una de las diversas herramientas surgidas a lo largo del siglo XX en ámbitos de la industria, con el fin de facilitar el análisis de problemas y sus soluciones; esta se considera como una de las siete herramientas básicas de la calidad. El diagrama de pescado fue desarrollado por el licenciado en química japonés Dr. Kaoru Ishikawa en el año 1943 (Romero & Díaz, 2010).

Esta herramienta es la representación de las relaciones múltiples de causa – efecto entre las diversas variables que intervienen en un proceso. En teoría general de sistemas, un diagrama a causal es un tipo de diagrama que muestra gráficamente las entradas o inputs, el proceso, y las salidas u outputs de un sistema (causa-efecto), con su respectiva retroalimentación (*feedback*) para el subsistema de control (Romero & Díaz, 2010).

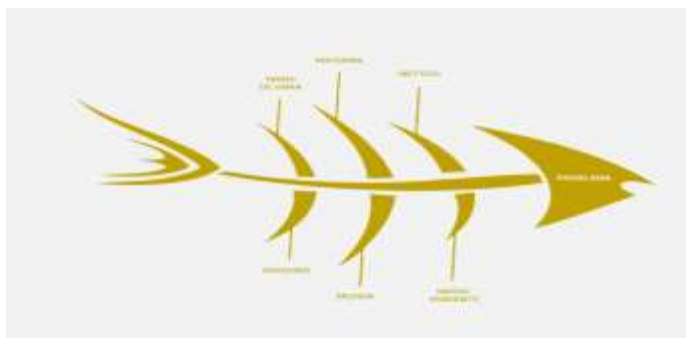


Figura 6 Modelo Ishikawa.

Fuente: (gropup, 2013)

Mapa de procesos.

La definición de un mapa de procesos de calidad de una empresa culmina en la elaboración de una ficha por cada proceso identificado en la que se relacionan los aspectos clave de este y los elementos principales que lo conforman, el establecimiento de unos indicadores de desempeño que permitan monitorizarlo y evaluarlo, y un diagrama que lo sitúe en el lugar que le corresponde según importancia, peso específico y relevancia estratégica dentro del entramado corporativo general. Todo esto parte de la norma de calidad ISO 9001 por lo que, comúnmente, también se le puede llamar mapa de procesos 9001 (Guamán, 2016).

Diagrama de proceso de operación.

Muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, tiempos permitidos y materiales que se utilizan en el proceso de manufactura, desde la entrada de la materia prima hasta el empaquetado del producto terminado; por medio de esta gráfica se puede observar la entrada de todos los componentes y subensamble al ensamble principal. Por medio de ella se pueden observar todos los detalles del método de ensamble para así identificar los procedimientos y para constituir una distribución ideal de la planta (Moreno, 2017).

En la siguiente figura se describe el conjunto de símbolos del diagrama de procesos

No	SÍMBOLO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
1		Operación	Se utiliza cada vez que ocurra un cambio en un ítem. Se usa para denotar cualquier clase de actividad, puede utilizarse para indicar el inicio y el fin de un proceso o procedimiento.
2		Inspección	Se utiliza para indicar que el flujo del proceso se ha detenido, de manera que pueda evaluarse la calidad del output. Esta también puede representar el punto en el cual se requiere una firma de aprobación.
3		Transporte	Se utiliza para denotar el movimiento del output o salida de una dependencia a otra.
4		Decisión	Se utiliza en aquel punto del proceso en el cual se deba tomar una decisión. La siguiente serie de actividades variará con base en esta decisión.
5		Demora	Se utiliza cuando un ítem o persona debe esperar o cuanto un ítem se coloca en un almacenamiento provisional antes de que se realice la siguiente actividad programada.
6		Archivo	Se utiliza cuando existe una condición de almacenamiento controlado y se requiere una orden o solicitud para que el ítem pase a la siguiente actividad programada.

Figura 7 Simbología del diagrama de proceso de operación.

Fuente: Muñoz, (2009)

El diagrama de procesos es una representación gráfica de las actividades que constituyen un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza; además, incluye toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido (García, 2005, pág. 42)

Es necesario tener presente en un primer momento de todo estudio, que se debe recopilar información por observación directa, sin embargo para tener una secuencia ordenada y estructurada de levantamiento de datos de las actividades de los procesos, se hace imprescindible el uso de los diagramas de procesos; de esta manera se hace más fácil el manejo de la información requerida (Avendaño, 2013).

Diagrama de flujo de proceso.

El diagrama de flujo es una de las herramientas más extendidas para el análisis de los procesos. La visión gráfica de un proceso facilita la comprensión integral del mismo y la detección de puntos de mejora. El diagrama de flujo es la representación gráfica del proceso. Hay una gran bibliografía y normas para la elaboración de los diagramas de flujo. No obstante, es recomendable utilizar unos conceptos muy simples y que sean fácilmente asimilables por todos los componentes de la unidad o servicio. Una vez elaborado el diagrama de flujo, se puede utilizar para detectar oportunidades de mejora o simples reajustes y, sobre el mismo, realizar una optimización del proceso. El diagrama de flujo se emplea, en estos casos, para visualizar la secuencia de los cambios a ejecutar (Artieda, 2014, págs. 35-54).

Los diagramas de flujo utilizan una serie de símbolos predefinidos para representar el flujo de operaciones con sus relaciones y dependencias. El formato del diagrama de flujo no es fijo, existiendo diversos tipos que emplean simbología diferente. El círculo dentro del diagrama, hace referencia a una operación, el cuadrado es una inspección, el triángulo invertido representa almacenamiento, la flecha un transporte y por último una D que representa demora en el proceso (Niebel & Freivalds, 2009)

Estudio de tiempos.

La Ingeniería de Métodos, define los conceptos de “Ingeniería” y de “Ingeniería de Métodos”. Ingeniería se refiere a la aplicación de métodos analíticos de todos los principios de las ciencias sociales y físicas y del proceso creativo a los procesos de transformación para satisfacer las necesidades humanas. Respecto a la Ingeniería de métodos, ésta se ocupa de la integración del ser humano al proceso productivo, o sea, describir el diseño del proceso en lo que se refiere a todas las personas involucradas en el mismo. Un concepto más detallado de Ingeniería de Métodos, según Niebel (2004), lo define como: Una técnica para aumentar la producción por unidad de tiempo o reducir el costo por unidad de producción: en otras palabras, a la mejora de la productividad. Sin embargo, la ingeniería de métodos, en la forma en que se define en este libro, implica el análisis en dos tiempos diferentes durante la historia de un producto (pág. 3).

Según Kanawaty (1996, pág. 19) “El estudio de métodos es el registro y examen crítico sistemático de los modos de realizar actividades, con el fin de efectuar mejoras”. En la actualidad, conjugar adecuadamente los recursos económicos, materiales y humanos origina incrementos de productividad. Con base en la premisa de que en “todo proceso siempre se encuentran en mejores posibilidades de solución, puede efectuarse un análisis a fin de determinar en qué medida se ajusta cada alternativa a los criterios elegidos y las especificaciones originales, lo cual se logra a través de los lineamientos del estudio de métodos” (García, 2005, pág. 33). Cabe resaltar que el diseño de métodos es el primer punto por estudiar cuando se desea realizar un estudio, pues si no existe un buen diseño de métodos, no se puede hacer una buena medición del trabajo realizado.

Por otro lado, habiendo estudiado el diseño de métodos, ahora se hace necesario complementarlo con la medición del trabajo, a través de la técnica de estudio de tiempos, pues éste tiene un procedimiento que se debe respetar al momento de la puesta en marcha del estudio. García (2005) sugiere cumplir con cinco etapas fundamentales para su correcta aplicación, los pasos son los siguientes:

- Selección de la operación: En primer lugar, es necesario seleccionar la operación que se va a estudiar, debemos tener presente que la operación debe ser elegida de acuerdo al objetivo general que se persigue durante el estudio o medición de un trabajo específico.

- Selección del trabajador: Posteriormente, resulta pertinente seleccionar al trabajador que demuestre esfuerzo, habilidad, deseo de cooperación, buena actitud frente al trabajo y que tenga la suficiente experiencia en el método aprobado (García, 2005, pág. 186).

Según Kanawaty (1996), “Trabajador calificado es aquel que tiene la experiencia, los conocimientos y otras cualidades necesarias para efectuar el trabajo en curso según las normas satisfactorias de seguridad, cantidad y calidad” (pág. 291).

- Actitud frente al trabajador: Tener en cuenta que el estudio nunca se debe realizar en secreto, pues es importante para el analista de tiempos, adoptar una actitud cortés y respeto frente al operario, para así buscar la cooperación de este último, (García, 2005, pág. 186)

- Análisis de la comprobación del método de trabajo: Sólo debe cronometrarse las operaciones que hayan sido estandarizadas, pues (García, 2005, pág. 187), refiere que “un trabajo estandarizado o normalizado, significa que una pieza de material será siempre entregada al operador en la misma condición y que él será capaz de ejecutar su operación a través de una cantidad definida de trabajo ...”

- Obtener y registrar información: Es importante recopilar toda la información necesaria mediante observación directa respecto de la operación que se desea estudiar, de tal manera que permita identificar el método y el operador del proceso. (García, 2005, pág. 187). Además, García (2005), afirma que: “... es necesario hacer un estudio sistemático del producto y del proceso para facilitar la producción y eliminar ineficiencias ...”

- Descomposición de la tarea en elementos: En seguida, se debe descomponer la actividad en elementos, estos elementos deben ser de fácil identificación, breves (cada elemento debe tener una duración mínima de 0.04 min.), estos elementos deben separarse los manuales de los mecánicos. Además, se descomponen con relación al ciclo, el ejecutante y tiempo. Se hace necesario, además, definir el ciclo de trabajo. Kanawaty, (1996, pág. 297) refiere que: “Ciclo de trabajo es la sucesión de elementos necesarios para efectuar una tarea u obtener una unidad de producción. Comprende a veces elementos casuales”.

2.3 Antecedentes

El tema de investigación surgió por la necesidad de mejorar la productividad de la empresa y definir sus procesos productivos, ya que éstos son empíricos. Esto genera que se presenten dificultades al momento de manejar la información, debido a que no existe un proceso documentado que de idea clara de las actividades y la forma del desarrollo de las mismas. Por lo anterior, fue necesario realizar un trabajo de levantamiento de información para establecer el

estado actual de todas las actividades que se ejecutan en los procesos y como afectan la productividad.

A continuación, se describen estudios en lo que se han desarrollado propuestas similares o afines al presente documento:

- Propuesta de mejora de los procesos productivos para medianas empresas basado en las buenas prácticas del sector farmacéutico (Inés & Torrado, 2016). Para adaptarse al entorno, las empresas medianas del sector farmacéutico requieren de la adquisición de prácticas de las grandes empresas, con el fin de ser más productivas en el mercado, brindando productos y servicios a los clientes que satisfagan sus necesidades.

El estudio permite conocer información detallada de los procesos productivos y los factores que influyen en éstos. Es por eso, que en el desarrollo de la presente investigación se emplearon tres tipos de encuestas aplicadas a empresas ubicadas en Bogotá y Cali. La primera exploratoria, una segunda confirmatoria para encontrar elementos diferenciadores entre las grandes y medianas empresas en las etapas de un sistema de producción farmacéutico y la tercera una encuesta de validación. La investigación incluye prácticas, elementos de las encuestas y reúne las herramientas de mejora por medio de una propuesta construida por etapas de un proceso productivo, con actividades, responsables, indicadores/entregables y recursos. Este podrá ser considerado un plan de trabajo que las medianas empresas pueden implementar para constituirse en organizaciones que demuestren elementos diferenciadores en el mercado farmacéutico.

- Plan de acción para el mejoramiento de los procesos del área de servicio posventa mediante técnica del estudio del trabajo en Mazautos Cali (Cháves, 2017).

Con el presente proyecto se buscó emitir una serie de propuestas para la mejora de los procesos del Departamento de Servicio del concesionario Mazautos Cali, a partir de un diagnóstico del estado actual basado en el estudio de métodos y tiempos.

Se distinguieron dos áreas: mecánica y colisión, diferenciadas por las características de sus procesos. Al área de mecánica corresponden dos procesos: mecánica rápida y mecánica especializada; mientras que, en el área de colisión los procesos se diferencian por ingreso de compañía aseguradora o por ingresos personales para los cuales los subprocesos de lámina y pintura pueden ser: sustitución o reparación de piezas móviles o fijas.

Teniendo esto en cuenta, se desarrolló un estudio de métodos en los procesos de: mecánica rápida, mecánica especializada y subprocesos de reparación de lámina y pintura mediante la construcción de diagramas de flujo de proceso; y un estudio de tiempos en los procedimientos de

ejecución del mantenimiento de mecánica rápida (Ejecución del cambio de aceite, ejecución de la revisión de 10.000 Km y ejecución de la revisión de 20.000 Km).

Mediante estas dos técnicas, se logró realizar un diagnóstico de los procesos en el camino a la medición de estos y mejora de la productividad que busca el departamento de servicio. Se utilizó como apoyo el ciclo PHVA propuesto por Deming en correspondencia con el manual de procesos para la mejora continua *Dealer Process Improvement* (DPI) de Mazda.

De esta forma, se contribuyó a la formalización y estandarización de procesos como una etapa previa al control y a la mejora de estos a través del uso de una herramienta virtual de planificación de taller. El estudio de tiempos en mecánica rápida permitirá obtener una medición de la eficiencia real de operación de cada técnico, mientras que en mecánica rápida se realizó una serie de propuestas a los métodos de trabajo que permitirán la comunicación de avances de trabajo entre todos los interesados: asesores, jefes de calidad, jefe de taller, garantías, lavadero, repuestos y facturación, y de esta forma permitir la aplicación del planificador de taller para programar tiempos productivos de los técnicos y observar el comportamiento de la eficiencia de las operaciones con respecto a la facturación.

En el área de colisión, se realizó la clasificación de subprocesos y reconocimiento de sus procedimientos y operaciones, mediante diagramas de flujo de proceso, que más adelante serán la base para el uso del planificador virtual de taller; así mismo, se realizó el registro de tiempos aproximados de operación, con el fin de dar un aporte a un futuro estudio de tiempos en esta área lo cual permitiría programar el trabajo y tiempos de entrega de una forma más acertada.

- Diseño del plan de mejoramiento en el proceso de recepción de mercancía y de despachos urbanos (Gómez, Martínez, & Parada, 2015).

- El objetivo de este proyecto, es realizar un diseño del plan de mejoramiento en el proceso de recepción de mercancía y despachos nacionales aplicando las técnicas de estudio en la empresa Runbox S.A.S. Esta empresa se dedica al transporte, almacenamiento y distribución de mercancía. Este estudio del trabajo se desarrolló con el fin de conocer, medir, diseñar y proponer los mejores métodos con el fin de disminuir tiempos y costos tanto en el proceso de recepción de mercancía como en el proceso de despachos. Es necesario conocer y entender cada una de las etapas y procedimientos que cuenta el proceso, para así mismo tener un criterio objetivo y elaborar un diagnóstico que permita posteriormente realizar un análisis riguroso. En este estudio se utilizan indicadores de medición, los cuales facilitan el seguimiento, medición y control los procesos actuales contribuyendo a la toma de decisiones a nivel administrativo y operacional, y con esto proponer e implementar mejoras, incrementando la productividad de la empresa, bajo políticas de mejora continua.

2.4 Marco legal

Aquí se presenta la normatividad relacionada con su trabajo de grado.

Tabla 1 Marco legal

legislación vigente	Descripción
Decreto 3075 de 1997	Regulación de las actividades que puedan generar factores de riesgo por el consumo de alimentos tales como la fabricación, procesamiento preparación, envase, almacenamiento, transporte, distribución y comercialización.
Resolución 2400 de 1979	Estatuto de la Seguridad industrial., Establece normas legales en medicina, higiene y seguridad industrial.
Ley 9 de 1979	Código Sanitario Nacional para las medidas básicas para la protección en el medio ambiente, para el correcto funcionamiento de las diversas entidades, producto o situación que influya en las condiciones de la vida de la comunidad.
Ley 31/1995	Prevención de riesgos
Decreto 631 de 1985	Normas referentes a los sistemas especializados de importación y exportación
Resolución 683 de 2012	Reglamento Técnico sobre los requisitos sanitarios que deben cumplir los materiales, objetos, envases y equipamientos destinados a entrar en contacto con alimentos y bebidas para consumo humano
Resolución 2674 de 2013	Establece los requisitos sanitarios que deben cumplir para quien ejerce actividades de fabricación, procesamiento, preparación, envase, almacenamiento, transporte, distribución y comercialización de alimentos y materias primas de alimentos y los requisitos para la notificación, permiso o registro sanitario de los alimentos, según el riesgo en salud pública.

Fuente: elaboración propia

Capítulo III

3 Diagnóstico de la situación actual

En el siguiente apartado se expondrán aspectos generales de producción en la empresa, gracias a resultados de reunión con el gerente general Absalón Cardozo y Gerente administrativa Yasmin Pineda, entrevistas y visitas realizadas. Permitiendo conocer a fondo todos los procesos, maquinaria y herramientas utilizada, la distribución de las áreas y los procesos productivos. A base del conocimiento de los procesos de la empresa y con el fin de profundizar en el proyecto y para llegar a un análisis puntual del problema presente, se llevó un análisis de materia prima usada en los procesos, una medición de tiempos y un diagrama de recorrido que permitiera visualizar fácilmente el flujo de las actividades durante la elaboración de productos.

3.1 Generalidades de la empresa

Industrias Cardin & Cia Ltda es una empresa ubicada en Bogotá, específicamente en la localidad de Engativá, lugar donde se llevan a cabo todas las operaciones. Constituida como empresa desde 1988, desde esa fecha inició con la fabricación de licuadoras industriales, al transcurrir de los años amplió su portafolio de mercado dedicándose a la fabricación de maquinaria industrial para procesamiento de alimentos.

Tiene proyectado ampliar la cobertura nacional e internacional, al igual que la ampliación de su portafolio de productos, respondiendo a lineamientos de calidad, diseño y productividad con el objetivo de brindar líneas de producción que generen un valor agregado para cada negocio en la industria gastronómica, aunque su misión esta desactualizada la empresa pretende cumplir con esto para el año 2021.

La razón social de la empresa es Industrias Cardin & Cia Ltda (figura 8) y tiene la actividad No 3699 Fábrica y distribución de equipos para proceso alimentos.



*Figura 8 Logo de la empresa..
Fuente: Gerencia Industrias Cardín, 2018*

Adicionalmente se caracteriza por ser una empresa familiar que se enfoca en la fabricación y comercialización de maquinaria industrial construida en acero inoxidable para el proceso de alimentos, bajo estándares de excelente calidad, ya que de esta manera logra brindarle soluciones eficientes a diferentes establecimientos de la industria gastronómica como restaurantes, colegios,

casinos, hoteles entre otros; mediante maquinaria calificada que facilite y optimice sus actividades de producción , reduciendo costos y aumentando la calidad del producto final a la medida justa del mercado en que cada uno de nuestros clientes se desempeñe.

3.1.1 Visión.

Industrias Cardín & Cia Ltda tiene proyectado ampliar su cobertura nacional e internacional mediante diferentes estrategias que permitan atención constante a cada uno de nuestros clientes potenciales; adicionalmente se buscará aumentar el portafolio de productos mediante la importación y fabricación de maquinaria industrial para procesar alimentos, que respondan a los lineamientos de calidad, diseño y productividad con el objetivo de brindar líneas de producción que generen un valor agregado para cada negocio en la industria gastronómica.

3.1.2 Valores corporativos.

- Compromiso: Cumplimos con lo pactado al ofrecer siempre productos y atención acorde a las necesidades de nuestros clientes.
- Orientación al servicio: Realizamos nuestro trabajo enfocado a la necesidad específica del tipo de negocio de cada uno de nuestros clientes.
- Responsabilidad: Obramos en consecuencia y con seriedad acorde a cada proceso tanto en producción como atención pre y post venta.
- Honestidad: Realizamos todas las operaciones de fabricación con transparencia y rectitud, garantizando nuestra materia prima y procesos.

3.1.3 Organigrama.

La empresa cuenta con un organigrama con una organización sencilla y dinámica, todas las áreas son lideradas por el gerente general quien es responsable del correcto desarrollo de toda la empresa, como también es de importancia el control por parte de subgerente.

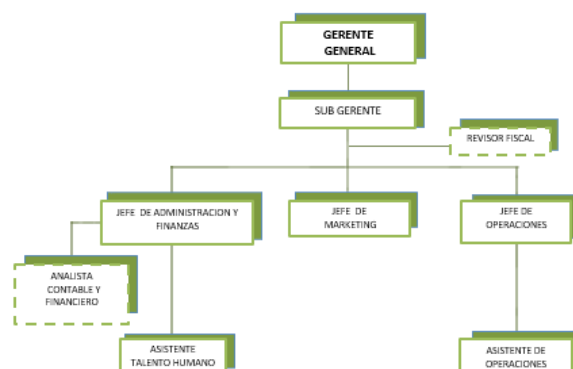


Figura 9 Organigrama de la empresa.

Fuente: Construcción del autor, con base en Industrias Cardín, 2018

3.1.4 FODA.

Las capacidades fundamentales de la empresa están dadas mediante el desarrollo de la matriz de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA), el cual aglomera los principales aspectos del desarrollo de la empresa dentro del sector metalmecánico en el área de Bogotá.

La respuesta al análisis FODA, está dada por la estrategia de competitividad, pretendiendo lograr mediante la adopción de un sistema de producción que pueda atender el mercado de una manera eficiente y automatizada, incrementando su competitividad, al tiempo que reduce costos y cumplimiento con clientes en fechas y flexibilidad del producto.

Fortalezas	Debilidades
- Equipos en buen estado, y óptimos para el proceso. - Buena capacidad de producción - Habilidad y rápido aprendizaje del personal - Gran capacidad de negociación comercial. - Buen posicionamiento de la empresa - Productos en el mercado de buena calidad - Flexibilidad del producto - Ingenio y creatividad	- No presenta procesos estandarizados - Sistema de producción deficiente, poniendo en riesgo entregas de pedidos - Débil flujo de abastecimiento - Espacio físico reducido - Faltan programas de capacitación al personal - Faltan seguimiento al personal - Faltan jornadas de orden y limpieza - Falta de tecnificación de procesos
Oportunidades	Amenazas
- Crecimiento del PBI anual del 7% para 2017 - Fomento de incremento de productividad de pequeñas y medianas empresas por parte del gobierno - Años de experiencia en el mercado	- Competencia nacional - Escasez de mano de obra - Incremento del precio de materia prima - Altos costos incurridos en mano de obra por parte de empleadores, reflejados en costo del producto. - Tratado de libre comercio con china.

Figura 10 Matriz FODA de la empresa Industrias Cardín.

Fuente: elaboración propia

3.1.5 Ubicación.

El proyecto se realiza en la empresa Industrias Cardin & Cia Ltda, ubicada en la ciudad de Bogotá D.C, en la localidad de Engativá, en el barrio Salitre 2, como se observa en la figura.



Figura 11. Ubicación de Industrias Cardin, Colombia
Fuente: (Google maps, 2018)

3.1.6 Productos.

La empresa Industrias Cardin & Cia Ltda, es fabricante, comercializadora e importadora de productos para proceso de alimentos, creadora de su propia marca, cuyos productos son fabricados con acero inoxidable AISI 304, este tipo de acero es básicamente 18% de cromo y 8% de níquel, con un tenor de carbono limitado a un máximo de 0,08%. Tiene gran aplicación en las industrias químicas, farmacéuticas, de alcohol, aeronáutica, naval, uso en arquitectura, alimenticia, y de transporte. Es también utilizado en cubiertos, vajillas, piletas, revestimientos de ascensores y en un sin número de aplicaciones.

Los productos fabricados por la empresa están a disposición con seis grandes variedades de líneas, tales como; línea de preparación, línea de lácteos, línea de cárnicos, línea de heladería, línea de Fruver y de mobiliario. Estos productos son caracterizados por su alta calidad (**Anexo A**).

Estudio de los productos de la empresa.

Industrias Cardin & Cia Ltda, cuenta con una amplia gama de productos, en diferentes líneas arriba mencionadas, por la cantidad de productos abarcados, se busca conocer los productos más representativos en las ventas para la empresa, para ello se realizó un análisis con base a las ventas promedio mensuales durante el año 2017. La tabla 2 muestra el resumen de ventas para el año 2017 y la tabla 3 la identificación del producto de mayor ingreso para el mismo año.

Tabla 2 Resumen de ventas. Año 2017

Productos	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Marmitas	\$ -	\$ 22.200.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 27.830.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 41.140.000	\$ 91.190.000
Licuada	\$ 7.480.000	\$ -	\$ -	\$ 1.705.000	\$ -	\$ 2.035.000	\$ 4.070.000	\$ 2.178.000	\$ 1.023.000	\$ 4.290.000	\$ 20.405.000	\$ -	\$ 43.186.000
Despulpadoras	\$ 1.870.000	\$ -	\$ 4.180.000	\$ -	\$ -	\$ 4.180.000	\$ -	\$ 4.180.000	\$ 5.040.000	\$ 12.650.000	\$ -	\$ 4.180.000	\$ 36.280.000
Envasadora	\$ 3.630.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 19.140.000	\$ 22.770.000
Banco de hielo	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 7.500.000	\$ 7.500.000	\$ 15.000.000
Máquina de helados	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 6.930.000	\$ 6.930.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 13.860.000
Tanque almacenamiento	\$ -	\$ 4.070.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 8.140.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 12.210.000
Estufa industrial	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 5.800.000	\$ -	\$ -	\$ 5.800.000
Peladora de papa	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 2.200.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 2.200.000
Mesa de trabajo	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1.353.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1.353.000
TOTAL	\$ 12.980.000	\$ 26.270.000	\$ 4.180.000	\$ 8.635.000	\$ 6.930.000	\$ 45.758.000	\$ 4.070.000	\$ 6.358.000	\$ 6.063.000	\$ 22.740.000	\$ 27.905.000	\$ 71.960.000	\$ 243.849.000

Fuente: Construcción del autor

Tabla 3 Identificación del producto de mayor ingreso Año 2017

Productos	Total	Promedio de venta/ mes	% de ventas	% acumulado
Marmitas	\$ 91.190.000,00	\$ 7.597.500	37,39%	37,39%
Licuada	\$ 43.186.000,00	\$ 3.598.417	17,71%	55,10%
Despulpadoras	\$ 36.280.000,00	\$ 3.023.333	14,88%	69,98%
Envasadora	\$ 22.770.000,00	\$ 1.897.500	9,34%	79,32%
Banco de hielo	\$ 15.000.000,00	\$ 1.250.000	6,15%	85,47%
Máquina de helados	\$ 13.860.000,00	\$ 1.155.000	5,68%	91,16%
Tanque de almacenamiento	\$ 12.210.000,00	\$ 1.017.500	5,01%	96,16%
Estufa industrial	\$ 5.800.000,00	\$ 483.333	2,38%	98,54%
Peladora de papa	\$ 2.200.000,00	\$ 183.333	0,90%	99,45%
Mesa de trabajo	\$ 1.353.000,00	\$ 112.750	0,55%	100,00%
TOTAL	\$ 243.849.000,00	\$ 20.318.667	100,00%	

Fuente: Construcción del autor

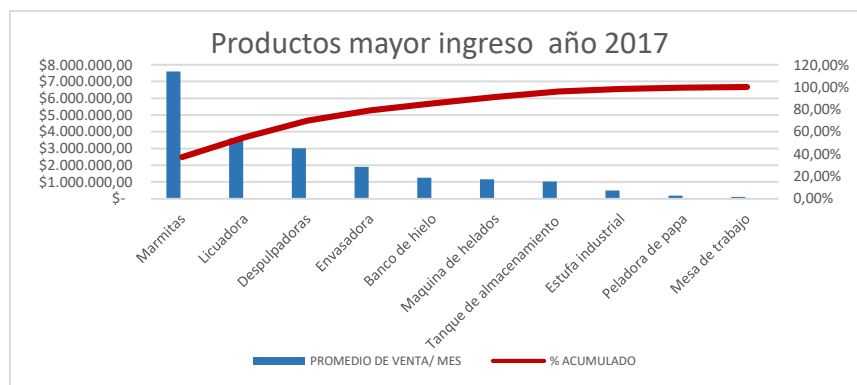


Figura 12. Pareto del producto de mayores ingresos. Año 2017.

Fuente: Construcción del autor

Según el análisis realizado, en el año 2017 la empresa Industrias Cardín & Cia Ltda, presenta los productos de mayor ingreso en el año 2017, siendo los procesos de Marmita, licuadora, despulpadora y envasadora los de mayor ingreso, representando el 79.32% de las ventas.

Siendo la marmita industrial la de mayor ingreso anual del 2017 con un 37.40%, y siendo el caso más complejo según su fabricación, será tomado como base para el estudio realizado, con el fin de proponer mejoras para aumentar la productividad en el proceso y prevenir los factores que lo afectan directamente. La propuesta también impactará en los otros productos que ocupan el porcentaje ya que comparten procesos similares.

Ficha Técnica.

Volcable

Fijo

Equipo empleado para calentar, cocinar y preparar diversos productos de manera homogénea y pasteurización lenta, diseñado para la cocción y procesos de preparación de alimentos como; salsas, cremas, sopas, dulces cereales, guisados, mermeladas, mezclas, jarabes, dulces, etc.

Construida en acero inoxidable 304 calibre 12, 14, 18.

Funcionamiento mediante gas natural o propano, aceite térmico o vapor; diseño volcable o fijo; con o sin agitación, sistema de agitación tipo ancla con raspadores de teflón a 60 o 40 rpm. Posee sistema de aislamiento de calor por medio de fibra de vidrio. Manómetro y válvula de alivio,

MARMITA INDUSTRIAL CILINDRICA - FUA O VOLCABLE PARA ALIMENTOS, COSMETICOS Y FARMACEUTICOS

REFERENCIA	CAPACIDAD	MOTOR	VOLTAJE
M-20	20 Gal	1.0 H.P.	110V/220V
M-30	30 Gal	1.0H.P.	110V/220V
M-40	40 Gal	1.5H.P.	110V/220V
M-50	50 Gal	1.5 H.P.	110V/220V
M-60	60 Gal	2.0 H.P.	110V/220V
M-80	80 Gal	3.0 H.P.	110V/220V
M-100	100 Gal	3.0 H.P.	110V/220V
M-120	120 Gal	4.0 H.P.	220V
M-140	140 Gal	4.0 H.P.	220V
M-200	200 Gal	4.0 H.P.	220V
M280	280 Gal	5.0 H.P.	220V

Requerimiento: punto a gas

NOTA: marmitas con referencia M-200 Y M-280 son fijas

Requerimiento: punto a gas
NOTA: marmitas con referencia M-200 Y M-280 son fijas

Figura 13 Tipos de Marmita industrial en Industrias Cardín & Cia Ltda.

Fuente: Construcción del autor

En la figura 13 se muestran los tipos de Marmita industrial, se encuentran las dos referentes marmitas que la empresa maneja, estas se fabrican a partir de 20 galones en adelante según requerimientos, para este estudio se evalúa una marmita cilíndrica volcable de 120 galones.

Descripción de Producto

La Marmita industrial es una olla cubierta por una tapa, generalmente de forma semi esférica, su parte inferior suele ser toriférica y su cuerpo cilíndrico. Este artículo es fabricado para demanda industrial de gran escala, de cocción de alimentos con gran capacidad y alta eficiencia dependiendo la necesidad y del modelo del producto, estos equipos son construidos totalmente en acero inoxidable AISI 304 y cumplen con la norma de sanidad (InoxiMexico, 2018).

Este producto sirve para cocinar grandes volúmenes de alimentos, realizando diferentes procesos en los que se involucren transferencias de calor de forma indirecta, entre estos procesos se encuentra la elaboración de varios productos; leche condensada, salsas, cremas, chocolate, maíz, guisos, dulces, jarabes y meladas entre otras, además también se pueden realizar procesos de pasteurización lenta. (InoxiMexico, 2018).

Características de producto dadas por la empresa

- Sistema de ingreso de vapor y retorno de la caldera.
- Diferentes formas y capacidades de los depósitos
- Fabricación en acero inoxidable AISI 304
- Diseño simple y de fácil mantenimiento
- Control ajustable de temperatura
- Terminado sanitario para interior y exterior
- Puede ser fija o volcable

Funcionamiento.

La marmita hace uso de un sistema de calentamiento que consiste básicamente en una cámara de calentamiento conocida como camisa o chaqueta de vapor, que rodea el recipiente donde se coloca el material a calentar. Esta trabaja a gas o vapor, lleva un quemador según especificaciones; tipo flauta o soplete, encendido eléctrico y ducto para la evacuación de gases. Cuenta con sistema de agitación; desde 20 hasta 180 rpm, un sistema fijo o volcable para descarga de material y controles como son: manómetro, válvula de seguridad y registros para drenaje.

3.1.7 Proveedores.

Es de gran importancia para la empresa contar con los proveedores adecuados, o los que mejor se adopten a las necesidades del negocio. Esta selección se realiza bajo algunos criterios;



*Figura 14 Selección de proveedores.
Fuente Construcción del autor*

Al cumplir con estos cinco criterios de selección de proveedores, se genera confianza para establecer una relación comercial, dando reputación y credibilidad como aspectos claves para el desarrollo.

Tabla 4 Principales proveedores de Industrias Cardín & Cia Ltda para materiales de Marmita Industrial

Principales proveedores				
Material	Razón social	Nit	Dirección	Producto
Acero / cobre	“Wesco S.A”	800.042.141-2	Av calle 63 N0 74B int 6	Laminas acero inoxidable 304 C-12, C-18, C-20
	“Martínez Sánchez S.A.S”	860.532.478-1	Calle 8 No. 27-60	Platinas inox 304 T1, Tubos 304 RECT Y CUAD ST, Disco ext 8.5 cm, Anillos ext acero inox
	“Inoxcobre S.A.S”	830.095.088-6	Carrera 23 No. 12B-30	Tubería de cobre flex 5/8” Eje A/iox T.304 redondo Válvula Bola A/inox Satín Empaque Satin Siliconada 1-1/2”
Insumos generales	“Cidina”	860.061.599-0	Calle 17 No. 25-27	Clavijas caucho C-007
	“Tecnotrans S.A.S”	830.018.307-6	Carrera 32A No. 6ª-42	Push start stop c-Metallica, (suiche) Cable encauchetado 2X12 conal
	“Inter-tram LTDA””	860.516.860-3	Carrera 25 No. 17-86	Terminales Chumaceras Caja reductora Manómetro Motor reductor
	“Centro indumaq S.A.S”	900.070.690-6	Carrera 24 No. 12-39	Tornillos, Arandelas, Tuercas Motor HP 1.0 VTS 220/440
	“Tecnigas V.F.R”	41.553.043-9	Calle 56 sur No, 78j-82	Caja deructora 90° REL, Flanche de salida 90 Argón

Fuente: Construcción del autor

3.1.8 Principal Materia Prima.

La materia prima esencial para el proceso es el acero inoxidable AISI 304, en tres diferentes calibres; C-12, C-18, C-20. Este acero es resistente a la corrosión, por tener en su composición aleación como cromo, níquel y bajo contenido de carbono. Conformado en frio y soldabilidad, usado extensivamente para arquitectura, industria automotriz, industria procesadora de alimenticios, fabricación de utensilios domésticos y para la industria de producción del nitrógeno y un sin número de aplicaciones más.



Figura 15 Materia prima- Lamina acero inoxidable 304
Fuente: foto- Industrias Cardin

3.1.9 Competidores.

Industrias Cardin & Cia Ltda ha sido destacada y reconocida por sus años de trayectoria y el nivel de calidad de sus productos, aunque es pequeña ha sido pionera en la industria del sector metalmecánico varios años.

La empresa está inmersa en el sector metalmecánico en Colombia, compite con gran número de empresas, aproximadamente 680 empresas existentes en el sector (Procolombia, 2017)

Siendo sus competidores directos; Joserrago, Javar S.A.S, Grupo Zingal Colombia y Inoxindustrial S.A.S. (**Anexo B**).

3.1.10 Maquinaria y herramientas.

En el desarrollo del trabajo se identificaron equipos, máquinas y herramientas utilizados por la empresa. Para el proceso de creación de una Marmita Industrial se hace uso de la mayoría de los equipos, máquinas y herramientas mencionadas en la tabla del (**Anexo C**).

A continuación, se muestran los equipos y máquinas principales con los que cuenta la empresa en el área productiva para la fabricación de Marmita industrial.

Maquinaria y herramientas		
Nombre	Imagen	Descripción
Guillotina- cizalla manual de mesa (cortadora)		Utilizada para corte de placas, láminas y chapas de acero y otros metales de gran tamaño, como paso previo para la creación del producto. Funcionamiento: Manual
Plasma (gas ionizado)		Utilizada para cortes de láminas metálicas gruesas, este proceso es un corte con chorro de gas ionizado (plasma) dirigido a través de una tobera y produce un acto que calienta un metal fundido a través de una ranura de corte. Funcionamiento: Eléctrico
Roladora de lámina.		Utilizada para curvar la lámina, en el caso de la marmita industrial se usa para hacer los cuerpos cilindros para la base del producto. Funcionamiento: Eléctrico-manual
Dobladora-cortadora		Se usa para para hacer pliegues a las láminas de acero según lo requiera el producto a realizar, de fácil operación y mantenimiento. Funcionamiento: Manual
Soldadura (argón)		Conocida como soldadura TIC, es usada para unir las láminas y dar la forma al cuerpo del producto que es requerido según especificaciones. Se caracteriza por su soldadura fina y de alta calidad. Funcionamiento: Eléctrico
Rotosfera		Es una máquina multifuncional para trabajo de pulido, se trabaja para acabados finos, Utilizado para eliminar rebabas después de corte o soldado. Funcionamiento: Eléctrico
esmeril de banco		Usada para afilar las herramientas del taller y para desbastar piezas pequeñas, utilizado para eliminar rebabas después de corte o soldado. Funcionamiento: Eléctrico

Maquinaria y herramientas		
Nombre	Imagen	Descripción
Pulidora manual o esmeril angular		Para grandes superficies metálicas, utilizado para eliminar rebabas después de corte o soldado. Funcionamiento: Eléctrico
Brilladora		Utilizada para dar brillo y mejores acabados a las piezas metálicas, usada en los últimos procesos para mejores acabados. Funcionamiento: Eléctrico
Cizalla con base (guillotina)		Herramienta de trabajo pesado, utilizada para corte de metales, plásticos o láminas de cualquier clase con ancho de 20 cm (8 pulgadas). Funcionamiento: Manual
Tronzadora		Herramienta eléctrica utilizada para cortar metales, corta por abrasión mediante disco y permite realizar cortes rectos y en Angulo sobre perfiles, tubos, balillas, y otros materiales. Funcionamiento: Eléctrico
Torno paralelo o mecánico		Máquina y herramienta que permite mecanizar, roscar, cortar, trapecial, agujerar, cilindrar, desbastar y ranuras piezas de forma geométrica por revolución. Funcionamiento: Eléctrico
Taladro fresador		Máquina herramienta con función de taladro y fresador con movimientos continuos destinados a mecanizado de materiales por medio de una herramienta de corte rotativa de varios filos llamada fresa. Funcionamiento: Eléctrico
Troqueladora		Máquina compuesta por un troquel y una matriz de corte, que se encarga de recortar con precisión piezas o planchas de diferentes materiales valiéndose de un troquel. Funcionamiento: Eléctrico

Figura 16 Torno paralelo
Fuente: Construcción del autor

3.1.13 Área de producción de la empresa.

A continuación, en la figura 17 se puede observar la planta de producción que está distribuida en un área de 149.184 m², donde se encontró la distribución de las diferentes zonas de trabajo, incluyendo baño y escaleras al segundo piso.

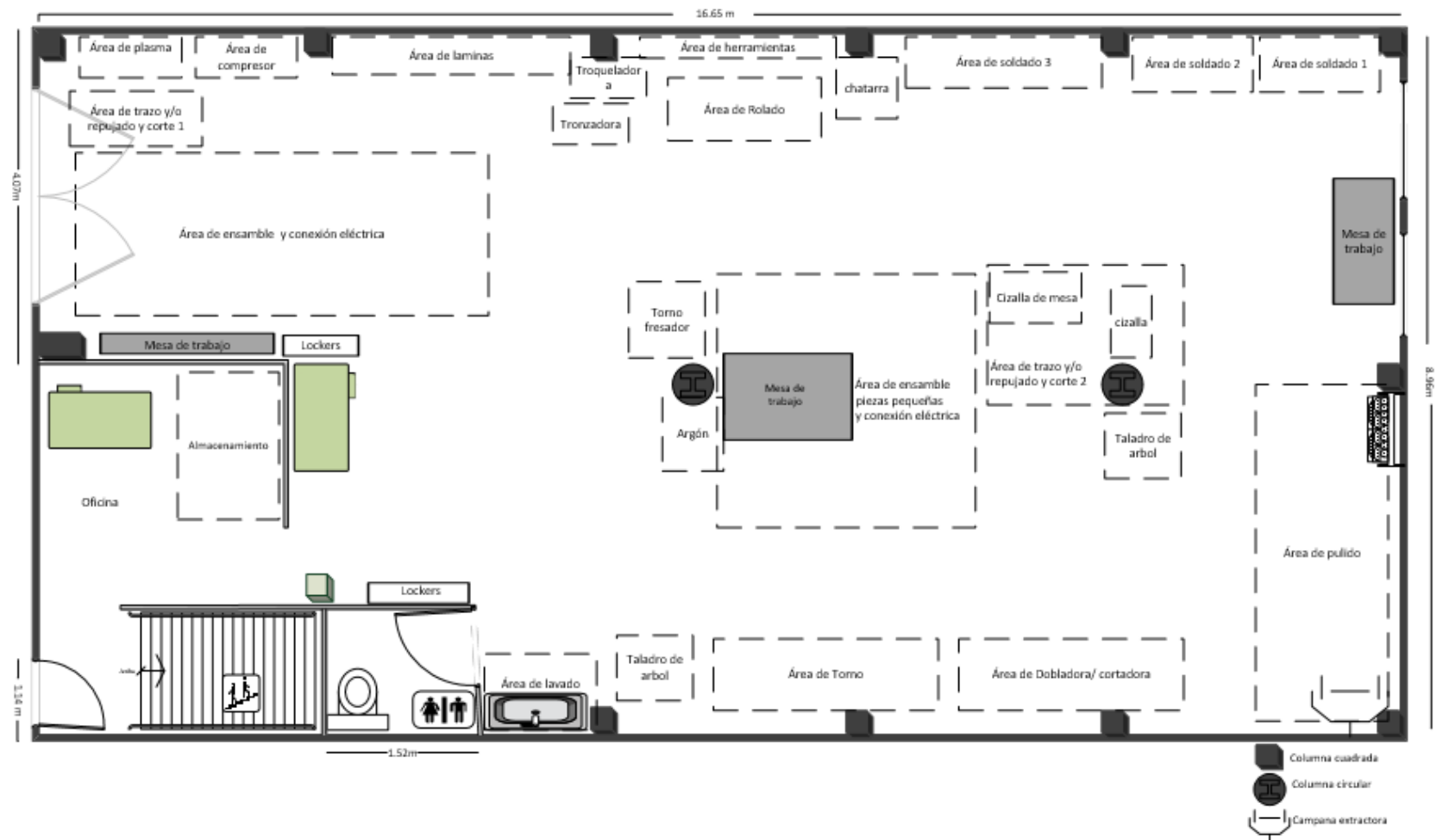


Figura 17 plano actual de planta en Industrias Cardín.
Fuente: Construcción del autor

3.2 Descripción proceso productivo

3.2.1 Mapa de procesos.

En la empresa las etapas del proceso productivo son 12: diseño, trazo y/o repujado, corte, rolado, doblado, soldado, pulido, ensamble, instalación eléctrica, pruebas, acabados finales, embalaje y despacho. El diseño es para verificar la existencia del producto en bodega, si no existe se procede a evaluar especificaciones para iniciar el proceso de fabricación. A continuación, en la figura 18 se muestran las etapas mencionadas referentes al proceso de producción.

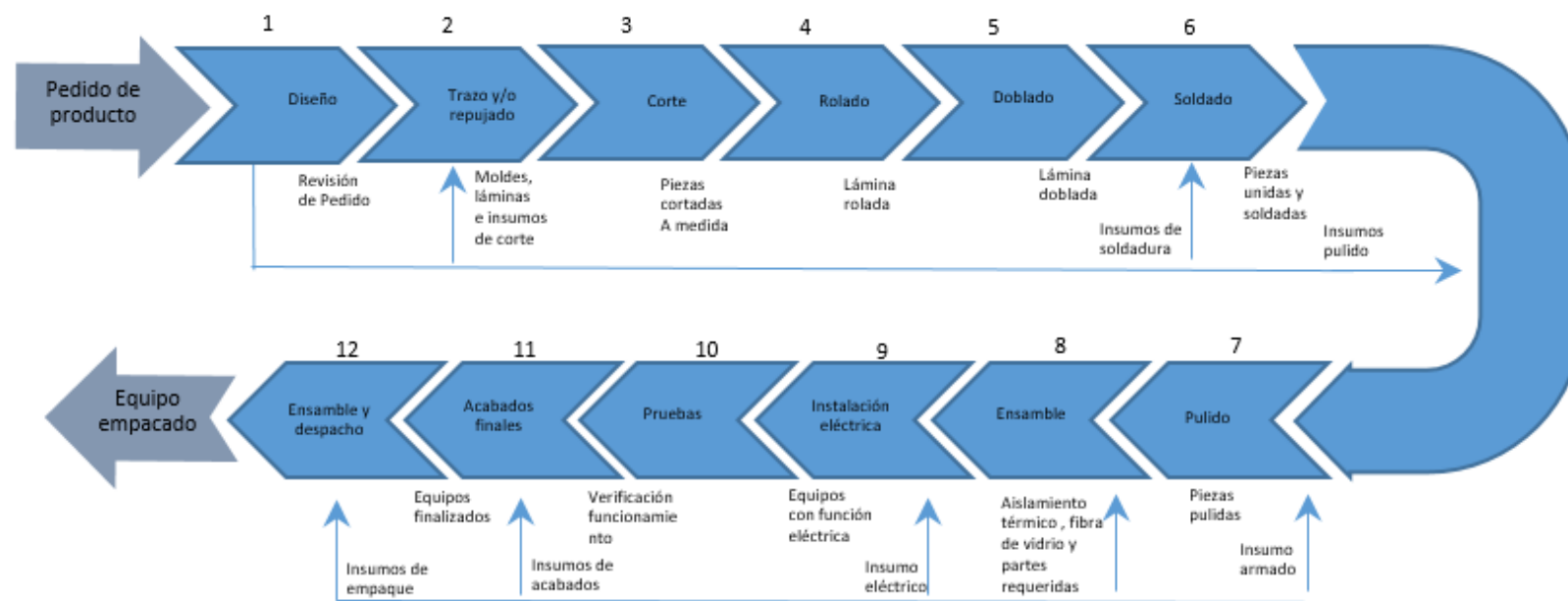


Figura 18 Etapas del proceso productivo.
Fuente: Construcción del autor

3.2.2 Descripción del área objetivo de estudio.

La aplicación de este trabajo se realiza en el área operativa (producción y almacén), en el ámbito de la propuesta de mejora en el proceso productivo, por lo cual se utilizan técnicas y herramientas de ingeniería industrial como el estudio de tiempos y movimientos, distribución de planta, diagrama de flujo, proceso y recorridos, costos y presupuesto de línea de producción de la empresa.

3.2.3 Descripción general de los procesos productivos.

La empresa cuenta con cuatro operarios; dos hombres, una mujer y el gerente general que también realiza labor en bodega para procesos de fabricación, pero la fabricación del producto en estudio es realizada por un trabajador. Laborando 8 horas diarias de lunes a viernes y sábado 4 horas.

Se aclara que los procesos productivos para la fabricación de la marmita, despulpadora, licuadora y envasadora existen en la empresa, pero no se encuentra documentación de los mismos, dichos productos comparten procesos similares en su elaboración: proceso de diseño, proceso de trazo y/o repujado, proceso de corte y/o tronzado, proceso de doblado, proceso de pulido, proceso de soldado, proceso de ensamble y proceso de despacho, es por ello que se levantaron diagramas correspondientes por parte del autor, con diferencias explicadas en el diagrama de proceso general en el **Anexo D**.

A continuación, se describen las actividades de los procesos productivos actuales que se encuentran en la empresa para la fabricación de la Marmita industrial. El diagrama de procesos completo se encuentra en el **Anexo E**

Proceso de diseño.

Este proceso es esencial para dar inicio a la producción. Desde el área de gerencia se verifica la existencia del producto según la recepción del pedido, si este existe en bodega o en el área de exposición, se pasa al proceso de acabados, se ensambla y despacha para su entrega. Cuando el producto no existe en bodega se analizan las especificaciones del cliente respecto al producto para dar aval o realizar cambios si se requiere. Al estar avalado el pedido, se gestiona la materia prima para iniciar al proceso de producción.

Recepción de materia prima

Consiste en recibir las láminas y demás componentes provenientes de proveedores hasta que sean habilitados en sus respectivas áreas.

Almacenamiento de materia prima

Existe un espacio de almacenamiento para las láminas de acero, esta consta de 1 metro de largo por 35 cm de ancho, este espacio está ubicado en una pared entre dos columnas, los demás materiales utilizados para la fabricación de la marmita son solicitados a pedido y se almacenan en un almacén en el segundo piso perteneciente al área de ventas, los materiales para ensamblar como; tornillos, tuercas, arandelas, remaches son distribuidos y ubicados debajo de las mesas de trabajo en estantes correspondientes.

Proceso de trazo y/o repujado.

Este proceso consiste en dibujar directamente en la lámina, tubos, platinas y demás materiales para sacar las medidas necesarias para las piezas del producto, se realiza manualmente con un lápiz de punta metálica, compás de puntas metálicas y ayuda de escuadras. Estos trazos se realizan en el área de corte en la mesa de corte o cizalla, cuando el trazo es demasiado grande y supera la medida de esta mesa, se adecua el área de ensamble para tender la lámina sobre dos apoyos metálicos y realizar el trazo (para primer corte de lámina para producto).

En este proceso se alista y trabaja con láminas de acero inoxidable AISI 304 de diferentes calibres; dos de calibre C-12, una de calibre C-18, una de calibre C-20, para iniciar con la fabricación del cuerpo de la marmita, estas láminas son trazadas y repujadas con troqueladora para sacar discos internos y externos, recubrimiento externo y aislamiento, respectivamente. Se hace un proceso de revisión para verificar los trazos y se modifican si es necesario.

Cuerpo cilíndrico.

Proceso de Trazo y/o repujado

En este proceso se alista y trabaja con láminas de acero inoxidable AISI 304 de diferentes calibres; dos de calibre C-12, una de calibre C-18, una de calibre C-20, para iniciar con la fabricación del cuerpo de la marmita, estas láminas son trazadas y repujadas con troqueladora para sacar discos internos y externos, recubrimiento externo y aislamiento, respectivamente. Se hace un proceso de revisión para verificar los trazos y se modifican si es necesario.

Corte y/o tronzado – laminas para cuerpo

La marmita está conformada por capas de láminas en acero inoxidable de forma cilíndrica que tienen una función específica. Las láminas de acero inoxidable AISI 304 de diferente calibre son cortadas en el área de corte de la siguiente manera:

Se encuentran tres láminas de C-12, la primera es para dos discos, disco de fondo interno y disco de fondo externo cortadas a 202 cm^2 cada una, la segunda para círculo interno de 198 m^2 que es el primer recubrimiento y la tercera para un círculo externo de 296 cm^2 . Entre estas láminas dos y tres se encuentra la cámara de combustible. La lámina de C-18 se usa para recubrimiento externo 224 mc^2 , entre esta lámina y la anterior se forma la cámara de gases quemados, y la lámina de C-20 para la cámara de aislamiento con 233 cm^2 , donde se ingresará una fibra de vidrio en un proceso siguiente.

Corte de fibra de vidrio

La fibra de vidrio es cortada con la misma medida que la lámina de calibre C-20, correspondiente a 233cm^2 .

Proceso de rolado.

En el proceso de rolado, se reciben las láminas destinadas a los cilindros internos y externos de calibre C-12, se doblan para formar el cuerpo cilíndrico de la Marmita industrial y al finalizar son enviadas en el siguiente proceso.

Las láminas destinadas a los cilindros internos y externos de calibre C-12, son pasadas por una roladora, esta consta de tres rodillos que ejercen fuerza, apretando y flexionando la laminar para dar la curvatura requerida para el cuerpo cilíndrico de la marmita. En caso de que la curva realizada no sea la adecuada se realiza nuevamente el proceso hasta obtener la curva deseada en la lámina.

Proceso de soldado.

El proceso de soldado de láminas es una operación que se realiza con soldadura de argón, para el cuerpo de la marmita se hace unión de discos internos y externos con puntos de soldadura, se revisan uniones antes de soldar completamente y se accede a insertar el aceite térmico.

Posteriormente se sueldan acoples de sección de tubos de calibre C-16 en la parte posterior del cuerpo de la marmita a una altura de 51cm , donde más adelante se instalará la válvula de alivio y manómetro.

Se puntea con soldadura el cilindro de calibre C-20 correspondiente al aislamiento, se perfora un espacio de 2 cm para que salga el monóxido de carbono. Se suelda el cilindro de la lámina de calibre C-18 donde va introducida la fibra de vidrio que permitirá ser aislante térmico. Se verifica y en caso de que requiera una adecuación se realiza, y finalmente se refuerza la soldadura.

Proceso de pulido.

El cuerpo de la marmita previamente soldado es dirigido al área de pulido donde se monta en un eje par ser rotado y pulido con mayor facilidad, se pulen todas las piezas a ensamblar con rotofera; esta es usada para quitar la rebaba de las superficies, permitiendo acabados finos y ayudando para alcance de áreas difíciles, y el esmeril angular; es usado para desbastar grandes superficies. Se repite el proceso si no está conforme.

Base para batidor.

Proceso de Trazo y/o repujado

En este proceso se alistan y se trazan trece tubos de calibre c-16 con una medida aproximada de 10.72 cm, para sacar; 2 tubos de 108 cm, 2 tubos de 73 cm, 4 tubos de 108 cm, 2 tubos de 20 cm, 1 tubos de 118 cm, 2 tubos de 60 cm, estos son cortados con una medida extra ya que se deben pulir para mejorar el acabado.

Corte y/o tronzado

A un tubo de 73 cm se le realizan cuatro puntos a 45°, para soldar un tubo de 118 cm de forma horizontal, al tubo horizontal se le realiza un hueco de 1 ½ pulgadas, y a los lados cuatro huecos de 3/8 de pulgada para acoplar a una platina de calibre C-10 de 21 cm de largo por 21 cm de ancho, a la platina se fijará el motor reductor en un proceso más adelante. Se colocan dos triángulos y se unen con las bases del reductor por medio de tornillos.

Se hace un proceso de revisión para verificar los trazos y se modifican si es necesario.

Soldado

Se sueldan los tubos según el armado realizado en el corte, se refuerza y se repite el proceso si la soldadura no es conforme.

Pulido

En este proceso se pulen todas las piezas antes de ensamblar, las piezas son pulidas con rotósfera por su tamaño y sus partes de difícil acceso. Se repite el proceso si no está conforme

Agitador o batidor

Proceso de Trazo y/o repujado

Para la base del agitador o batidor que va dentro del cuerpo cilíndrico de la marmita, se trabaja con un eje de acero, tubos de calibre C-16, platinas, teflón y tubos.

Corte y/o tronzado

Se realizan corte en máquina tronzadora que permite realizar cortes rápidos y precisos. Se corta un eje de acero de 1 ¼ de pulgada con 92 cm de largo, platinas de 1 ¼ pulgadas; cuatro de 33cm por 35 cm, dos laterales de 48 cm, una inferior de 87 cm, y 4 partes de teflón de ¼ de pulgada de 25 cm por 5cm.

En este proceso también se separan las piezas cortadas, se adecua el espacio requerido para los componentes que se deben colocar en otro proceso.

Soldado

Se sueldan los tubos y piezas según el armado realizado en el corte, se refuerza y se repite el proceso si la soldadura no es conforme.

Pulido

En este proceso se pulen todas las piezas antes de ensamblar, las piezas son pulidas con rotósfera por su tamaño y sus partes de difícil acceso. Se repite el proceso si no está conforme

Quemador

Trazo y/o repujado

Para el proceso se trazan dos discos de 10 cm de diámetro y un anillo en el cual se unirá a tubos perforados para realizar el quemador.

Corte y/o tronzado

Se realiza corte de dos discos de 10 cm de diámetro, también se corta un anillo de 2 cm de diámetro donde irán unidos 6 tubos de media por 32 cm, en cada tubo se realizan cinco huecos con rosca para los quemadores. Y se reforzara con platinas de 32 cm en la parte externa para la cocción.

Soldado

Se suelda el anillo y los 6 tubos al disco para formar el quemador, se refuerza y se repite el proceso si la soldadura no es conforme.

Pulido

En este proceso todas las piezas son pulidas antes de ensamblar, haciendo uso de un esmeril angular para desbastar el material, retirando la escoria después de la operación de corte y soldadura.

Tapa

Proceso de Trazo y/o repujado

Para realizar la tapa de la marmita se hace trazo en dos láminas de calibre C-12 y trazo para sacar bisagras que serán soldadas más adelante.

Corte y/o tronzado

En este proceso se usa una dobladora-cortadora, para realizar el corte de dos láminas de calibre C-18, la primera de 90 cm por 48 cm de diámetro, la segunda de 90 cm por 57 cm. En este proceso también se realiza un pico para el sistema de vacío profundo, que será soldado al cuerpo de la marmita según el cierre de la tapa.

Doblado

En esta fase se ingresan las láminas de acero calibre C-12 para realizar dobleces a la tapa de la marmita de 2 cm que va de los extremos hacia dentro, esto para acoplar las dos láminas de la tapa y posteriormente al cuerpo en otro proceso.

Soldado

Se sueldan dos bisagras a las dos láminas para unir las y formar un disco, y se sueldan dos manijas en ambas partes de la tapa, en este proceso se adapta el espacio para el eje del batidor, dejando un hueco de $\frac{1}{2}$ en el centro.

Pulido

En este proceso se pulen las dos láminas y las bisagras que fueron soldadas para retirar la rebaba y mejorar el acabado de la superficie, este proceso se hace con esmeril y rotofofera.

Proceso de ensamble.

En este proceso se hace recepción de las parte y piezas procesadas para ensamblar, se cuenta con cinco divisiones; ensamble de cuerpo, ensamble de agitador, ensamble base para el agitador, ensamble de tapa y ensamble total. Se visualiza un proceso de revisión para verificar el correcto ensamble y las piezas que tengan algún defecto son devueltas al proceso anterior.

Ensamble de cuerpo y componentes

Se realiza ensamble del cuerpo de la marmita compuesto por cilindro, tapa con manijas para apertura, base del cuerpo, quemador ubicado en la parte inferior de la marmita, se instalan componentes como termostato, manómetro y válvulas de alivio.

Ensamble de piezas para agitador

Se ensambla el cuerpo del batidor, este está compuesto por un eje metálico con cuatro aspas, a estas aspas se les instalan cuatro líneas de teflón de 5/16 pulgadas respectivamente, con una medida de 5 cm de ancho por 25 cm de largo.

Revisión de uniones

Se unen los dos componentes anteriores y se revisa su correcta unión para evitar fallos más adelante. Se unen todas las partes ensambladas

Inserción de otros componentes

Se inserta el aceite térmico y el gas para el quemador, posteriormente se realizan pruebas de su funcionamiento.

Proceso de instalación eléctrica.

En este proceso es donde se reciben todos los componentes eléctricos requeridos y el cuerpo totalmente ensamblado, se hace proceso de revisión para su correcta instalación.

En este se alistan materiales como el motor reductor, cable encauchetado, clavijas, suiche, reductor de voltaje, que serán instalados y revisados para su correcto funcionamiento. Este equipo queda funcionando a 220 Voltio y con 4,0 HP.

Proceso de pruebas.

Se realizan pruebas para establecer el correcto funcionamiento de cada componente eléctrico para descartar fallas que afecten el funcionamiento de la misma.

Proceso de acabados.

En el proceso de acabados, estos procesos se refieren a la colocación de láminas de información, estas son rectangulares con un tamaño de 7 cm de ancho por 15 cm de largo que contiene el logo de la empresa, referencia del producto y voltaje. Otros acabados se refieren a la colocación de botones, manijas, stickers de seguridad, entre otros.

Proceso de empaclado y despacho.

Estos empaques son en vinipel o guacal de madera, este depende del destino del producto o requerimiento del cliente. La empresa no cuenta con servicio de transporte, este es gestionado por el cliente.

3.2.4 Fortalezas y debilidades del área de producción.

Fortalezas	Bajo	Medio	Alto
Buena capacidad de producción		X	
Flexibilidad del producto			X
Ingenio y creatividad		X	
Habilidad, aprendizaje y destreza de mano de obra			X
Diversidad de material de trabajo			X
Maquinaria de punta		X	
Debilidades			
Ausencia de planificación y programación de la producción			X
Espacio físico reducido		X	
Sin estandarización de procesos			X
Inadecuada distribución física		X	
No existe sistema de control para evaluar estado de la producción			X
Tiempos métodos y movimientos no determinados			X
Deficiencia en el sistema de administración de materiales			X

Figura 19 Fortalezas y debilidades del área de producción
Fuente: Construcción del autor

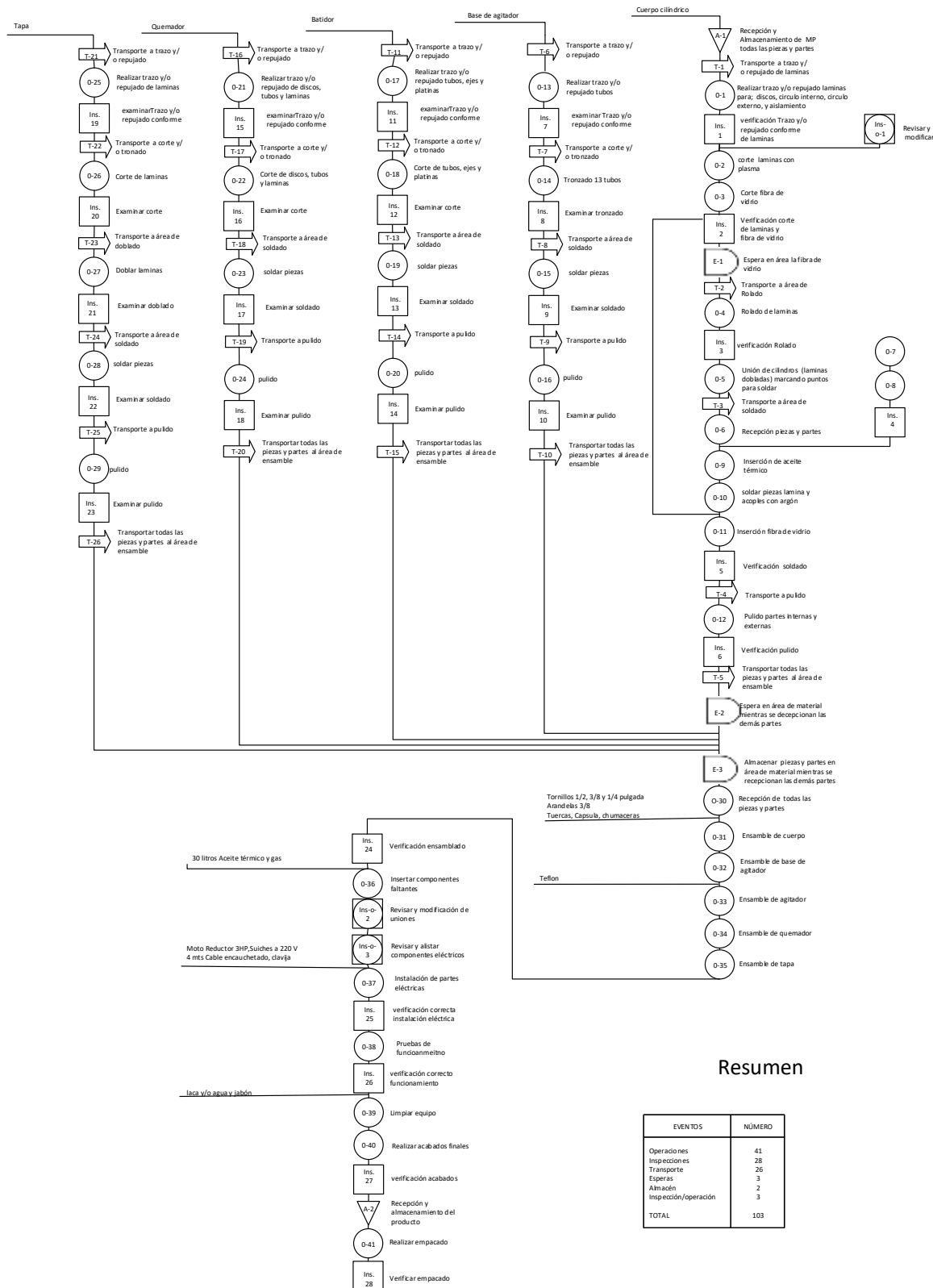


Figura 20 Diagrama combinado de proceso de Marmita industrial- sin tiempos.
Fuente: Construcción del autor

En la figura 20 se muestran 6 procesos con un total de 103 eventos, donde se encuentran 41 operaciones, 28 inspecciones, 26 transportes, 3 esperas y 5 operaciones mixtas que reflejan el proceso productivo para la fabricación de una Marmita industrial.

3.2.5 Análisis del proceso diagrama de operaciones.

Las actividades del proceso de desarrollo del producto inician con una negociación, donde el cliente llega con todos los requerimientos y características que debe tener el producto, o en ocasiones la actividad que desea realizar para ofrecerle un producto respecto a esa necesidad. Se evalúa la propuesta, se realiza la aceptación o rechazo del pedido del cliente, se evalúa la posible existencia en bodega para arreglo y despacho en menor tiempo, o si se accede a la fabricación se evalúa si el modelo del producto es posible realizarlo o requiere modificación, además se evalúan costos y tiempos de entrega. La siguiente actividad es la fabricación, donde se da seguimiento a los requerimientos que el cliente exige. Finalmente se llega a la aprobación del desarrollo del producto donde el prototipo final es aceptado por el cliente.

3.3 Análisis del diagnóstico

En este capítulo se encuentra descrita la interpretación de la información expuesta en los capítulos anteriores.

La planta de producción está ubicada en un primer piso con un área de 149.184 m², esta se divide en 14 estaciones de trabajo donde se encuentran el área de materia prima – lámina, área de corte donde se hace trazo previo y ésta a su vez está dividida en tres partes con equipos como cortadora, tronzadora y cizalla, área de doblado, área de enrolado, área de ensamble, área de herramientas, área de armado, área de solado, área de pulido, área de torneado, área de lavado, área de plasma, área de compresor y área de almacenamiento, estas áreas se usan según el producto a realiza.

3.3.1 Diagrama causa – efecto.



Figura 21 Diagrama causa-efecto de factores que afectan la productividad en procesos de producción de industriales en Industrias Cardín & Cia Ltda..

Fuente: Construcción del autor

A continuación, se presentan las causas de la baja productividad en los procesos productivos de la empresa a través de las 6M del Ishikawa:

Maquinaria y equipo.

Actualmente se presenta un mal manejo de las herramientas, estas son rotadas continuamente, afectando diferentes operaciones donde se requiere la herramienta, causando un “stop” para su búsqueda y continuación del trabajo. Este problema se presenta por la falta de herramientas apropiadas en cada área de trabajo y su mala ubicación.

Existen equipos sin uso en planta, ocupando espacios y obstruyendo el tránsito del personal.

Método de trabajo.

La empresa no realiza una correcta planeación de la producción, esta planeación no está definida y se desarrolla “empíricamente”, lo que quiere decir, que el personal tiene el conocimiento por experiencias obtenidas y no por el conocimiento establecido del proceso. Al no tener definidos los procesos tampoco existen tiempos estándares establecidos para el mismo.

Mano de obra.

La producción se ve afectada por la falta de control y supervisión de los trabajadores, quienes en ausencia de su jefe no cumplen correctamente sus funciones, este factor hace que las condiciones “consideradas correctas” sean tomadas por los trabajadores.

Medición.

Por la falta de conocimiento, documentación y planeación de los procesos, los productos en ocasiones no cumplen con las mismas especificaciones de fabricación, el trabajador incurre en la utilización de más tiempo de producción sin problema ya que no existe medición ni control de tiempos en procesos.

Medio ambiente.

Las áreas, aunque se encuentran delimitadas, no presentan una correcta organización, hace falta una cultura de orden y aseo ya que se han encontrado objetos ajenos a los apropiados en planta, o la falta de orden de herramientas o productos en proceso, que obstruyen paso o pueden ser causal de accidentes.

La empresa genera residuos metálicos, los cuales se reutilizan si es posible, los que no, son ubicados en un tanque de chapa metálico para chatarra, pero éstos no están ubicados de la forma correcta y el tanque no tiene la suficiente capacidad para abarcar con la cantidad de residuos generados, cuando este no da más a basto, el material es colocado alrededor del mismo, llegando a ocupar mayor espacio hasta el punto de obstruir parte del paso peatonal, o invadir alguna área de trabajo.

Otro aspecto es que no se tiene una adecuada comunicación entre gerencia y trabajadores, ya que existe permisividad y se generan malos entendidos, presentando llamados de atención, que afectan los tiempos del proceso.

Material.

Como no se presentan procesos estandarizados, no existen medidas estándares en la elaboración de los productos, lo que algunas veces genera mayor o mal uso de la materia prima.

A continuación, se muestran imágenes que reflejan la situación actual del área de producción, y el detalle de cada una para su comprensión.



Figura 22 Inadecuada ubicación y orden de herramientas de trabajo

En la figura 22 se observa la inadecuada ubicación de las herramientas de trabajo. Esta área se encuentra ubicada detrás de la máquina roladora, siendo este un punto crítico de posible accidentabilidad. También se presentan problemas ya que llega a ser de difícil acceso y los trabajadores optan por dejar las herramientas en las diferentes áreas de trabajo y no en la tabla de herramientas. Se identificó también que no se lleva un control de inventario de herramientas.



Figura 23 Desorden en diferentes áreas de trabajo

Se observa en el área de ensamble, donde se encuentra una mesa de trabajo, la presencia de botellas, papeles y cartón que no deberían estar ubicados de esta manera en dicha área. Otros desórdenes son encontrados en el área donde se encuentra el taladro de árbol, con materiales encima de la máquina como trapos, ollas y escobas, que pueden ser causales de accidentes.



Figura 24 Obstrucción de paso peatonal

Se observa en las fotos, la obstrucción de las vías peatonales, esto se presenta por no tener establecida un área de almacenamiento correcta, ya que la actual tiene un área limitada, lo que

provoca situaciones como esta, los equipos para entrega ocupan el espacio del área de ensamble, pero el mayor factor es la falta de orden de los mismos operarios.



Figura 25 Objetos ajenos a labor en área de trabajo

Se presentan objetos ajenos a la bodega dentro de la planta, detrás de maquinarias, que son factor de posible accidentabilidad.



Figura 26 Área dispuesta como almacén con espacio reducido

El área destinada para almacenamiento es un área muy limitada y no es óptima para la disposición de las máquinas terminadas, en esta área se encuentra un escritorio y materiales de primeros auxilios que son obstruidos por las máquinas y no facilitan su acceso.



Figura 27 Equipos sin uso en planta

Se presentan equipos en bodega que no están en uso y ocupan espacios que pueden ser aprovechados de una mejor manera, como el taladro fresador que se visualiza al lado izquierdo, y la troqueladora en la parte derecha.



Figura 28 Mal almacenamiento de material para empacado de productos

La disposición de materia prima para embalar la maquinaria es inadecuada, ocupando espacios de otros equipos y pudiendo ocasionar daños en los mismos.



Figura 29 Mala disposición de área de chatarra

El área dispuesta para la chatarra se encuentra entre el área de enrolado y el área de soldado, este espacio es de menos de 1 metro, haciendo uso de un tarro metálico para la disposición de residuos de láminas, aceros, cobre, zinc y otros como tarros de spray.

Ya que el tarro dispuesto para la chatarra no da abasto, los trabajadores optan por dejar alrededor del mismo los demás materiales en cajas de cartón, pero cuando los desechos son de gran tamaño, como se muestra en la figura a los lados, llegando a invadir las áreas aledañas de rolado y soldado, dichos materiales podrían ser motivo de accidente en las áreas invadidas.

3.4 Distribución de planta actual

Industrias Cardin & Cia Ltda tiene una planta de 16.65 m de ancho por 8.96 m de largo, para un total en área de 149.184 m². Esta planta es considerada poco industrializada por la maquinaria utilizada ya que la mayoría de estas son manuales. Ocupa además del espacio delimitado otras partes, como la oficina en la entrada, misma en la que se encuentra ubicada una zona de almacenamiento que es muy reducida teniendo en cuenta el tamaño de los productos, aunque este espacio no mantiene productos en espera mayor a dos días, se provocan el uso de otros espacios para almacenar productos terminados mientras su despacho.

Por otro lado, se presentan problemas para acceder al área de herramientas ya que se encuentran ubicadas en una pared y frente a esta, a 1 metro se encuentra la máquina roladora, esta distancia no es adecuada y dificulta el acceso a las herramientas repercutiendo en el tiempo de alistamiento para el inicio y desarrollo del proceso. Este es un problema que puede causar algún accidente de trabajo si algún trabajador decide tomar una herramienta cuando la máquina roladora está encendida y/o en funcionamiento.

Inicialmente, se muestra el plano actual de la empresa, con el flujo de desarrollo del producto, desde la recepción de materia prima (MP), hasta el empaque y despacho.

El proceso de operación, inicia desde el ingreso y transporte de la MP, las láminas de acero inoxidable están ubicadas en el área de láminas, estas son transportadas al área de trazo y/o repujado para láminas grandes, que se encuentra en el área de ensamble donde se disponen dos burritos para acostar las láminas y trazarlas, ubicado a 4 m, de distancia de la puerta de ingreso de materiales, al finalizar este proceso las láminas son cortadas con plasma en el mismo lugar y se cortan también acoples, a continuación va al área de rolado para curvar la lámina, que se encuentra a 5.5 m, posteriormente se lleva a área de soldadura para unir las láminas, esta área está situada a 2.02 m, al tener cuerpo cilíndrico y acoples se llevan las piezas al área de pulido a 6.04 m, todas estas partes son llevadas al área de ensamble a 10.5 m en espera de las demás partes.

En la fabricación de la base del agitador, quemador y tapa, se repite el trayecto anterior para cada uno del cuadro. Esto son los primeros procesos que se requieren para realizar el producto (cuerpo, base de agitador, agitador, quemador), pasando por trazo y/o repujado, corte y/o tronzado, soldado, pulido, haciendo excepción de la fase del cuerpo que tiene un proceso más de rolado, el quinto proceso correspondiente a la tapa solo adiciona el proceso de doblado. El proceso actual implica repetir el trayecto 5 veces para cada una de las cinco fases del proceso, incrementando tiempos de producción.

El operario nuevamente va al área de trazo y/o repujado para fabricar la base de batidor a 6.2 m, el corte de tubos en una tronzadora ubicada a 5.08 m, posteriormente se dirige al área de soldado a 6.2 m, se pulen los tubos en área de pulido a 6.5 m, se queda en espera, para realizar el agitador, a una distancia de 6.2 m, luego se corta en el área ubicada a 5.08 m, se llevan las partes al área de soldado a 7.33 m, se lleva al área de pulido que queda a una distancia de 6.5 m, se deja en espera para dar inicio a la fabricación del quemador, este debe ser trazado y se realiza en el área de trazo y/o repujado a 6.5 m, se corta a 5.8 m se suelda a 6.2 m, se pule a 6.5 m.

Posteriormente se inicia el proceso de fabricación de la tapa en el área de trazo y/o repujado, a 6.2 m, se lleva al área de corte y/o tronzado a 6.2 m, de lleva a la dobladora a 5.4 m, se lleva al área de soldado a 8.2 m, se lleva a pulido a 6.5 m, finalmente se llevan todas las partes anteriores

de cuerpo, base de batidor, batido y quemador al área de ensamble a 10.5 m, se ensamblan todas las partes y se realiza la conexión eléctrica y pruebas de funcionamiento.

Por lo anterior, es de importancia lograr una adecuada distribución de la planta, disminuyendo distancias de recorrido, evitando tiempos muertos y generando un proceso continuo, que mejoraría la productividad de la empresa, estos recorridos están detallados en la figura 30 para la Marmita Industrial.

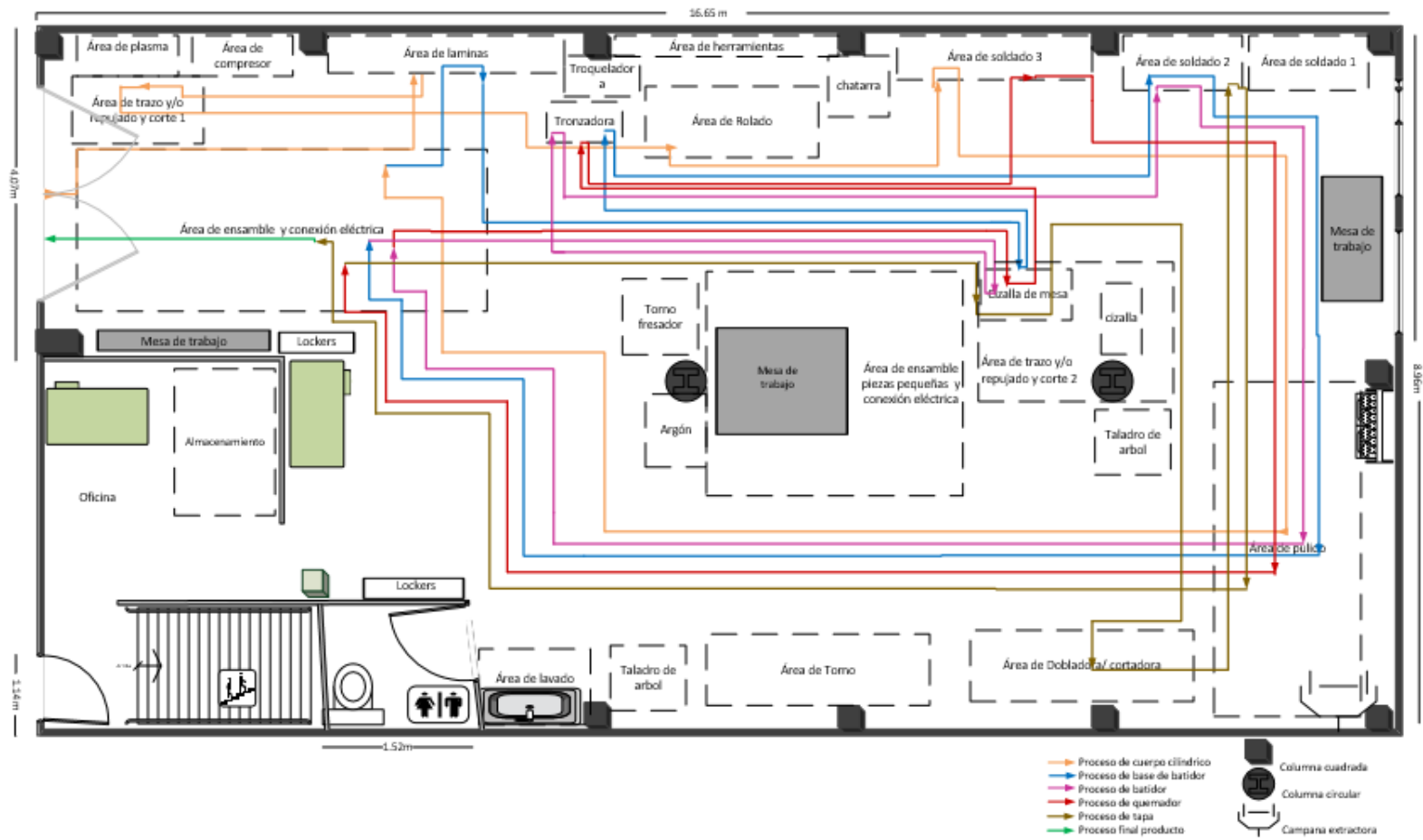


Figura 30 Diagrama de Recorrido Actual. Marmita industrial

Fuente: Construcción del autor

En la tabla 5, se muestran los tiempos y distancias, de los recorridos del flujo de operaciones según fases, con el fin de determinar el porcentaje de tiempos muertos existentes y buscar soluciones según el mayor índice existente.

Tabla 5 Recorrido actual del proceso de una Marmita Industrial

	Fases	transporte	Tiempo (min)	Distancia (m)	Tiempo (%)	Distancia (%)
Cuerpo cilíndrico	Transporte de MP trazo y/ o repujado laminas		0:02:00	4	14,2%	2,3%
	Transporte a área de Rolado		0:00:21	5,5	2,5%	3,2%
	Transporte a área de soldado		0:00:20	2,02	2,4%	1,2%
	Transporte a pulido		0:00:18	6,04	2,1%	3,5%
	Transportar todas piezas y partes a ensamble		0:01:00	10,5	7,1%	6,2%
Base agitador	Transporte de MP trazo y/ o repujado		0:00:20	6,2	2,4%	3,6%
	Transporte a corte y/o tronzado		0:00:33	5,08	3,9%	3,0%
	Transporte a área de soldado		0:00:20	6,2	2,4%	3,6%
	Transporte a pulido		0:00:15	6,5	1,8%	3,8%
	Transportar todas piezas y partes a ensamble		0:01:00	10,5	7,1%	6,2%
Agitador o Batidor	Transporte de MP trazo y/ o repujado		0:00:33	6,2	3,9%	3,6%
	Transporte a corte y/o tronado		0:00:27	5,08	3,2%	3,0%
	Transporte a área de soldado		0:00:20	7,33	2,4%	4,3%
	Transporte a pulido		0:00:15	6,5	1,8%	3,8%
	Transportar todas piezas y partes a ensamble		0:01:00	10,5	7,1%	6,2%
Quemador	Transporte de MP trazo y/ o repujado		0:00:22	6,5	2,6%	3,8%
	Transporte a corte y/o tronado		0:00:27	5,8	3,2%	3,4%
	Transporte a área de soldado		0:00:20	6,2	2,4%	3,6%
	Transporte a pulido		0:00:15	6,5	1,8%	3,8%
	Transportar todas piezas y partes a ensamble		0:01:00	10,5	7,1%	6,2%
Tapa	Transporte de MP trazo y/ o repujado		0:00:22	6,2	2,6%	3,6%
	Transporte a corte y/o tronado		0:00:27	0	3,2%	0,0%
	Transporte a área de doblado		0:00:18	5,4	2,1%	3,2%
	Transporte a área de soldado		0:00:15	8,2	1,8%	4,8%
	Transporte a pulido		0:00:15	6,5	1,8%	3,8%
TOTAL	Transportar todas piezas y partes a ensamble		0:01:00	10,5	7,1%	6,2%
					19%	22%
			0:14:03	170,45	100%	100%

Fuente: Construcción del autor

En la tabla 6, se detallan en resumen los tiempos y distancias, de los recorridos existentes del flujo de operaciones, para mejor claridad.

Tabla 6 Resumen de Recorrido actual del proceso de una Marmita Industrial

Estaciones	Operaciones	Tiempo (min)	Distancia (m)	Tiempo (%)	Distancia (%)
trazo y/o repujado	Transportar las piezas a Trazo y/o repujar todas las piezas de las 5 fases	0:03:37	29,1	26%	17,1%
corte y/o tronzado	Transportar las piezas a cortar y/o tronzar todas las piezas de las 5 fases	0:01:54	15,96	14%	9,4%
Rolado	Transportar las piezas a rarea de roladora para cuerpo cilíndrico	0:00:21	5,5	2%	3,2%
Doblado	Transportar laminas para tapa a dobladora	0:00:18	5,4	2%	3,2%
Soldado	Transportar las piezas a área de Soldado	0:01:35	29,95	11%	17,6%
Pulido	transportar piezas a área de Pulido	0:01:18	32,04	9%	18,8%
ensamble	Transportar todas las piezas y partes al área de ensamble	0:05:00	52,5	36%	30,8%
Total		0:14:03	170,45		

Fuente: Construcción del autor

Relacionado las dos tablas anteriores, se observa que en las diferentes fases se hace repetición de cada una de las áreas para la fabricación de las distintas partes de la marmita, lo cual incrementa los recorridos y los tiempos.

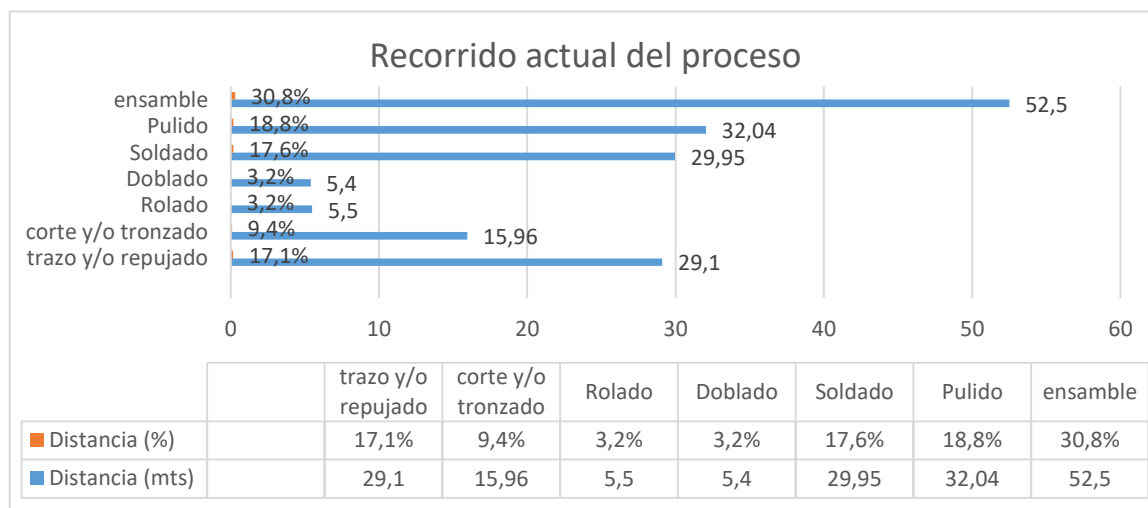


Figura 31 Resumen de Recorrido actual del proceso de una Marmita Industrial.

Fuente: Construcción del autor

Como se muestra en la figura 31 el mayor recorrido es dirigido al área de ensamble, para éste se hace un recorrido de 52.5 m equivalente al 30.8% de participación dentro del flujo productivo, por lo que se toma en cuenta para el tema de estudio, para llegar a la causa raíz, y

reducir al mínimo dichas distancias, para así poder eliminar los tiempos muertos frecuentes en las operaciones de la empresa.

3.5 Estudio de tiempos

El estudio se realizó primero con el levantamiento y división del diagrama de flujo de proceso presentado en la figura 20, respecto a tres fases del proceso; cuerpo, base, batidor, quemador y tapa, para dar claridad de cada proceso y mejor explicación.

Para la obtención de datos, se realizaron tres visitas a la planta, durante tres días seguidos y tres visitas más a lo largo de dos semanas, en las cuales se logró la recolección de datos necesarios para los tiempos de proceso del producto en estudio, se hizo uso de cámara y videos para registro de fotos y registro de tiempos, y se realizaron escritos para aclaración en los procesos. En el **Anexo F** se visualizan los datos de tiempos de operación.

A continuación, se muestra un estudio de tiempos realizado del proceso, para cada una de las estaciones del proceso productivo. En éste se mostrarán todas las actividades tanto productivas como improductivas realizadas en cada gestión.

En la **Anexo G** se presenta el diagrama de operación de proceso con tiempos. Se visualiza el diagrama de flujo de proceso, se detallan los tiempos por estación con la finalidad de determinar las mayores pérdidas y localizar el problema crítico.

Tabla 7 Tiempos productivos e improductivos actuales

Fases	t produc (min)	% produc	t improdu (min)	% improduc	total	total %
Cuerpo cilíndrico	2:05:55	20%	2:03:25	20%	4:09:20	40%
Base de agitador	0:32:06	5%	0:26:28	4%	0:58:34	9%
Batidor de agitador	0:20:56	3%	0:14:35	2%	0:35:31	6%
Quemador	0:19:06	3%	0:14:24	2%	0:33:30	5%
Tapa	0:12:31	2%	0:14:37	2%	0:27:08	4%
Ensamble total	2:47:35	27%	0:50:07	8%	3:37:42	35%
Total	6:18:09	61%	4:03:36	39%	10:21:45	100%
Total min	378.01		243.6		621.75	

Fuente: Construcción del autor

En la tabla 7 se muestra que hay porcentajes de tiempo que de alguna forma terminan siendo significativos y que son improductivos, lo que implica que estos se están perdiendo a causa del desorden en la cadena de producción, estos mismos están discriminados por etapas de tal manera en la que se pueda observar una mayor pérdida es en la estación de Cuerpo Cilíndrico con 20% de tiempo improductivo, seguido de la estación de Ensamble con 8% de tiempos improductivos.

3.5.1 Fase de cuerpo de marmita

ubicación: Empresa Industrias Cardin y Cia Ltda - Salitre				resumen						
Actividad: Proceso de Marmita industrial				Evento		tiempo				
fecha: 8/8/2018				Operación		2:31:43				
operador: Juan Arboleda				Transporte		0:03:59				
encierre: en un círculo el método y tipo apropiado				Espera		1:08:26				
Método: ☒ Presente ☐ Propuesto				inicia: cortadora		Inspección		0:05:12		
tipo: ☒ Trabajado ☐ Material				finaliza: pulidora		operación/almacen		0:03:00		
Comentarios: la marmita industrial esta compuesta por varias piezas dependiendo del tamaño de la misma; variando en un 55% la cantidad de piezas; si las marmitaran de menor capacidad, ya que de una grande (120 Gal) se pueden obtener dos de menor capacidad (60 Gal) en el área de corte.				Inspección/Operació		0:03:00				
				total tiempo (min)		4:03:20				
				total distancia (m)		37				
Descripción Actividades				símbolos				Tiempo	Distancia	
				Op. Trp. Ctr. Esp. Al.				(min)	a (mts)	
Cuerpo	Recepción y Almacenamiento de todas las piezas y partes			☒	☐	☐	☐	☐	0:03:00	
	Transporte a trazo y/o repujado de laminas			☒	☐	☐	☐	☐	0:02:00	4
	Realizar trazo y/o repujado laminas para cuerpo cilindrico			☒	☐	☐	☐	☐	0:10:00	2,5
	verificación Trazo y/o repujado conforme de laminas			☒	☐	☐	☐	☐	0:01:10	
	Revisar y modificar			☒	☐	☐	☐	☐	0:03:00	
	corte laminas con plasma			☒	☐	☐	☐	☐	0:06:00	
	de vidrio			☒	☐	☐	☐	☐	0:10:00	
	Verificación corte de laminas y fibra de vidrio			☒	☐	☐	☐	☐	0:00:14	
	Espera en área la fibra de vidrio			☒	☐	☐	☐	☐	0:58:26	
	Transporte a área de Rolado			☒	☐	☐	☐	☐	0:00:21	5,5
	Rolado de laminas			☒	☐	☐	☐	☐	0:03:05	
	verificación Rolado			☒	☐	☐	☐	☐	0:01:10	
	Unión de cilindros marcando puntos para soldar			☒	☐	☐	☐	☐	0:03:00	
	Transporte a área de soldado			☒	☐	☐	☐	☐	0:00:20	2,02
	Recepción piezas y partes			☒	☐	☐	☐	☐	0:00:03	
	Recepción acoples			☒	☐	☐	☐	☐	0:00:03	
	Trenar acoples			☒	☐	☐	☐	☐	0:01:20	3,4
	Examinar acoples			☒	☐	☐	☐	☐	0:00:52	
	Inserción de aceite térmico			☒	☐	☐	☐	☐	0:30:00	
	soldar piezas lamina y acoples con argón			☒	☐	☐	☐	☐	0:18:00	3,5
Inserción fibra de vidrio			☒	☐	☐	☐	☐	0:20:00		
Verificación soldado			☒	☐	☐	☐	☐	0:00:40		
Transporte a pulido			☒	☐	☐	☐	☐	0:00:18	6,04	
Pulido partes internas y externas			☒	☐	☐	☐	☐	0:50:00		
Verificación pulido			☒	☐	☐	☐	☐	0:01:06		
Transportar todas las piezas y partes al área de ensamble			☒	☐	☐	☐	☐	0:01:00	10,5	
Espera en área mientras la recepción de las demás partes			☒	☐	☐	☐	☐	0:12:00		
TOTAL								4:03:20	37	

Figura 32 Diagrama de operaciones para cuerpo de marmita.

Fuente: Construcción del autor

Tabla 8 Resumen de tiempos en el proceso para cuerpo cilíndrico de la marmita

Proceso	t productivos	t improductivos	Total	Porcentaje
Operación	1:51:43	0:40:00	2:31:43	62,9%
Transporte		0:03:59	0:03:59	1,7%
Demora		1:10:26	1:08:26	28,4%
Inspección	0:05:12		0:05:12	2,2%
Almacén		0:09:00	0:03:00	1,2%
inspección/operación	0:09:00		0:09:00	3,7%
Total	2:05:55	2:03:25	4:01:20	100%
Total (min)	125.9	123.4	241.0.3	
EFICIENCIA				69%

Fuente: Construcción del autor

En la tabla 8 se observa el 69% de eficiencia del proceso para el cuerpo de la marmita, detallados en los tiempos productivos para las actividades de “inspección” con 2.2%, e “inspección/operación” 3.7%. Además, los tiempos improductivos en esta área representan un 51.14%, en estos se encuentran las “demoras” con 28.4% indicador que afecta la eficiencia general del proceso. Se visualiza también en el proceso de “operación” con un 62.9%. Se encuentran

tiempos productivos e improductivos, estos tiempos improductivos equivalentes a 40 min. Estos tiempos son referentes a tiempos imputables a la organización como interrupciones, inactividad por falta de algún material y falta de organización, factores también imputados directamente al trabajador como desconcentración o mala ejecución.

3.5.2 Fase base de batidor

ubicación: Empresa Industrias Cardín y Cía Ltda - Salitre					resumen						
Actividad: Proceso de Marmita industrial					Evento		tiempo				
fecha: 8/8/2018					Operación		0:41:00				
operador: Juan Arbolada			Analisis:		Transporte		0:02:28				
encierra en un círculo el método y tipo apropiado					Espera		0:12:00				
Método: ☒ Presente ☐ Propuesto		inicia		cortadora		Inspección		0:03:06			
tipo ☒ Trabajador ☐ Material		finaliza		pulidora		operación/almacén					
Comentarios: en esta actividad se da una de las partes importantes de la máquina por la función que cumple, el tiempo de proceso es variable en relación con una marmita de menor capacidad (50 gal).					Inspección/Operación						
					total		0:58:34				
					distancia(mts)		25				
Descripción Actividades					simbolos			Tiempo (min)		Distancia (mts)	
					Op.	Trp.	Ctr.	Esp	Al		
base batidor	transporte a trazo y/o repujado									0:00:20	6,8
	Realizar trazo y/o repujado tubos para base de agitador									0:03:00	
	examinar Trazo y/o repujado conforme									0:01:22	
	Transporte a corte y/o tronizado									0:00:33	5,08
	Tronizado 13 tubos									0:02:00	
	Examinar tronizado									0:00:14	
	Transporte a área de soldado									0:00:20	6,2
	soldar piezas									0:18:00	
	Examinar soldado									0:00:20	
	Transporte a pulido									0:00:15	6,5
	pulido									0:12:00	
	Examinar pulido									0:01:10	
	transportar todas las piezas al área de ensamble									0:01:00	
	Espera en área de material mientras se resecpcionan las demás partes									0:12:00	
TOTAL										0:58:34	25

Figura 33 Diagrama de operaciones para base del agitador de la marmita.

Fuente: Construcción del autor

Tabla 9 Resumen de tiempos en el proceso para base del agitador de la marmita

Proceso	t productivos	t improductivos	Total	Porcentaje
Operación	0:29:00	0:12:00	0:41:00	70,0%
Transporte		0:02:28	0:02:28	4,2%
Demora		0:12:00	0:12:00	20,5%
Inspección	0:03:06		0:03:06	5,3%
Almacén			0:00:00	0,0%
inspección/operación			0:00:00	0,0%
Total	0:32:06	0:26:28	0:58:34	100%
EFICIENCIA				55%

Fuente: Construcción del autor

En la tabla 9 se observa la fase de fabricación para la base del batidor con una eficiencia del 55%, detalladas en los tiempos productivos para las actividades de “inspección” con 5.3%. Además, los tiempos improductivos en esta área representan un 41.19%, en estos se encuentran las “demoras” con 20.5% indicador que afecta la eficiencia general del proceso. Se visualiza

también en el proceso de “operación” con un 70%. Se encuentran tiempos productivos e improductivos, estos tiempos improductivos equivalentes a 12 min. Estos tiempos son referentes a tiempos imputables a la organización como interrupciones, inactividad por falta de algún material y falta de organización, factores también imputados directamente al trabajador como desconcentración o mala ejecución.

ubicación: Empresa Industrias Cardín y Cía Ltda - Salitre		resumen		
Actividad: Proceso de Marmita industrial		Evento	tiempo	
fecha: 8/8/2018		Operación	0:18:00	
operador: Juan Arboleda	Análisis:	Transporte	0:02:35	
encierra en un círculo el método y tipo apropiado		Demora	0:12:00	
Método: ☒ Presente ☐ Propuesto	inicia cortadora	Inspección	0:02:56	
tipo: ☒ Trabajador ☐ Material	finaliza pulidora	operación/almacén		
Cementerío		Inspección/Operación		
		total	0:35:31	
		total	31	
Descripción Actividades		simbolos	Tiempo (min)	
		Op. Trp. Ctr. Esp. Al.	Distancia (mts)	
batidor	Transporte a trazo y/o repujado	☒ ☐ ☐ ☐ ☐	0:00:33	5,08
	Realizar trazo y/o repujado tubos, ejes y platinas para Batidor	☒ ☐ ☐ ☐ ☐	0:05:00	
	examinarTrazo y/o repujado conforme	☒ ☐ ☐ ☐ ☐	0:01:22	
	Transporte a corte y/o tronado	☒ ☐ ☐ ☐ ☐	0:00:27	3,32
	Corte de tubos, ejes y platinas	☒ ☐ ☐ ☐ ☐	0:02:00	
	Examinar corte	☒ ☐ ☐ ☐ ☐	0:00:14	
	Transporte a área de soldado	☒ ☐ ☐ ☐ ☐	0:00:20	5,47
	soldar piezas	☒ ☐ ☐ ☐ ☐	0:06:00	
	Examinar soldado	☒ ☐ ☐ ☐ ☐	0:00:20	
	Transporte a pulido	☒ ☐ ☐ ☐ ☐	0:00:15	6,5
	pulido	☒ ☐ ☐ ☐ ☐	0:05:00	
	Examinar pulido	☒ ☐ ☐ ☐ ☐	0:01:00	
	Transportar todas las piezas y partes al área de ensamble	☒ ☐ ☐ ☐ ☐	0:01:00	10,5
	Espera en área de material mientras se recepcionan las demás	☒ ☐ ☐ ☐ ☐	0:12:00	
	TOTAL			0:35:31

Figura 34 Diagrama de proceso de flujo para batidor de la marmita.

Fuente: Construcción del autor

3.5.3 Fase de batido

Tabla 10 Tiempos para batidor de la marmita

Proceso	t productivo	t improductivo	Total	Porcentaje
Operación	0:18:00		0:18:00	50,7%
Transporte		0:02:35	0:02:35	7,3%
Demora		0:12:00	0:12:00	33,8%
Inspección	0:02:56		0:02:56	8,3%
Almacén			0:00:00	0,0%
inspección/operación			0:00:00	0,0%
Total	0:20:56	0:14:35	0:35:31	100%
EFICIENCIA				59%

Fuente: Construcción del autor

En la tabla 10 se observa la fase de fabricación para el batidor con una eficiencia del 59%, detalladas en los tiempos productivos para las actividades de “operación” con 50.7%, “inspección” con 8.3%. Además, los tiempos improductivos en esta área representan el 41.06 %, en estos se encuentran “demoras” con 33.8 % indicador que afecta la eficiencia general del proceso. Estos tiempos improductivos requiere reducirse evitando pérdidas.

3.5.4 Fase del quemador

ubicación: Empresa Industrias Cardin y Cia Ltda - Salitre				resumen				
Actividad: Proceso de Marmita industrial				Evento		tiempo		
fecha: 8/8/2018				Operación		0:16:00		
operador: Juan Arboleda				Analisis:		Transporte		
encierre en un círculo el método y tipo apropiado						Demora		
Método: <u>Presente</u> Propuesto				inicia cortadora		0:12:00		
tipo <u>Trabajador</u> Material				finaliza pulidora		Inspección		
						operación/almacén		
Comentarios: En el proceso productivo estas piezas no suelen variar para cada marmita independientemente de la capacidad.				Inspección/Operación				
				total		0:33:30		
				total		31		
Descripción Actividades				simbolos			Tiempo	
				Op.	Trp.	Ctr.	Distancia	
							(mts)	
quemador	Transporte a trazo y/o repujado			☒	☐	☐	0:00:22	5,08
	Realizar trazo y/o repujado de discos, tubos y laminas para			☒	☐	☐	0:05:00	
	examinarTrazo y/o repujado conforme			☒	☐	☐	0:01:22	
	Transporte a corte y/o tronado			☒	☐	☐	0:00:27	6,2
	Corte de discos, tubos y laminas			☒	☐	☐	0:02:00	
	Examinar corte			☒	☐	☐	0:00:14	
	Transporte a área de soldado			☒	☐	☐	0:00:20	2,8
	soldar piezas			☒	☐	☐	0:05:00	
	Examinar soldado			☒	☐	☐	0:00:30	
	Transporte a pulido			☒	☐	☐	0:00:15	6,5
	pulido			☒	☐	☐	0:04:00	
	Examinar pulido			☒	☐	☐	0:01:00	
	Transportar todas las piezas y partes al área de ensamble			☒	☐	☐	0:01:00	10,5
	Espera en área de material mientras se recepcionan las demás			☒	☐	☐	0:12:00	
TOTAL							0:33:30	31

Figura 35 Diagrama de operaciones para quemador de la marmita.

Fuente: Construcción del autor

Tabla 11 Resumen de tiempos en el proceso para quemador de la marmita

Proceso	t productivo	t improductivo	Total	Porcentaje
Operación	0:16:00		0:16:00	47,8%
Transporte		0:02:24	0:02:24	7,2%
Demora		0:12:00	0:12:00	35,8%
Inspección	0:03:06		0:03:06	9,3%
Almacén			0:00:00	0,0%
inspección/operación			0:00:00	0,0%
Total	0:19:06	0:14:24	0:33:30	100%
EFICIENCIA				57%

Fuente: elaboración propia

En la tabla 11 se observa la fase de fabricación para el quemador con una eficiencia del 57%, detalladas en los tiempos productivos para las actividades de “operación” con 47.8%, “inspección” con 9.3%. Además, los tiempos improductivos en esta área representan el 43%, en estos se encuentran “demoras” con 35.8 % indicador que afecta la eficiencia general del proceso. Este tiempo requiere reducirse evitando pérdidas de tiempos.

3.5.5 Fase de tapa

ubicación: Empresa Industrias Cardín y Cía Ltda - Salitre					resumen						
Actividad: Proceso de Marmita industrial					Evento		tiempo				
fecha: 8/8/2018					Operación		0:10:02				
operador: Juan Arboleda					Transporte		0:02:37				
Analisis:					Demora		0:12:00				
encierre en un círculo el método y tipo apropiado					Inspección		0:02:29				
Método: <u>Presente</u> Propuesto					inicia: cortadora						
tipo: <u>Trabajador</u> Material					finaliza: pulidora		operación/almacén				
Comentarios:					Inspección/Operación						
					total		0:27:08				
					total		42				
Descripción Actividades					simbolos					Tiempo	Distancia
					Op.	Trp.	Ctr.	Esp.	Al.	(min)	a (mts)
tapa	Transporte a trazo y/o repujado				→				✓	0:00:22	5,08
	Realizar trazo y/o repujado de laminas para tapa				→				✓	0:03:00	
	examinar trazo y/o repujado conforme				→				✓	0:01:22	
	Transporte a corte y/o tronado				→				✓	0:00:27	6,2
	Corte de laminas				→				✓	0:02:00	
	Examinar corte				→				✓	0:00:14	
	Transporte a área de doblado				→				✓	0:00:18	5,4
	Doblar laminas				→				✓	0:01:02	
	Examinar doblado				→				✓	0:00:18	
	Transporte a área de soldado				→				✓	0:00:15	8,2
	soldar piezas				→				✓	0:02:00	
	Examinar soldado				→				✓	0:00:30	
	Transporte a pulido				→				✓	0:00:15	6,5
	pulido				→				✓	0:02:00	
	Examinar pulido				→				✓	0:00:05	
Transportar todas las piezas y partes al área de ensamble				→				✓	0:01:00	10,5	
Espera en área de material mientras se recepcionan las demás				→				✓	0:12:00		
TOTAL										0:27:08	42

Figura 36 Diagrama de operaciones para tapa de la marmita.

Fuente: Construcción del autor

Tabla 12 Resumen de tiempos en el proceso para tapa de la marmita

Proceso	t productivo	t improductivo	Total	Porcentaje
Operación	0:10:02		0:10:02	37,0%
Transporte		0:02:37	0:02:37	9,6%
Demora		0:12:00	0:12:00	44,2%
Inspección	0:02:29		0:02:29	9,2%
Almacén			0:00:00	0,0%
inspección/operación			0:00:00	0,0%
Total	0:12:31	0:14:37	0:27:08	100%
EFICIENCIA				46%

Fuente: Construcción del autor

En la tabla 12 se observa la fase de fabricación para la tapa con una eficiencia del 46%, detalladas en los tiempos productivos para las actividades de “operación” con 37%, “inspección” con 9.2%. Además, los tiempos improductivos en esta área representan el 53.87%, en estos se encuentran “demoras” con 44.2 % indicador que afecta la eficiencia general del proceso. Este tiempo requiere reducirse evitando perdidas de tiempos.

3.5.6 Fase ensamble completo de producto

ubicación: Empresa Industrias Cardín y Cía Ltda - Salitre				resumen	
Actividad: Proceso de Marmita industrial				Evento	tiempo
fecha: 8/8/2018				Operación	3:04:00
operador: Juan Arboleda		Análisis:		Transporte	
encierre en un círculo el método y tipo apropiado				Demoras	
Método: ☒ Presente ☐ Propuesto		inicia		Inspección	0:15:35
tipo ☒ Trabajador ☐ Material		finaliza		operación/almacén	0:10:07
Comentarios				Inspección/Operación	0:08:00
				total	3:37:42
				total distancia(mts)	0
Descripción Actividades				simbolos	
				Op	Tiempo (min)
				Trp.	Distancia (mts)
				Ctr.	
				Esp	
				Al	
Ensamble completo	Recepción de todas las piezas y partes			☒	0:03:00
	Ensamble de cuerpos			☒	0:40:00
	Ensamble de base de agitador soldar			☒	0:23:00
	Ensamble de agitador			☒	0:20:00
	Ensamble de quemador			☒	0:20:00
	Ensamble de tapa			☒	0:01:00
	Verificación ensamblado			☒	0:01:04
	Insertar componentes faltantes			☒	0:20:00
	revisar y modificar uniones			☒	0:02:00
	Revisar y ajustar componentes eléctricos			☒	0:06:00
	Instalación de partes eléctricas			☒	0:25:00
	verificación correcta instalación eléctrica			☒	0:02:02
	Pruebas de funcionamiento			☒	0:06:00
	verificación correcto funcionamiento			☒	0:10:00
	Limpiar equipo			☒	0:08:00
	Realizar acabados finales			☒	0:03:00
	verificación acabados			☒	0:01:00
	Recepción y almacenamiento del producto			☒	0:10:07
Realizar empaqueado			☒	0:03:00	
Verificar empaqueado			☒	0:01:23	
TOTAL					3:37:42

Figura 37 Diagrama de operaciones para ensamble de la marmita.

Fuente: Construcción del autor

Tabla 13 Resumen de tiempos en el proceso para ensamble de la marmita

Proceso	t productivo	t improductivo	Total	Porcentaje
Operación	2:24:00	0:40:00	3:04:00	84,5%
Transporte		0:00:00	0:00:00	0,0%
Demora		0:00:00	0:00:00	0,0%
Inspección	0:15:35		0:15:35	7,2%
Almacén		0:10:07	0:10:07	4,6%
Inspección/operación	0:08:00		0:08:00	3,7%
Total	2:47:35	0:50:07	3:37:42	100%
EFICIENCIA				77%

Fuente: Construcción del autor

En la tabla 13 se observa la fase de fabricación para el ensamble final con una eficiencia del 77%, detalladas en los tiempos productivos para las actividades de “inspección” con 7.2%. y los tiempos improductivos en esta área representan un 23.02%; las inspecciones mixtas “operación/almacén” y “inspección/operación” con 4.6% y 3.7% respectivamente.

Se visualiza también en el proceso de “operación” con un 84.5%, se encuentran tiempos productivos e improductivos, estos tiempos improductivos equivalentes a 40 min. Estos tiempos son referentes a tiempos imputables a la organización como interrupciones y falta de organización, factores también imputados directamente al trabajador como desconcentración o mala ejecución.

Este tiempo podría reducirse recortando los tiempos para almacenar.

Tabla 14 Tiempos productivos totales Vs improductivos totales

Eficiencia vs tiempos Muertos		
Tiempos productivos	6:18:09	61%
Tiempos improductivos	4:03:36	39%
Total	10:21:45	100%
Total (min)	621.75	

Fuente: Construcción del autor

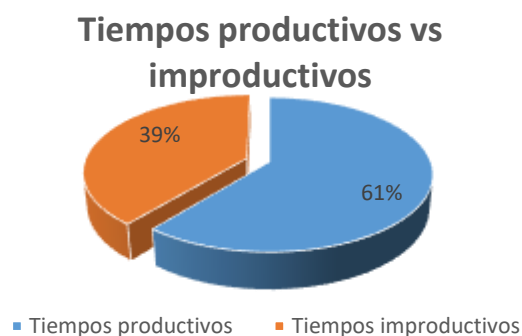


Figura 38 Gráfico de tiempos productivos Vs tiempos improductivos
Fuente: Construcción del autor

Después de conocer que el 39 % de los procesos productivos están afectados por demoras en entrega de material, transporte de estación a estación, pausas entre trabajadores y otros factores mencionados anteriormente, Se realiza un análisis de Pareto sobre las ocurrencias de los tiempos improductivos en cada una de las operaciones del proceso, con el fin de priorizar los defectos detectados para poder establecer medidas que permita correctivas y poder generar su eliminación. Tabla de priorización de tiempos improductivos detectados (**Anexo H**)

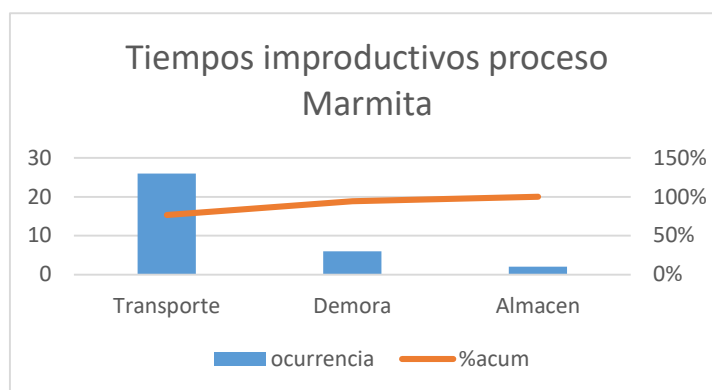


Figura 39 Diagrama Pareto- tiempos improductivos proceso Marmita.

Fuente: Construcción del autor

En la figura 39 se visualiza claramente cuáles son los tiempos improductivos más frecuentes en el proceso. Los tiempos de transporte son los de mayor ocurrencia representados en 76% del tiempo total detectado.

Los **tiempos de Transporte** se generan porque el material necesario se traslada entre estaciones, desde su inicio con las láminas de acero inoxidable para su trazo y/o repujado, hasta el producto finalizado que se almacena mientras se da el empaqueo para despacho del mismo. Estos tiempos se pueden reducir puesto que la distribución de la planta no está bien organizada y hace los recorridos más largos para el trabajador, como también los obstáculos que el mismo trabajador tiene que evitar o esquivar para poder pasar y trasladarse a la estación que necesita, generando tiempos muertos que deben eliminarse del proceso productivo.

Los **tiempos de demora** son dados por factores como la búsqueda de herramientas necesarias para la ejecución de sus operaciones, esto se presta principalmente por la dificultad de acceso a los mismos ya que la ubicación en la que actualmente se encuentran no es adecuada, lo que ha causado desorden y falta de control de estos.

Otro factor es que esta actividad es realizada por un solo operario, lo que implica que este finalice una actividad para dar continuación a la siguiente, por lo que el material o producto en proceso se deja en espera.

Los **tiempos de almacenamiento**, son dados por la existencia de materia prima esperando a ser procesada o productos existentes esperando su despacho.

3.6 Análisis de hallazgos

En esta parte del capítulo se realiza el análisis de los hallazgos encontrados en el diagnóstico, analizando los elementos más relevantes en cuanto a las variables de estudio

(productividad), identificando los elementos importantes para la propuesta de solución que se presentara más adelante en el siguiente capítulo.

3.6.1 Hallazgos

Luego de observar la información antes dispuesta según los problemas detectados y analizados con relación a las causas-efectos y las entrevistas realizadas (**Anexo I**), se realiza una relación causal, con el fin de resumir y organizar las causas del problema según nivel de importancia, todo esto representado en la figura 40.

La relación causal, determina la importancia o relevancia de las causas y los efectos, por ello se analiza la encuesta realizada al gerente, sub gerente y operario (**Anexo J**), y se relaciona con la tabla de comparación de causales que se encuentra en el **Anexo K**, para esta relación se asignan valores de 1 a 3, siendo 1 la menor importancia hasta 3 de mayor importancia, luego de la valoración se relaciona las respuestas respecto a las causas y se obtiene la tabla 15.

Tabla 15 Resumen comparación de causales

Efecto	Causa	Valor relevancia
MEDICION	falta de Instrumentos de medición	11
	falta de medición de productividad	12
METODO DE TRABAJO	falta planeación de producción	12
	carencia de documentación de procesos	12
	procesos no definidos	12
	desconocimiento del procedimiento	12
	mobiliario inadecuado	11
	falta de mobiliario	10
	ausencia de métodos de trabajo adecuados	12
MAQUINARIA	maquinaria sin utilizar	12
	obstrucción paso peatonal	12
	exceso de tiempos de recorrido	9
	herramientas ajenas al proceso	9
GESTION DE MATERIALES	inadecuada ubicación de material	11
	búsqueda de herramientas se demora	12
	búsqueda de material se demora	11
	demoras en entrega de materiales	11
	falta estandarización de materiales	12
	gestión inadecuada de almacén	10
	falta de espacio de almacenamiento	11
	falta de planificación de pedidos	9

Efecto	Causa	Valor relevancia
MANO DE OBRA	falta control y supervisión del personal	12
	falta aprovechamiento recursos humanos	10
	pocos tiempos productivos	8
	tiempos ociosos entre estaciones	8
	sobre carga de trabajo	12
	problemas ergonómicos	10
	falta de motivación de trabajadores	12
AMBIENTE LABORAL	desorganización en área de trabajo	11
	inadecuada distribución de estaciones de trabajo	11
	espacio reducido de trabajo	10
	falta de cultura orden y aseo	12
	clasificación de residuos inadecuada	8
	mala ubicación de residuos	12
	mala comunicación entre operarios y gerente	10
	Total	379

Fuente: Construcción del autor

Tabla 16 Tabulación resumen de comparación de causales

Causas	Valor	%	% acumulado
Inadecuada distribución de espacios de trabajo, exceso de tiempos improductivos	135	36%	36%
Falta planificación y control de métodos de trabajo, sobrecarga de trabajo y funciones	127	34%	69%
Desorden excesivo	64	17%	86%
Falta de mobiliario adecuado	21	6%	92%
Maquinaria sin utilizar	12	3%	95%
Problemas ergonómicos	10	3%	97%
Mala comunicación entre operario y gerente	10	3%	100%
TOTAL	379		

Fuente: Construcción del autor

Según los resultados obtenidos en la comparación de causales, siendo lo manifestado por los trabajadores y según las visitas directas realizadas donde se identificaron los problemas presentes que fueron nombrados en el numeral 3.3.1 Diagrama de causa-efecto, y registró fotográfico obtenido de dichas visitas explicadas en ese mismo numeral, se ratifican las falencias de mayor afectación y se clasifican en la gráfica 40.

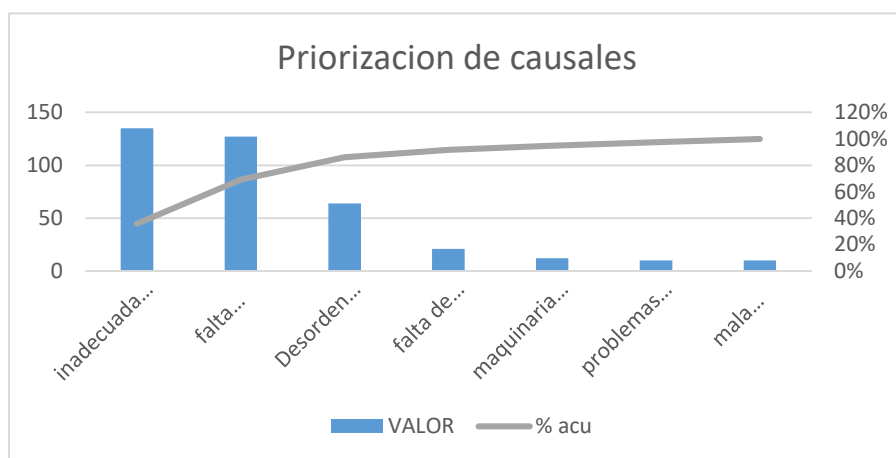


Figura 40 Diagrama Pareto-priorización de causales.
Fuente: Construcción del autor

De acuerdo con las tablas anteriores, y la información obtenida por las observaciones realizadas y análisis de diagramas de Pareto, se puede concluir que la empresa tiene dos problemas de mayor relevancia, como lo son la inadecuada distribución de los espacios junto con los tiempos que se debe tardar en desarrollar todas y cada una de las actividades de forma sistemática y la falta de planificación y control sobre los métodos de trabajo, sobrecargas y funciones.

Bajo ese orden de ideas la propuesta que genera el presente estudio está encaminada a mejorar la organización de la planta ya que produce pérdidas importantes de tiempo y energía a causa de los espacios mal distribuidos y tiempos improductivos presentes, además de la falta de organización y falta de planificación.

No se debe dejar de lado los demás problemas referentes al desorden excesivo y falta de mobiliario para mejorar el acceso a herramientas, y la correcta disposición de las máquinas que se encuentran sin uso.

Medición de Producción actual

Se requiere verificar los indicadores de productividad, esto mediante los tiempos de cada una de las etapas de construcción de la Marmita. Inicialmente se debe conocer el tiempo base de trabajo que determinará la principal restricción que se tiene que es el factor tiempo de los trabajadores que laboran ocho (8) horas en un día, seis (6) días a la semana.

$$\text{Tiempo base} = 8 \frac{h}{d} \times 60 \frac{m}{h} \times 6 \frac{d}{s} = 2880 \frac{m}{s}$$

Teniendo en cuenta las diversas fases que se requieren para la producción de la marmita, con la medición de los tiempos de cada una de estas, se tiene que la producción de una marmita se da en 621.75 minutos, es decir en más de 10 horas demora su tiempo de producción.

$$\text{Tiempo producción} = 621,75 \text{ m/marmita}$$

Tabla 17 Tiempos actuales en la producción de una marmita

Estación	Total (horas)
Cuerpo cilíndrico	4:09:20
Base de agitador	0:59:02
Batidor de agitador	0:35:31
Quemador	0:33:30
Tapa	0:27:08
Ensamble total	3:37:42
TOTAL	10:21:45
Total (min) (Tiempo producción)	621,75

Fuente: Construcción del autor

Considerando todo lo anterior se puede calcular la producción real así:

$$\text{Producción real} = \frac{\text{Tiempo base}}{\text{Tiempo ciclo real}} = \frac{2880 \text{ m/sem}}{621,75 \text{ m/marmita}} = 4,63 \text{ marmita/sem}$$

$$\text{Producción real} = 4,63 \text{ marmita/sem} \times 1 \text{ sem/6 días} = 0,77 \text{ marmita/día}$$

El resultado anterior permite concluir que una marmita, no se logra desarrollar en un día completo debido a los tiempos improductivos que el operador incurre por los desplazamientos y demoras dentro de la planta; la marmita demanda un día con dos horas y 21 minutos en su ejecución. Tomando los 2880 minutos que trabaja el operador en la semana y con el supuesto de que no existen tiempos improductivos, la producción teórica sería:

Tabla 18 Tiempos productivos actuales en la producción de una marmita

Estación	Tiempos productivos (horas)
Cuerpo cilíndrico	02:05:55
Base de agitador	0:32:06
Batidor de agitador	0:20:56
Quemador	0:19:06
Tapa	0:12:31
Ensamble total	2:47:35
Total	6:18:09
Total (min)	378,15

Fuente: Construcción del autor

$$\text{Producción teórica} = \frac{\text{Tiempo base}}{\text{Tiempo producción}} = \frac{2880^{\text{m}}/\text{sem}}{378,15^{\text{m}}/\text{marmita}}$$

$$\text{Producción teórica} = 7,61^{\text{marmita}}/\text{sem}$$

Así se tiene que la producción real está muy por debajo de la producción teórica porque la diferencia radica en dejar de hacer 3 marmitas por semana debido a los tiempos improductivos que se presentan, es decir se tiene:

$$\text{Producción} = \frac{\text{Productividad real}}{\text{Productividad teórica}} \times 100$$

$$\text{Producción} = \frac{4,63^{\text{marmita}}/\text{sem}}{7,61^{\text{marmita}}/\text{sem}} = 60\%$$

El proceso de producción de la marmita tiene una eficacia del 60% e ineficacia del 40%, debido a los tiempos de desplazamientos y demoras dentro de la planta. El trabajador demanda 1152 minutos ($2880 \times 40\% = 1152$) es decir 19,2 horas a la semana recorriendo la planta buscando insumos, transportando porque los procesos no se encuentran continuos para poder reducir tiempos y/o en esperas del proceso.

Medición de Productividad

La medición de la productividad refleja la eficiencia de producción por factor de producción utilizado, por tal razón y para analizar la productividad, se tiene en cuenta las ventas y los factores de producción de ésta en el 2017 y del año 2018 para realizar un comparativo y analizar su comportamiento.

Para el cálculo se tiene en cuenta los datos de la tabla 19 y 21 de las ventas de productos del 2017 y 2018, la tabla 20 y tabla 22 sobre los costos de factores de producción dados por la empresa para los años 2017 y 2018 respectivamente.

Tabla 19 ventas Año 2017- Marmita industrial

Marmita	febrero	junio	diciembre
20 gal	\$7.570.000		
60 gal		\$ 9.470.000	\$ 26.510.000
120 gal	\$ 14.630.000		\$ 14.630.000
140 gal		\$ 18.380.000	
Ventas Totales	\$ 22.200.000	\$ 27.850.000	\$ 41.140.000
Total			\$ 91.190.000

Fuente: Construcción del autor

Tabla 20 Costos de factores de producción 2017- Marmita industrial

productos	febrero	junio	diciembre
Materia Prima	\$9.330.000	\$11.123.000	\$16.510.000
Personal	\$1.339.206	\$1.339.206	\$1.339.206
Servicios	\$161.420	\$170.140	\$170.000
Arriendo	\$1.500.000	\$1.500.000	\$1.500.000
Otros gastos		400.000	
Costos Totales	\$12.339.626	\$15.532.346	\$19.519.206
Total			\$46.382.178

Fuente: Construcción del autor

Tabla 21 ventas Año 2018- Marmita industrial

Marmita	junio
20 gal	\$ 8.316.000
Costos Totales	\$ 8.316.000

Fuente: Construcción del autor

Tabla 22 Costos de factores de producción 2018- Marmita industrial

productos	junio
Materia Prima	2.100.000
Personal	1.339.206
Servicios	135.000
Arriendo	1.500.000
Otros gastos	300.000
Costos Totales	5.374.206

Fuente: Construcción del autor

A continuación, se muestra la productividad de la marmita para el año 2017 en la figura 41, teniendo en cuenta las ventas y costos arriba mencionados.

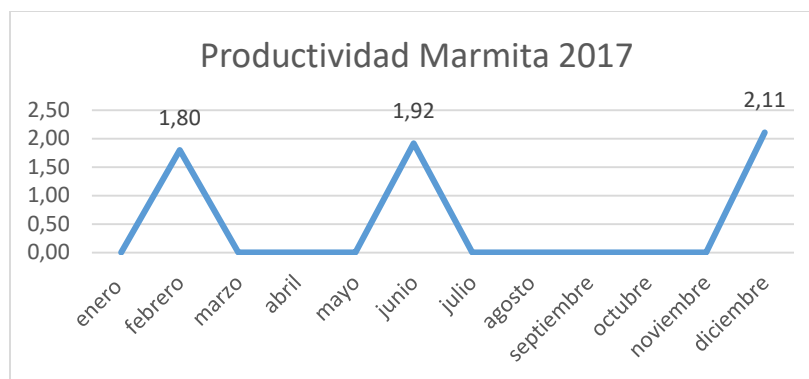


Figura 41 Productividad actual de Marmita industrial 2017
Fuente: Construcción del autor

La fabricación de este producto depende de la demanda, por ejemplo, en el año 2017 se solicitó el producto para los meses de febrero, junio y diciembre. En la figura 41 se pueden ver los datos obtenidos respecto a la productividad de la Marmita industrial, obteniendo un promedio en la productividad total de la marmita de 1.94 en el año 2017. Mostrando la productividad en la empresa para los meses de febrero, junio y diciembre.

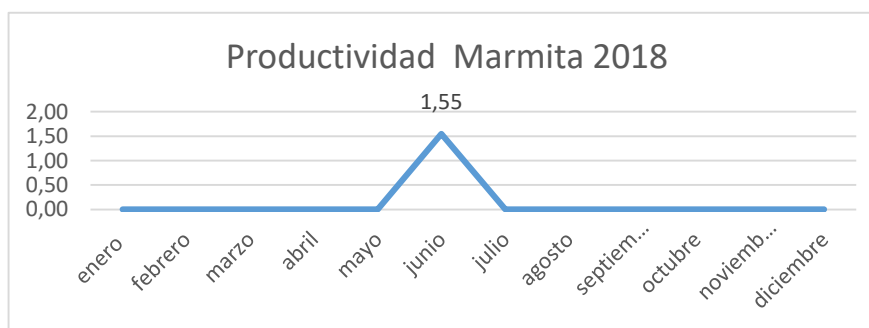


Figura 42 Productividad actual de Marmita industrial 2018
Fuente: Construcción del autor

En la figura 42 se muestra que por efecto de la demanda se produjo una marmita para el año 2018, presentando una productividad de 1,55. Es importante resaltar que el proceso de producción de la marmita consume un tiempo considerable, como se determinó en el estudio de tiempo, actualmente la marmita demora 10 horas y 21 min lo que corresponde a más de un día para su fabricación, y dado que la empresa estipula un tiempo de treinta días contra entrega para adquirir los insumos e iniciar el proceso de fabricación, y contando que tampoco se tiene disponibilidad

de inventario de materia prima y se presentan solicitudes de clientes para entrega de producto inmediato o entregas en menor tiempo, no hace posible realizar la venta, lo que afecta a la compañía.

Tomando en cuenta la información suministrada por la empresa sobre los factores de producción y teniendo en cuenta la tabla 2 de ventas mensuales el 2017, se procede a realizar el cálculo de productividad de materia prima para marmita industrial

$$Productividad\ MP\ actual = \frac{Total\ de\ ventas\ marmita}{Total\ de\ costos\ de\ MP\ de\ marmita}$$

Para obtener la productividad de materia prima (MP), se tiene en cuenta los meses que representan en la figura 41 y figura 42.

Tabla 23. Indicador de productividad de materia prima

Marmita	febrero	junio	diciembre
Año 2017	2,38	2,50	2,49
Año 2018		6.21	

Fuente: Construcción del autor

En la tabla 23 se observa que el producto tiene mayor productividad en materia prima en el mes de junio, dando un mayor índice que los otros meses.

Se aclara como se ha mencionado en varias partes del estudio, que las mejoras realizadas enfocadas en el producto más complejo que es la Marmita industrial, comparte similitud en procesos con los demás productos, y se asume que las mejoras impactaran a los demás procesos.

Teniendo conocimiento de la productividad de materia prima (MP), ahora se procede a analizar en detalle que está sucediendo con la productividad de mano de obra de proceso, en aspectos de valor monetario.

$$Productividad\ MO\ actual = \frac{Total\ de\ ventas\ marmita}{Total\ de\ costos\ de\ MO\ de\ marmita}$$

Tabla 24 indicador de productividad de Mano de Obra

Marmita	febrero	junio	Diciembre
Amo 2017	16.58	20.80	30.72

Año 2018	6.21
----------	------

Fuente: Construcción del autor

La tabla permite ver que la productividad de mano de obra para la marmita industrial aumentó significativamente en los meses de junio y diciembre para el 2017, esta alza fue dada, según la información de la empresa por una estrategia en el área de marketing para inclusión de ofertas en la página web de la empresa, por una publicista encargada, lo que ayudó a incrementar significativamente las ventas e impactó positivamente en la productividad.

A continuación, se analiza la productividad de Mano de Obra (MO), en aspectos de unidades.

$$Productividad\ MO\ actual = \frac{piezas\ fabricadas}{tiempo\ empleado\ en\ la\ fabricacion\ x\ número\ de\ operarios}$$

$$Productividad\ MO\ actual = \frac{4.63 \frac{marmitas}{sem}}{2880 \min \frac{hombre}{sem}} = 0.00160 \text{ marmitas/ min hombre}$$

Con el proceso actual se presenta una producción actual de 4.63 marmitas/sem, que representa las unidades producidas bajo condiciones actuales, con una productividad de mano de obra de 0.00160 marmitas/min hombre representado el número de unidades por hora de mano de obra trabajada, bajo condiciones actuales.

Capítulo IV

Propuesta de solución

En este capítulo se presenta una propuesta de mejoramiento para la empresa Industrias Cardin & Cia Ltda, con la que se espera resolver los problemas presentes en las actividades de producción, reduciendo los tiempos de operación y contribuir así a la optimización de los recursos en función del tiempo y capital humano, impactando positivamente la productividad de la empresa.

3.7 Descripción de la propuesta

En la figura 43 se muestra detalladamente los problemas encontrados en relación con los procesos de producción y las soluciones planteadas.

Causas	Plan de acción	Herramientas
Falta planificación y control de métodos de trabajo, sobrecarga de trabajo y funciones	Desconocimiento de procedimientos y control de métodos de trabajo adecuados - Reorganización de proceso - Manejo de estándares (tiempos, metodología, formatos de trabajo) - capacitaciones a personal Sobrecarga de trabajo y funciones - Contratación de personal por estación de trabajo (proceso continuo) - Estandarización de funciones - Control de productos en proceso - Manejo e implementación de mejoras por estación de trabajo	- Estudio de tiempos, métodos de trabajo. - Talleres donde se propongan mejoras para facilitar los métodos de trabajo actual.
Inadecuada distribución de espacios de trabajo, exceso de tiempos improductivos	- Redistribución de áreas de trabajo-rediseño de planta - Eliminación de tiempos muertos - Acondicionamiento de cada estación de trabajo según necesidades. - Manejo de 5 S's - Eliminación de equipos sin uso	- Distribución de personal según estaciones de trabajo, de acuerdo a la capacidad de producción y demanda existente. - Manejo de talleres para incentivar al personal y eliminar el stress por proceso repetitivo (rutina) - Plano de la bodega - control de tiempos de procesos, y con la propuesta determinar la facilidad de la eliminación de tiempos muertos - acondicionar la bodega, según necesidades (herramientas, mobiliario, utensilios y equipos entre otros) para facilitar acceso de operarios. - Equipos obsoletos para chatarra

Figura 43 Problemas proceso producción con posibles soluciones.

Fuente: Construcción del autor

3.8 Diseño de la propuesta

El diseño de la propuesta consiste en que a partir del plano actual de operaciones, se realicen modificaciones permitiendo realizar el proceso de producción de una forma más organizada, garantizando la reducción de tiempos para impactar la productividad, además de garantizar espacios que dan soporte respecto de la salud y seguridad en el trabajo, ya que el desorden puede generar accidentes laborales de los cuales la empresa deberá hacerse cargo porque son producto de la actividad específica que ejecuta cada operario.

3.8.1 Reubicación de áreas de la empresa

Para la reubicación de las áreas, se usa la metodología de planeación sistemática de Muther, sin embargo, no se utilizan todos los elementos ya que, no se trata de redistribución de planta como tal, solamente se requiere analizar cuál es la mejor ubicación de las áreas que actualmente son de alto trayecto como son: área de tronzadora, tronzado y/o repujado y corte, soldado, pulido y ensamble, con el fin de disminuir distancias y aumentar la productividad de la empresa.

En este sentido, se presentan una descripción de las posibles alternativas por medio del diagrama desde-hasta, para luego poder evaluar las alternativas usando Heurística Corelap, y clasificación por adyacencias, seleccionando la alternativa más apropiada a las necesidades de la empresa y que permita también disminuir las distancias contribuyendo a la productividad.

Selección y Descripción de alternativa.

Se hace uso del diagrama de relaciones, entiéndase una relación como el grado relativo de acercamiento, que se desea o que se requiere, entre diferentes departamentos (Niebel & Freivalds, 2009).

Dicho diagrama se realiza con base de las necesidades de cercanía y ubicación de las áreas de trabajo, de acuerdo a lo planteado en el párrafo anterior, en la siguiente tabla se presenta la clasificación de proximidad o método Corelap y las convenciones a utilizar.

Tabla 25 Clasificación de proximidad-diagrama de relaciones

Relación	Convención	Valor
Absoluta/necesaria	A	6
Especial /importante	E	5
Importante	I	4
Ordinario	O	3
Sin importancia	S/U	2
No deseado	N/X	1

Fuente: Construcción del autor

Ítem	Elemento
1	Manejo de materiales
2	Personal compartido
3	Facilidad de supervisión
4	Utilización de espacios
5	Ruido
6	Actitudes del empleado

Figura 44 Identificación de elementos dentro de la planta.

Fuente: Construcción del autor

Se tiene en cuenta la numeración de las áreas según la siguiente figura.

Número de Departamentos - actuales	
3	Tronzadora
4	Tronzado y/o repujado y corte 2
6	Soldado
8	Pulido
9	Dobladora /cortadora
11	Ensamble

Figura 45 Identificación de áreas dentro de la planta.

Fuente: Construcción del autor

Para esta solución se requiere tener en cuenta dos criterios importantes basados en la localización, dando espacio al método para las siguientes consideraciones por parte de la empresa.

1. El área de pulido debe quedarse donde está por que los costos de reubicación serian altos por la campana extractora y demás conexiones que esta requiere.
2. El área de ensamble requiere del mayor espacio posible ya que la mayoría de los productos fabricados son de gran volumen y para su manipulación se hace uso de herramientas como carros de carga.

Se diseñaron tres alternativas de solución para la reubicación de las áreas de trabajo de la empresa, y fueron evaluadas por las relaciones de adyacencias, encontrando que la que posee mayor eficiencia, es la alternativa número 3, en el **Anexo L** se presentan las alternativas 1 y 2. A continuación se describe la alternativa seleccionada.

Alternativa seleccionada

Ésta se describe a través del siguiente diagrama de relaciones (tabla 26)

Tabla 26 Alternativa seleccionada Relaciones adyacencias-Diagrama de relaciones

Departamentos	3	4	6	8	9
3		A(1,2,4)	I(1)	I(1)	S
4			A(1,2,4)	O(1)	I(1)
6				A(1,3)	I(1)
8					O(1)
9					
11					

Fuente: Construcción del autor

En la tabla 26 se presenta la alternativa escogida, en la cual se encuentran las relaciones necesarias entre las áreas de tronzado y área de trazo y/o repujado y corte2, esta misma área con el área de soldado y área de soldado con el área de pulido.

Denota una relación importante entre el área de la tronzadora con el área tronzado con área de soldado, área de tronzado con área de pulido, área de trazo y/o repujado y corte-2 con área de dobladora/cortadora, el área de soldado con el área de dobladora/cortadora, y dos relaciones ordinarias con tronzado y/o repujado y corte-2 con pulido y área de pulido con área de Dobladora /cortadora.

La clasificación de cercanía total o TCR, se calcula con el fin de aplicar la heurística Corelap para la evaluación de la alternativa. Esta metodología permite la ubicación de las áreas de acuerdo con la clasificación de cercanía total, dicha clasificación se toma respecto a la tabla 20.

Tabla 27 Cálculo de la TCR-Alternativa seleccionada 3

Número área	Relaciones	Total	TCR
3	A,I,I,S	6+4+4+2	16
4	A,A,O,I	6+6+3+4	19
6	I,A,A,I	4+6+6+4	20
8	I,O,A,O	4+3+6+3	16
9	S,I,I,S	2+4+4+2	12

Fuente: Construcción del autor

De acuerdo con lo anterior el área que debe ser inicialmente ubicada, es el área de soldado, dado que tiene un TCR de 20. Por consiguiente, se da aplicación de la heurística de Corelap para la alternativa:

1. Se ubica el área con mayor TCR (6. Soldado), a su lado se ubican las áreas que tiene una relación tipo A con esta área que es el área 3 y 4.
2. Se ubica adyacentemente las áreas que tiene relación tipo I con el área 6 que son; área 8.
3. Finalmente se ubica el área 9 que tiene relación tipo S con área 6.

De esta manera, y teniendo en cuenta las condiciones de la empresa y el espacio disponible se obtiene:

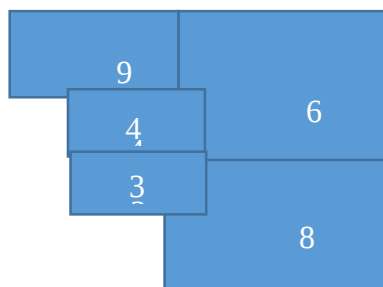


Figura 46 Resultados Corelap Alternativa 3.
Fuente: Construcción del autor

Los resultados arrojados por la heurística Corelap para esta propuesta, ubica el área de tronzado al lado del área de trazo y/o repujado y corte 2, además el área de dobladora y/o roladora queda cerca al área de trazo y/o repujado y corte 2, y el área de soldado queda al lado de pulido.

Evaluación de alternativa

A continuación, se presenta la evaluación de la alternativa seleccionada, para la reubicación de las áreas de la empresa Industrias Cardin & Cia Ltda.

De acuerdo con el diagrama de relaciones que evalúa la eficiencia de la alternativa seleccionada, se concluye que ésta tiene una eficiencia del 98.8 %, tal como se evidencia en la siguiente tabla.

Tabla 28 Evaluación por adyacencias alternativa 3

Evaluación por adyacencia							
Número de área	Relación	A	E	I	O	S	N
3	A,I,I,S	1	0	2	0	1	0
4	A,A,O,I	2	0	1	1	0	0
6	I,A,A,I	2	0	2	0	0	0
8	I,O,A,O	1	0	1	2	0	0
9	S,I,I,S	0	0	2	0	2	0
Total Relaciones		6	0	8	3	3	0
Puntaje posible		36	0	32	9	6	0
Relaciones Cumplidas		6	0	8	2	4	0
Puntaje Alcanzado		36	0	32	6	8	0
98,8%							

Fuente: Construcción del autor

Como conclusión de la evaluación de alternativas, se obtiene que la alternativa tiene una eficiencia del 98.8%, siendo esta la alternativa seleccionada para el diseño de la propuesta de reubicación de áreas de la empresa, la cual indica que el área de soldado y pulido quedan juntas, esto reduce los desplazamientos entre estas áreas ya que los procesos serian lineales. Indica también que el área de tronzado quede cerca al área de Diseño y corte 2 (trazo y/o repujado y corte 2), reduciendo considerablemente la distancia de recorrido que actualmente se presenta ya que en el proceso actual la distancia del área de trazo y/o repujado2 al área de tronzado es de 5.08 m, con esta propuesta reubicando dichas áreas, se obtiene una distancia de 1.3 m, obteniendo una reducción de 3.78 m. El área de Dobladora/ cortadora quedara al lado de área de Diseño y corte2 (tronzado y/o repujado y corte 2), facilitando el traslado del material a las áreas de soldado.

Diseño de la alternativa seleccionada.

De acuerdo con el plano actual de la empresa y la alternativa seleccionada se propone adecuar las áreas según la alternativa seleccionada, con el fin de disminuir la cantidad de recorridos del proceso. A continuación, se muestra la reorganización de las áreas, y la división de las mismas para la bodega de la empresa Industrias Cardin & Cia Ltda.

3.8.2 Plano general de la solución propuesta

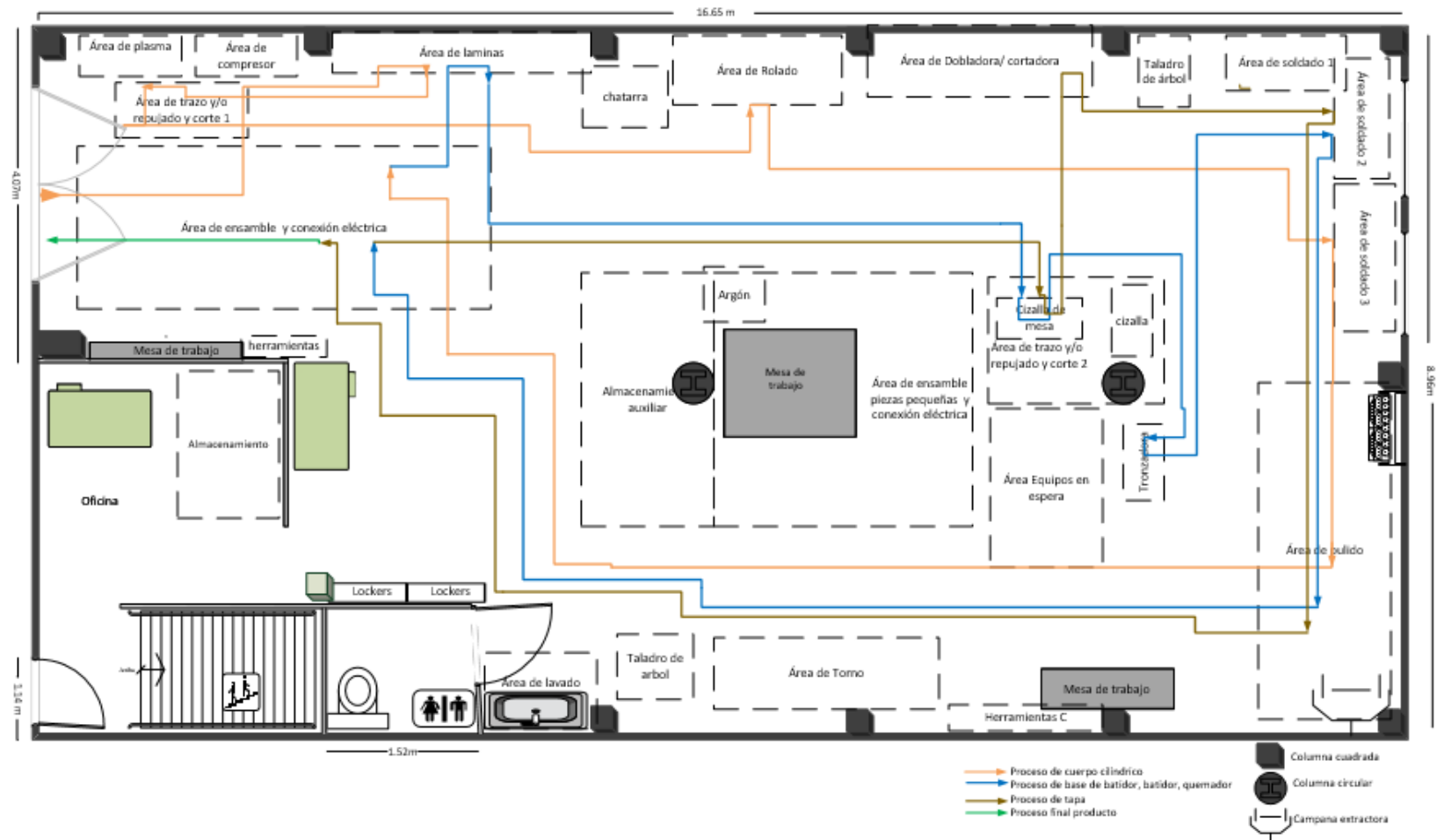


Figura 47 Propuesta de mejora de planta – plano reubicación de área
Fuente: Construcción del autor

En la figura 47 se muestran los recorridos con la propuesta de reubicación de áreas según la alternativa de distribución seleccionada, haciendo comparación con el plano actual de proceso. Se presentan cuatro trayectos de las cuatro fases propuestas, obteniendo con esta propuesta un tiempo de transporte de 276 min y 65.23 m de recorridos en el proceso, ahorrando 564 min y 105 m de recorrido con relación al plano actual.

Se visualiza también mejor organización para ubicación de herramientas, mesa de trabajo, eliminación de maquinaria que estaba sin uso y ocupaba espacio en bodega, dichos equipos fueron sacados por el propio gerente para proceso de chatarrización dada su obsolescencia y se presentan en el plano áreas que no estaban demarcadas, esto con el fin de mejorar el orden de los procesos y mejorar los problemas de orden, aseo y obstrucción de vías.

3.8.3 Mejora de los procesos

De acuerdo con la propuesta de plano según la alternativa planteada anteriormente, se procede a presentar las mejoras de los procesos con el fin de disminuir los tiempos de transporte y las distancias recorridas de estación a estación, aumentando los tiempos productivos de la empresa.

Mejoras a los procesos de producción.

En el diagrama de operaciones de proceso propuesto que se encuentra en el **Anexo M**, se visualiza la fusión de las fases de Base de batidor, Batidor y Quemador desde el proceso de trazo y/o repujado, hasta el proceso de ensamble, se observa también que se unió parte del proceso de la tapa con esta nueva estación desde el proceso de soldado, reduciendo el número de procesos realizados, a la vez que disminuye recorridos y tiempos de procesamiento.

Esta unión se realiza por la similitud de estos procesos, las actividades son repetidas para estos tres procesos y al unirlos se reorganiza el flujo del trabajo, facilitando la tarea del operario haciendo el proceso menos complejo.

Mejora en Fase de cuerpo

En el proceso actual se contaba con un solo trabajador para dicha actividad, en esta fase de mejora se propone la ayuda de dos trabajadores para procesos de soldado y de ensamble, en área de ensamble para encargarse de tareas como; alistamiento y conexión eléctrica, acabados y limpieza, más la nueva distribución se busca reducir los tiempos de transporte en todas las

actividades, los almacenamientos temporales, la búsqueda de herramientas y tiempos ociosos presentados por factores humanos, como la desconcentración.

Se redujeron tiempos improductivos en las operaciones del proceso equivalentes 40 minutos y se redujeron tiempos de transporte gracias a la nueva organización ahorrando 1,24 minutos, para un total de 41.24 minutos del proceso y 2 metros de trayecto

ubicación: Empresa Industrias Cardín y Cia Ltda - Salitre					resumen			
Actividad: Proceso de Marmita industrial					Evento		tiempo	
fecha: 8/8/2018					Operación		2:10:43	
operador: Juan Arboleda					Transporte		0:02:35	
encierre: en un círculo el método y tipo apropiado					Espera		0:53:26	
Método: <u>Presente</u> <u>Propuesto</u>					Inspección		0:05:12	
tipo: <u>Calabazador</u> <u>Material</u> <u>finaliza</u>					almacén		0:07:00	
Comentarios: la marmita industrial esta compuesta por varias piezas dependiendo el tamaño de la misma; variando en un 30% la cantidad de piezas; si las marmitas son de menor capacidad, ya que de una grande(120 Gal) se pueden obtener dos de menor capacidad (60 Gal) jen el area de corte.					Inspección/Operación		0:09:00	
					total tiempo(min)		3:07:56	
					total distancia(mts)		26	
Descripción Actividades					símbolos			
	Op.	Trp.	Ctr.	Esp.	Alm.	Tiempo (min)	Distancia (mts)	
Cuerpo	Recepción y Almacenamiento de todas las piezas y partes	○	→	□	□	✓	0:07:00	
	Transporte a trazo y/o repujado de laminas	○	→	□	□	✓	0:00:36	1,2
	Realizar trazo y/o repujado laminas para cuerpo y tapa	○	→	□	□	✓	0:10:00	
	verificación Trazo y/o repujado conforme de laminas	○	→	□	□	✓	0:01:10	
	Revisar y modificar	○	→	□	□	✓	0:09:00	
	corte laminas con plasma	○	→	□	□	✓	0:06:00	
	Corte fibra de vidrio	○	→	□	□	✓	0:10:00	
	Verificación corte de laminas y fibra de vidrio	○	→	□	□	✓	0:00:14	
	Espera en área la fibra de vidrio	○	→	□	□	✓	0:43:26	
	Transporte a área de Rolado	○	→	□	□	✓	0:00:21	5,5
	Rolado de laminas	○	→	□	□	✓	0:02:05	
	verificación Rolado	○	→	□	□	✓	0:01:10	
	Unión de cilindros marcando puntos para soldar	○	→	□	□	✓	0:03:00	
	Transporte a área de soldado	○	→	□	□	✓	0:00:25	5
	Recepción piezas y partes	○	→	□	□	✓	0:00:09	
	Recepción acoples	○	→	□	□	✓	0:00:09	
	Tronzar acoples	○	→	□	□	✓	0:01:20	
	Examinar acoples	○	→	□	□	✓	0:00:52	
	Recepción e inserción piezas y partes (fibra vidrio)	○	→	□	□	✓	0:30:00	
	soldar piezas lamina y acoples con argón	○	→	□	□	✓	0:13:00	
	insercion fibra de vidrio	○	→	□	□	✓	0:20:00	
	Verificación soldado	○	→	□	□	✓	0:00:40	
	Transporte a pulido	○	→	□	□	✓	0:00:13	4,2
	Pulido partes internas y externas	○	→	□	□	✓	0:35:00	
	Verificación pulido	○	→	□	□	✓	0:01:06	
	Transportar todas las piezas y partes al área de ensamble	○	→	□	□	✓	0:01:00	10,5
	Espera en área mientras la recepción de las demás partes	○	→	□	□	✓	0:10:00	
TOTAL						3:07:56	26	

Figura 48 Diagrama de operaciones propuesto cuerpo – Marmita.

Fuente: Construcción del autor

Mejora en Fase de Base, batidor y quemador

Las actividades de las fases de base, batidor y quemador fueron unidas para disminuir la carga laboral que actualmente se generaba, puesto que eran tres procesos con actividades similares, que generaban mayores tiempos improductivos, en especial los de transporte, esta unión consiste en la unificación de tres procesos con tareas iguales que en el proceso actual se repetían de forma individual, haciendo ya no tres veces las mismas actividades sino una sola en beneficio del proceso.

Esta actividad de forma separada representa 142.9 minutos para recorrer 105.59 metros, representando el 67% de recorridos en metros del proceso total y en minutos el 51%.

A continuación, se muestra la figura 49 con la propuesta la unión de las fases de base, batidor y quemador, reduciendo los tiempos del proceso y sus recorridos.

ubicación: Empresa Industrias Cardín y Cia Ltda - Salitre					resumen						
Actividad: Proceso de Marmita Industrial					Evento		tiempo				
fecha: 8/8/2018					Operación		0:58:00				
operador: Juan Arboleda					Transporte		0:01:54				
encierre en un círculo el método y tipo apropiado					Espera		0:12:00				
Método: <u>ergente</u> Propuesto <u>inicia</u> cortadora					Inspección		0:05:01				
tipo <u>trabajador</u> Material <u>finaliza</u> pulidora					operación/almacén						
Comentarios en esta estación se da una de las partes importantes de la maquina por la funcion que cumple, el tiempo de proceso es variable en relación con una marmita de menor capacidad (60gal).					Inspección/Operación						
					total tiempo(min)		1:16:55				
					total distancia(mts)		25				
Descripción Actividades					símbolos						
					Op.	Trp.	Ctrl.	Esp.	Alm.	Tiempo (min)	Distancia (mts)
base batidor, batidor y quemador	transporte a trazo y/o repujado				○	→	□	□	✓	0:00:20	6,2
	Realizar trazo y/o repujado				○	→	□	□	✓	0:13:00	
	examinar Trazo y/o repujado conforme				○	→	□	□	✓	0:01:06	
	Transporte a corte y/o tronzado				○	→	□	□	✓	0:00:08	1,3
	corte de piezas				○	→	□	□	✓	0:04:00	
	Examinar corte				○	→	□	□	✓	0:00:28	
	Transporte a corte y/o tronzado				○	→	□	□	✓		
	Tronzado 13 tubos				○	→	□	□	✓	0:02:00	
	Examinar tronzado				○	→	□	□	✓	0:00:14	
	Transporte a área de soldado				○	→	□	□	✓	0:00:11	3,3
	soldar piezas				○	→	□	□	✓	0:24:00	
	Examinar soldado				○	→	□	□	✓	0:01:10	
	Transporte a pulido (tambien partes de tapa)				○	→	□	□	✓	0:01:00	4,03
	pulido				○	→	□	□	✓	0:15:00	
	Examinar pulido				○	→	□	□	✓	0:02:03	
	transportar todas las piezas al area de ensamble				○	→	□	□	✓	0:00:15	10,5
	Espera en área de material mientras se resepcionan las demás partes				○	→	□	□	✓	0:12:00	
TOTAL										1:16:55	25

Figura 49 Diagrama de operaciones propuesto-Base, Batidor y Quemador – Marmita.
Fuente: Construcción del autor

Mejora en Fase de tapa

En esta fase del proceso tapa, las actividades de transporte se reubicaron en la nueva fase como se puede visualizar en la figura 50, quedando con 11 actividades, a las cuales se les elimina los tiempos improductivos y tiempos ociosos por parte de operarios, más la reducción de tiempos en transporte gracias a la nueva distribución equivalentes a 2.3 minutos, pasando de 38 metros a 14 metros, teniendo una disminución en recorridos de 24 metros.

ubicación: Empresa Industrias Cardin y Cia Ltda - Salitre					resumen	
Actividad: Proceso de Marmita Industrial					Evento	tiempo
						0:06:32
fecha: 8/8/2018					Operación	
operador: Juan Arboleda					Transporte	0:00:55
Analisis:					Demora	
encierre en un círculo el método y tipo apropiado					Inspección	0:02:02
Método: <u>creyente</u> Propuesto inicia cortadora					operación/almacén	
tipo: <u>trabajador</u> Material finaliza pulidora					Inspección/Operación	
Comentarios					total tiempo(min)	0:09:29
					total distancia(mts)	14
Descripción Actividades					simbolos	
					Op. Trp. Ctr. Esp. Alm.	Tiempo (min) Distancia (mts)
tapa	Transporte a trazo y/o repujado	→				0:00:22 6,2
	Realizar trazo y/o repujado de laminas para tapa	→				0:01:30
	examinar trazo y/o repujado conforme	→				0:01:00
	Transporte a corte y/o tronado	→				0:00:00 0
	Corte de laminas	→				0:02:00
	Examinar corte	→				0:00:14
	Transporte a área de doblado	→				0:00:18 3,2
	Doblar laminas	→				0:01:02
	Examinar doblado	→				0:00:18
	Transporte a área de soldado	→				0:00:15 4,1
	soldar piezas	→				0:02:00
	Examinar soldado	→				0:00:30
	TOTAL					0:09:29 14

Figura 50 Diagrama de operaciones propuesto tapa-marmita.

Fuente: Construcción del autor

Mejora en Fase de ensamble

En esta fase de ensamble se buscan reducir los tiempos improductivos de la operación y permitir la disminución de esfuerzo ya que se propone el apoyo de otro operario para las actividades de alistamiento e instalación eléctrica, limpieza, revisiones y almacenamiento, ya que el producto es de gran volumen y es de mayor facilidad realizar las tareas con otro operario a disposición, ayudando a minimizar tiempos.

ubicación: Empresa Industrias Cardín y Cia Ltda - Salitre					resumen			
Actividad: Proceso de Marmita industrial					Evento	tiempo		
fecha: 8/8/2018					Operación	2:31:00		
operador: Juan Arboleda					Transporte			
Analisis:								
encierra en un círculo el método y tipo apropiado					Demoras			
Método: <u>Presente</u> Propuesto Inicia ensamble					Inspección	0:13:35		
tipo Trabajador Material finaliza ensamble					operación/almacén	0:07:07		
Comentarios					Inspección/Operación	0:06:00		
					total tiempo(min)	2:57:42		
					total distancia(mts)	0		
Descripción Actividades					símbolos		Tiempo (min)	Distancia (mts)
Ensamble completo	Recepción de todas las piezas y partes						0:03:00	
	Ensamble de cuerpos						0:35:00	
	Ensamble de base de agitador soldar						0:22:00	
	Ensamble de agitador						0:18:00	
	Ensamble de quemador						0:09:00	
	Ensamble de tapa						0:01:00	
	Verificación ensamblado						0:01:04	
	Insertar componentes faltantes						0:10:00	
	revisar y modificar uniones						0:02:00	
	Revisar y alistar componentes eléctricos						0:04:00	
	Instalación de partes eléctricas						0:23:00	
	verificación correcta instalación eléctrica						0:02:02	
	Pruebas de funcionamiento						0:06:00	
	verificación correcto funcionamiento						0:08:00	
	Limpiar equipo						0:08:00	
	Realizar acabados finales						0:09:00	
	verificación acabados						0:01:00	
	Recepción y almacenamiento del producto						0:07:07	
	Realizar empaque						0:07:00	
	Verificar empaque						0:01:29	
TOTAL							2:57:42	

Figura 51 Diagrama de operaciones propuesto ensamble-marmita.

Fuente: Construcción del autor

Comparación de tiempos de procesamiento actual vs propuesto

A continuación, se muestra en la tabla 29 con la comparación de tiempos de procesamiento actual vs los propuestos, con el porcentaje de variación de tiempos.

Tabla 29 porcentaje de valoración de tiempos de proceso actual vs propuesto

Fases	t de proceso actual	t proceso propuesto	% Utilización	% Variación
Cuerpo cilíndrico	4:09:20	3:07:56	75,37%	24,63%
Base, batidor y quemador	2:07:35	1:16:55	60%	39,71%
Tapa	0:27:08	0:09:29	34,95%	65,05%
Ensamble total	3:37:42	2:57:42	81,63%	18,37%
Total	10:21:45	7:52:02		
Total (min)	621.75	451.03		

Fuente: Construcción del autor

Los tiempos de proceso propuestos se presentan en las figuras 49, 50, 51 y 52 correspondientes a las cuatro fases del proceso propuesto; cuerpo, base/batidor y quemador, tapa y ensamble. Relacionado los tiempos actuales del proceso se obtiene un porcentaje de variación de tiempos donde se presenta con la propuesta una reducción de 160 minutos, equivalentes a 2 horas, 29 minutos y 11 segundos. En la figura 52 se observa la gráfica que muestra la variación de tiempos del proceso.

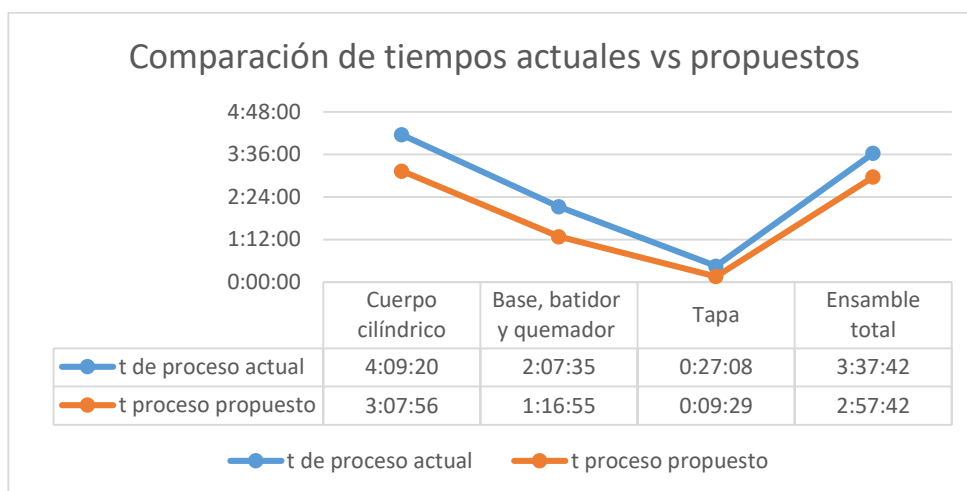


Figura 52 comparación de tiempos de proceso actuales vs propuestos
Fuente: Construcción del autor

Eficiencia vs tiempos Muertos		
Tiempos productivos	6:27:05	82%
Tiempos improductivos	1:24:57	18%
Total	7:52:02	100%
Total (min)	472.02	

Fuente: Construcción del autor

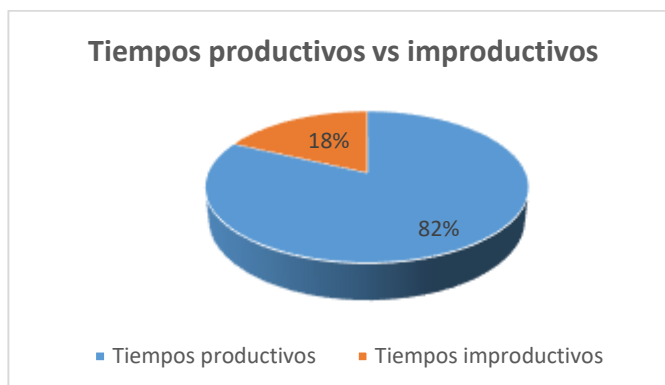


Figura 53 Tiempos productivos Vs tiempos improductivos
Fuente: Construcción del autor

Según el análisis observado y teniendo en cuenta la figura 53 relacionada con los tiempos productivos vs tiempos improductivos actuales y el análisis según la solución propuesta, se obtiene una reducción de los procesos improductivos de un 39% a un 18%, para una total del 21% de mejora.

Análisis proceso actual vs propuesta y su productividad

Para poder presentar la propuesta de mejora, se describirá cada una de las etapas de la producción de la marmita con su respectiva disminución de tiempos por recorridos y demora, según la nueva distribución descrita en numeral 4.2.3 Mejora al proceso. Inicialmente se parte del hecho que la distancia recorrida por el trabajador disminuye considerablemente porque pasa de moverse 170,45 metros en la producción de una marmita a moverse sólo 62,73 metros debido a que se fusionan tres fases del proceso permitiendo que el transporte de las piezas al área de Pulido y al área de ensamble se reduce considerablemente.

Tabla 30 Comparativo distancias de transportes actuales y propuestas

Estaciones	Operaciones	Distancia (m) actual	Distancia (m) propuesta	Mejora	% Mejora
Trazo y/o repujado	Transportar las piezas a Trazo y/o repujar todas las piezas de las 5 fases	29,1	13,6	15,5	53,26%
Corte y/o tronzado	Transportar las piezas a cortar y/o tronzar todas las piezas de las 5 fases	15,96	1,3	14,66	91,85%
Rolado	Transportar las piezas a área de rolado para cuerpo cilíndrico	5,5	5,5	0	0%
Doblado	Transportar laminas para tapa a dobladora	5,4	3,2	2,2	40,74%
Soldado	Transportar las piezas al área de Soldado	29,95	9,9	20,05	66,94%
Pulido	Transportar piezas al área de Pulido	32,04	8,23	23,81	74,31%
Ensamble	Transportar todas las piezas y partes al área de ensamble	52,5	21	31,5	60,00%
Total		170,45	62,73	107,72	36.19%

Fuente: Construcción del autor

Con estos recorridos mejorados, se logra tener una disminución de distancias recorridas en un 36.19%, , ahorrando 107,72 metros del operador realizando la labor que contribuyen a que haya un mayor rendimiento en los tiempos de ejecución de la marmita, adicionalmente permite que el orden dentro del área mejore, disminuyendo el riesgo de errores en el producto y menor gasto de tiempo buscando insumos por falta de orden.

Para los tiempos de ejecución de la marmita, se presenta la mejora según la propuesta.

Tabla 31 Comparativo tiempos de transporte

Estaciones	Operaciones	Tiempo (min) actual	Tiempo (min) propuesto	Mejora	% Mejora
Trazo y/o repujado	Transportar las piezas a Trazo y/o repujar todas las piezas de las 5 fases	217	78	139	64.06%
Corte y/o tronzado	Transportar las piezas a cortar y/o tronzar todas las piezas de las 5 fases	114	0,13	106	92.98%
Rolado	Transportar las piezas a rarea de rolado para cuerpo cilíndrico	0,35	0,35	-	0%
Doblado	Transportar laminas para tapa a dobladora	0,3	0,3	-	0%
Soldado	Transportar las piezas al área de Soldado	95	0,85	0,73	77%
Pulido	Transportar piezas al área de Pulido	78	0,46	0,83	10.6%
Ensamble	Transportar todas las piezas y partes al área de ensamble	300	120	180	60%
Total		805	200	427	53.01%

Fuente: Construcción del autor

Siendo así, el proceso se realizaría 8,65 minutos más rápido entonces la marmita, es decir el tiempo de producción pasaría de 621,75 a 613,1 minutos que llevándolo en términos de la producción se tendría como producción real 4,69 que, si bien no representa un gran valor, permite que la estructura se mantenga en orden y que el trabajador evite movimientos innecesarios dentro de la planta.

$$Producción\ real = \frac{Tiempo\ base}{Tiempo\ ciclo\ real} = \frac{2880\ m/sem}{613,1\ m/marmita} = 4,69\ marmita/semana$$

Ahora bien, en cada una de las fases de construcción, se reducen aún más tiempos de procesamiento una vez que se tiene bien organizada la planta puesto que el flujo de las actividades es continuo, eliminando ciertos reprocesos y simplificando actividades haciéndolas en menor tiempo. Se presenta la capacidad para cada una de estas fases.

Tabla 32 Tiempos actividades base, batidor y quemador separados

Base, batidor y quemador	Tiempo actual ciclo			
	Base	Batidor	Quemador	Tapa
Transporte a trazo y/o repujado	0:00:20	00:00:33	00:00:22	
Realizar trazo y/o repujado tubos para base de agitador	0:09:00	00:05:00	00:05:00	
Examinar Trazo y/o repujado conforme	0:01:22	00:01:22	00:01:22	
Transporte a corte y/o tronzado		00:00:27	00:00:27	

Base, batidor y quemador	Tiempo actual ciclo			
	Base	Batidor	Quemador	Tapa
Corte de piezas		00:02:00	00:02:00	
Examinar corte		00:00:14	00:00:14	
Transporte a corte y/o tronzado	0:00:33			
Tronzado 13 tubos	0:02:00			
Examinar tronzado	0:00:14			
Transporte a área de soldado	0:00:20	00:00:20	00:00:20	
Soldar piezas	0:18:00	00:06:00	00:05:00	
Examinar soldado	0:00:20	00:00:20	00:00:30	
Transporte a pulido (también partes de tapa)	0:00:15	00:00:15	00:00:15	00:00:15
Pulido	0:12:00	00:05:00	00:04:00	00:02:00
Examinar pulido	0:01:10	00:01:00	00:01:00	00:00:05
transportar todas las piezas al área de ensamble	0:01:00	00:01:00	00:01:00	00:01:00
Espera en área de material mientras se reciben las demás partes	0:12:00	00:12:00	00:12:00	00:12:00
Total	0:58:34	0:35:31	0:33:30	0:15:20
Total (min)	3.480.5	2100.5	1980.5	9000.3

Fuente: Construcción del autor

Los transportes son reducidos conforme se describieron en la tabla 33. La optimización de las actividades base, batidor y quemador, lleva a que se tenga un ahorro de tiempo de 66 minutos que contribuirá al aumento de la productividad.

Tabla 33 Tiempos actividades base, batidor y quemador propuesto

Base, batidor y Quemador	Total t producción	Tiempo improd	Mejora t Base, batidor, quemador	Ahorro de tiempo
Transporte a trazo y/o repujado	00:01:15		0:00:20	0:00:55
Realizar trazo y/o repujado tubos para base de agitador	00:19:00	0:06:00	0:13:00	0:06:00
examinar Trazo y/o repujado conforme	00:04:06	0:03:00	0:01:06	0:03:00
Transporte a corte y/o tronzado	00:00:54		0:00:08	0:00:46
Corte de piezas	00:04:00		0:04:00	0:00:00
Examinar corte	00:00:28		0:00:28	0:00:00
Transporte a corte y/o tronzado	00:00:33			0:00:33
Tronzado 13 tubos	00:02:00		0:02:00	0:00:00
Examinar tronzado	00:00:14		0:00:14	0:00:00
Transporte a área de soldado	00:01:00		0:00:11	0:00:49
soldar piezas	00:29:00	0:05:00	0:24:00	0:05:00
Examinar soldado	00:01:10		0:01:10	0:00:00
Transporte a pulido (también partes de tapa)	00:01:00		0:01:00	0:00:00

Base, batidor y Quemador	Total t producción	Tiempo improd	Mejora t Base, batidor, quemador	Ahorro de tiempo
Pulido	00:23:00	0:08:00	0:15:00	0:08:00
Examinar pulido	00:03:15	0:01:12	0:02:03	0:01:12
transportar todas las piezas al área de ensamble	00:04:00		0:00:15	0:03:45
Espera en área de material mientras se reciben las demás partes	00:48:00	0:36:00	0:12:00	0:36:00
Total	02:22:55	0:59:12	1:16:55	1:06:00
Total (min)	142.9	59.2	76.9	66

Fuente: elaboración propia

Una vez logrado este cambio, se procede a realizar las respectivas mejoras en el área de construcción del cuerpo, de los transportes descrito en la tabla 34 y simplificación de actividades por el flujo mejorado y disminuyendo reprocesos, lográndose una reducción en el tiempo de producción de 41.4 minutos

Tabla 34 Tiempos actividades cuerpo actual y propuesta

Cuerpo	Tiempo actual	Tiempos a quitar	Tiempos propuestos	Ahorro de tiempo
Recepción y Almacenamiento de todas las piezas y partes	0:09:00	0:02:00	0:07:00	0:02:00
Transporte a trazo y/o repujado de laminas	0:02:00		0:00:36	0:01:24
Realizar trazo y/o repujado laminas para cuerpo cilíndrico	0:10:00		0:10:00	0:00:00
verificación Trazo y/o repujado conforme de laminas	0:01:10		0:01:10	0:00:00
Revisar y modificar	0:09:00		0:09:00	0:00:00
Corte laminas con plasma	0:06:00		0:06:00	0:00:00
Corte fibra de vidrio	0:10:00		0:10:00	0:00:00
Verificación corte de láminas y fibra de vidrio	0:00:14		0:00:14	0:00:00
Espera en área la fibra de vidrio	0:58:26	0:15:00	0:43:26	0:15:00
Transporte a área de Rolado	0:00:21		0:00:21	0:00:00
Rolado de laminas	0:03:05	0:01:00	0:02:05	0:01:00
verificación Rolado	0:01:10		0:01:10	0:00:00
Unión de cilindros marcando puntos para soldar	0:03:00		0:03:00	0:00:00
Transporte a área de soldado	0:00:20		0:00:25	0:00:00
Recepción piezas y partes	0:00:09		0:00:09	0:00:00
Recepción acoples	0:00:09		0:00:09	0:00:00
Tronzar acoples	0:01:20		0:01:20	0:00:00
Examinar acoples	0:00:52		0:00:52	0:00:00

Cuerpo	Tiempo actual	Tiempos a quitar	Tiempos propuestos	Ahorro de tiempo
Recepción e inserción piezas y partes	0:30:00		0:30:00	0:00:00
Soldar piezas lamina y acoples con argón	0:18:00	0:05:00	0:13:00	0:05:00
Inserción fibra de vidrio	0:20:00		0:20:00	0:00:00
Verificación soldado	0:00:40		0:00:40	0:00:00
Transporte a pulido	0:00:18		0:00:13	0:00:05
Pulido partes internas y externas	0:50:00	0:15:00	0:35:00	0:15:00
Verificación pulido	0:01:06		0:01:06	0:00:00
Transportar todas las piezas y partes al área de ensamble	0:01:00		0:01:00	0:00:00
Espera en área mientras la recepción de las demás partes	0:12:00	0:02:00	0:10:00	0:02:00
Total	4:09:20	0:40:00	3:07:56	0:41:29
Total (min)	249.3	40	187.9	41.4

Fuente: Construcción del autor

Se realiza la respectiva mejora en el área de tapa, de los transportes descritos en la tabla 35 y simplificación de actividades del flujo mejorado y disminuyendo reprocesos, lográndose una reducción en tiempo de 2.3 min

Tabla 35 Tiempos actividades tapa actual y propuesta

Tapa	Tiempo actual	Tiempos a quitar	Tiempos propuestos	Ahorro de tiempo
Transporte a trazo y/o repujado	00:00:22		0:00:22	0:00:00
Realizar trazo y/o repujado de láminas para tapa	00:03:00	0:01:30	0:01:30	0:01:30
examinar Trazo y/o repujado conforme	00:01:22	0:00:22	0:01:00	0:00:22
Transporte a corte y/o tronado	00:00:27		0:00:00	0:00:27
Corte de laminas	00:02:00		0:02:00	0:00:00
Examinar corte	00:00:14		0:00:14	0:00:00
Transporte a área de doblado	00:00:18		0:00:18	0:00:00
Doblar laminas	00:01:02		0:01:02	0:00:00
Examinar doblado	00:00:18		0:00:18	0:00:00
Transporte a área de soldado	00:00:15		0:00:15	0:00:00
soldar piezas	00:02:00		0:02:00	0:00:00
Examinar soldado	00:00:30		0:00:30	0:00:00
Total	00:11:48	0:01:52	0:09:29	0:02:19
Total (min)	11.8	1.8	9.4	2.3

Fuente: Construcción del autor

Ahora bien, el principal cuello de botella se da en la etapa del ensamble como se presentó en la tabla 36 puesto que es la que más tiempo productivo interviene uniando todas las partes que componen la marmita. En esta actividad con la nueva distribución, hay 40 minutos que se logran

reducir puesto que se eliminan la mayor parte de los transportes y se simplifican junto con otras actividades haciendo que la unión de las partes demore menor tiempo.

Tabla 36 Tiempos actividades ensamble actual y propuesta

Ensamble	Tiempo actual	Tiempos a quitar	Tiempos propuestos	Ahorro de tiempo
Recepción de todas las piezas y partes	00:03:00		0:03:00	0:00:00
Ensamble de cuerpos	00:40:00	0:05:00	0:35:00	0:05:00
Ensamble de base de agitador soldar	00:23:00	0:01:00	0:22:00	0:01:00
Ensamble de agitador	00:20:00	0:02:00	0:18:00	0:02:00
Ensamble de quemador	00:20:00	0:11:00	0:09:00	0:11:00
Ensamble de tapa	00:01:00		0:01:00	0:00:00
Verificación ensamblado	00:01:04		0:01:04	0:00:00
Insertar componentes faltantes	00:20:00	0:10:00	0:10:00	0:10:00
revisar y modificar uniones	00:02:00		0:02:00	0:00:00
Revisar y alistar componentes eléctricos	00:06:00	0:02:00	0:04:00	0:02:00
Instalación de partes eléctricas	00:25:00	0:02:00	0:23:00	0:02:00
verificación correcta instalación eléctrica	00:02:02		0:02:02	0:00:00
Pruebas de funcionamiento	00:06:00		0:06:00	0:00:00
verificación correcto funcionamiento	00:10:00	0:02:00	0:08:00	0:02:00
Limpiar equipo	00:08:00		0:08:00	0:00:00
Realizar acabados finales	00:09:00		0:09:00	0:00:00
verificación acabados	00:01:00		0:01:00	0:00:00
Recepción y almacenamiento del producto	00:10:07	0:03:00	0:07:07	0:03:00
Realizar empackado	00:09:00	0:02:00	0:07:00	0:02:00
Verificar empackado	00:01:29		0:01:29	0:00:00
Total	3:37:42	0:40:00	2:57:42	0:40:00
Total (min)	217.7	40	177.7	40

Fuente: elaboración propia

Con relación a los tiempos obtenidos sobre la solución propuesta se obtiene un tiempo de proceso de 452.03 min y una producción de 6.27 marmitas/semana. Con relación al proceso actual se reducen 165.42 min del proceso.

$$Producción\ obtenida = \frac{Tiempo\ base}{Tiempo\ ciclo\ real} = \frac{2880\ m/sem}{452.04\ m/marmita} = 6.37\ marmita/sem$$

Realizando el análisis comparativo de las producción actual y propuesta se tiene una variación con resultados positivos de la empresa en donde pasó de estar en 60% a casi 84%, es decir, la variación es de 38%

$$Producción\ actual = \frac{Produc_{real}}{Produc_{teórica}} \times 100 = \frac{4,63 \text{ marmitas/sem}}{7,61 \text{ marmitas/sem}} \times 100 = 60,08\%$$

$$Producción\ propuesta = \frac{Produc_{real}}{Produc_{teórica}} \times 100 = \frac{6,37 \frac{\text{marmitas}}{\text{sem}}}{7,61 \frac{\text{marmitas}}{\text{sem}}} \times 100 = 83.70\%$$

$$variacion\ de\ la\ producción = \frac{6.37 - 4.63}{4.63} * 100 = 38\%$$

Esta información se puede validar con el cálculo en función de los recursos consumidos según la producción, es decir, cuántos recursos de horas hombre se requieren para la producción de marmitas, tomando como recurso consumido, los seis días a la semana del trabajador, buscando saber cuánto logró el recurso trabajador producir por día. Anteriormente se mencionó que no se alcanzaba a producir una marmita por día, que se consumía un día, con dos horas y 26 minutos. Con la propuesta se tiene un ajuste considerable porque al reducir los tiempos de recorrido y simplificar las actividades, se obtiene una marmita por día.

$$Productividad = \frac{Producción}{Insumos}$$

$$Productividad\ actual = \frac{4,63 \text{ marmita/sem}}{6 \text{ días/sem}} = 0,76 \text{ marmita/día}$$

$$Productividad\ propuesta = \frac{6,37 \text{ marmita/sem}}{6 \text{ días/sem}} = 1,061 \text{ marmita/día}$$

$$\Delta Productividad = \frac{Productividad_{propuesta} - Productividad_{actual}}{Productividad_{actual}} \times 100$$

$$\Delta Productividad = \frac{1,061 - 0,76}{0,76} \times 100 = 39.60\%$$

Realizando el análisis comparativo de las productividad actual y propuesta se tiene una variación de la productividad con resultados positivos de la empresa en donde pasó de estar en 0.76 marmitas día a 1, 061 marmitas día, es decir, la variación es de 39.60%

$$Productividad\ MO\ actual = \frac{4.63 \frac{\text{marmitas}}{\text{sem}}}{2880 \min \frac{\text{hombre}}{\text{sem}}} = 0.00160 \text{ marmitas/ min hombre}$$

$$Productividad\ MO\ propuesta = \frac{6.37 \frac{\text{marmitas}}{\text{sem}}}{2880 \min/\text{hombre}} = 0.00221 \text{ marmitas/ min hombre}$$

Un incremento de 0.0061 en la productividad de mano de obra, lo que traduce en $0.0061/0.00160 \times 100 = 38.1\%$ de incremento en la productividad de mano de obra.

Se resalta que el tiempo de proceso se está tomando con respecto a 2880 minutos debido a que, si bien el trabajador en su horario laboral acumula 2940 minutos, este cuenta con unos tiempos de descanso que alcanzan casi los 60 minutos.

Para el cálculo de la eficiencia se realiza en función de la capacidad que tiene el operario según el tiempo productivo real que es 378,15, que si no existiese ningún movimiento o espera se produciría 7,6 marmitas por semana. A pesar de la propuesta de distribución que reduce los tiempos, el trabajador logra sacar 6,21 marmitas por semana, obteniendo como resultado una eficiencia de 84 %.

$$Eficiencia = \frac{\text{Capacidad usada}}{\text{Capacidad disponible}}$$

$$Eficiencia = \frac{6,37 \text{ marmita/sem}}{7,6 \text{ marmita/sem}} = 84 \%$$

Para el caso de la eficacia, la empresa aspira a producir 14 marmitas completas por quincena que por la experiencia del operador se podría lograr pero que por cuestiones propias limitantes del área y de personal, pero esto dependerá de las necesidades de producción. Siendo así la eficacia del proceso equivalente al 91% con el modelo de mejora de la planta.

$$Eficacia\ actual = \frac{Producción\ real\ actual}{Producción\ programada} = \frac{4,6 \times 2}{14} = \frac{9,2}{14} = 0,657 = 65,7\%$$

$$Eficacia\ propuesta = \frac{Producción\ real\ propuesta}{Producción\ programada} = \frac{6,37 \times 2}{14} = \frac{12,74}{14} = 0,91 = 91\%$$

$$\Delta Eficacia = \frac{Eficacia_{propuesta} - Eficacia_{actual}}{Eficacia_{actual}}$$

$$\Delta Eficacia = \frac{0,91 - 0,657}{0,657} = 0,380 = 38\%$$

3.8.4 Propuesta de mejora - acondicionamiento de estaciones

La propuesta de mejora para el acondicionamiento de las estaciones tiene como fin reducir los tiempos de demoras en la ubicación de materiales, herramientas, así como la ubicación de los productos terminados.

Formatos- Control de producción y manejo de herramientas

Teniendo en cuenta los factores mencionados en el diagnóstico referentes a la inadecuada gestión de herramientas se ha optado por el desarrollo de varios métodos que ayuden a minimizar tiempos muertos y costos innecesarios.

Se proponen inventarios en periodos mensuales, con el fin de contabilizar todos los materiales y herramientas que se encuentran en el almacén, y poder tener registro de los mismos. Este se realizará con formatos de solicitud de materiales y otro de solicitud de compra, estos serán diligenciados por los operarios y el encargado del área, ya que son los que conocen los insumos o materiales faltantes que pueden necesitar al momento de realizar sus actividades, teniendo como objetivo estandarizar y mejorar los métodos de trabajo.

Se propone también un formato para control de proceso para dar trazabilidad a los insumos utilizados en el proceso, este deberá ser diligenciado por el responsable de producción, que en el caso sería el trabajador.

Con este formato se busca evitar un trabajo molesto para el trabajador, permitiéndole la implementación de casi la totalidad de su tiempo en producción, garantizando el uso adecuado de insumos evitando desperdicios, y tener un soporte de quejas y reclamos de los clientes.

En el **Anexo N** se presentan los formatos mencionados

Método de clasificación de materiales y herramientas

En la figura 47 de la propuesta de mejora de planta, se muestra el plano con la nueva reubicación de las áreas, se propone el retiro de la tabla de herramientas que actualmente se encuentra detrás de la máquina rolado como se muestra en la figura 22.

Como es necesaria la adecuación completa, buscando siempre la seguridad del trabajador, se dispuso a reubicar el área de herramientas en tres secciones diferentes, para que todo operario pueda tener acceso a las mismas, también se visualizan áreas demarcadas que no lo estaban en el proceso actual, esta demarcación se hace para dejar claras las áreas de trabajo y las áreas de tránsito de la bodega para evitar obstrucciones en la vía.

Codificación de materiales y herramientas

Se realiza una codificación de todos los materiales y herramientas, para ello se utiliza el método alfa numérico, es decir, se compone de letras y números. El código constará de tres letras y dos números. La primera letra indica si el artículo está destinado como material para la ejecución del servicio o es herramienta para la realización de las acciones coercitivas a realizar. Para la codificación, se calificará según su tipo de utilización, si es material (código: M) o herramienta (código: H). La segunda letra indicará el tipo de familia a la que pertenece el artículo, haciendo uso de su inicial. La tercera letra proviene de la zona en la que este localizado, en los tres diferentes mobiliarios que serán colocados en la bodega. usando las letras. A.B.C. Y los números son para llevar un orden dentro de cada familia.

En el **Anexo O** se visualiza la tabla de codificación herramientas y materiales - propuestos

Equipamiento de bodega y mobiliario.

Se maneja la adquisición de nuevo mobiliario para la adecuación de los espacios de trabajo, buscando disponer de dos estanterías que ayudarán a la adquisición de los materiales o herramientas sin que se generen demoras, con el fin de eliminar la tabla de herramientas actual que

es un riesgo para los operarios por la ubicación en la que se encuentra, buscando mejorar la calidad el trabajo y contribuirá a la mejora de la productividad.

Estos mobiliarios estarán ubicados en el perímetro del taller, ya que de esta forma no serán un obstáculo y permitirán un mejor desarrollo de las operaciones. En el medio del taller se localizará la mesa de trabajo, esta será modificada y organizada para facilitar el trabajo.

Tabla de herramientas: se disponen dos tableros de herramientas, uno de medida de 1.00 x 0.70, y otro de medida de 76 x 36 cm, el más grande será ubicado al lado de la mesa de trabajo y del taladro de árbol. Y el pequeño estará en el área de ensamble y conexión eléctrica.

Este mobiliario dispondrá de gavetas para herramientas que no se pueden colgar permitiendo que al finalizar el trabajo no se dejen estos equipos abandonados por todas las áreas.

También se adecuará y ordenará la mesa de trabajo que se encuentra en la mitad del taller para almacenar herramientas.



Figura 54 tablero de herramientas -pequeño

Tablero de herramientas rectangular de estructura metálica., posee 10 gavetas de tres tamaños diferentes desmontables, tres gavetas grandes de 195x90x120 mm, tres gavetas medianas de 155x70x100 mm, y 4 pequeños de 115 x60x80 mm, es una lámina perforada que permite para la acomodación de ganchos metálicos para organizar las herramientas.

Este será el tablero será el de ubicación A, para tener en cuenta con la codificación de materiales.



Figura 55 tablero de herramientas -grande

Este será ubicado al lado del área de pulido, donde se encuentra una mesa de trabajo, este consta de un panel de lámina perforada ideal para organizar todo tipo de herramientas, posee una estantería en la parte de abajo, contando con 11 gavetes, ayudando a guardas los materiales más grandes. Este será el tablero será el de ubicación C, para tener en cuenta con la codificación de materiales.

La mesa de trabajo ubicada en la mitad del taller, actualmente dispone de un espacio para almacenar algunos materiales, esta se modificará, adecuando el espacio, eliminando los estantes de material de cartón y disponer de estantes metálicos, donde se almacenarán herramientas necesarias para esta área. Este será el tablero será el de ubicación B, para tener en cuenta con la codificación de materiales.

Otra propuesta es la contratación del personal para la empresa.

Personal de apoyo, para el área de ensamble, con funciones como:

- Alistamiento de componentes eléctrico
- Instalación de componentes eléctricos
- Limpieza de producto terminado
- Empacado del producto.

Control de orden y aseo

La empresa dispone de una sola caneca para residuos metálicos, la cual se llena rápido porque se da uso inadecuado, ya que se depositan otros materiales. Se propone la disposición de tres cilindros metálicos abiertos de 55 galones de capacidad. Con códigos de color para la disposición de residuos. Estos estarán ubicados al lado del área de rolado y será separados en un cubículo para su manejo.



Figura 56 Código de colores para disposición de residuos.
Fuente: (Studio, 2017)

Según la figura anterior se seleccionará;

- Un cilindro de materiales no peligrosos edificados con el color negro para residuos comunes; como lo son envoltorios, útiles de escritorio (lápices, escobas) trapos sin grasa, cintas, cintas de seguridad, madera, Epps en desuso etc.
- Otro cilindro identificado con color amarillo para residuos metálicos; como trozos de láminas, hierro, cables, calvos, tornillos, tuercas, rodamientos y ejes etc.
- Otro cilindro identificado con color rojo-amarillo para latas de aerosol o similares a este de riesgo inflamable.

3.8.5 Plan estratégico de mejoramiento de la productividad.

Se procede a presentar cada uno de los planes que parten del desarrollo obtenido en el ciclo de la productividad.

Se establecen los planes estratégicos en beneficio del mejoramiento de la productividad de las causas atribuibles de mayor importancia, en cuanto a su incidencia al logro de la eficiencia y efectividad del proceso productivo que se realiza en la empresa Industrias Cardin & Cia Ltda.

Plan para disminuir el impacto por concepto de mano de obra.

Objetivo. Disminuir el impacto que genera la mano de obra en la estructura general de los gastos realizados en la empresa, optimizando la administración y el uso de mano de obra requerida en la planta, de manera que se logre equilibrar la carga de mano de obra indirecta con la carga de mano de obra directa.

Indicadores: total gastos por concepto de mano de obra, total gastos por concepto de mano de obra directa e indirecta.

Las causas de la variación de la productividad, están asociadas a la mano de obra por falta de pertenencia con la organización y sus objetivos estratégicos, desmotivación del personal, falta de capacitación, supervisión, habilidades, destrezas, y la remuneración, por lo cual se hace indispensable que la empresa garantice el control sobre estas variables con el fin de disminuir el nivel de incidencia sobre la empresa y por ende sobre la productividad de la misma.

Para garantizar las acciones necesarias para contribuir favorablemente en el incremento de la productividad basado en la mano de obra se deben programar las siguientes actividades.

- Implementar controles necesarios para dar seguimiento a la administración y control de las labores realizadas a través de servicios de horas hombre contratadas.
- Realizar formación al personal de producción y administración, en el área de administración de personal, distribución efectiva del tiempo de trabajo, con el fin de mejorar el rendimiento del personal, su motivación y su identificación con los objetivos estratégicos de la empresa.
- Realizar estudio detallado de la valoración de cargos con el fin de definir operación adecuados según las labores a realizar
- Diseñar el sistema de documentación necesario para normalizar los procedimientos y acciones que interrelacionan las labores del personal, sus responsabilidades, su alcance y sus limitaciones
- Implementar la medición trimestral de la productividad de la mano de obra en los próximos periodos de operaciones.
- Implementar el uso de la metodología de mejora continua en las labores de administración, operaciones y mantenimiento, con el fin de garantizar la implementación de esquemas

válidos y metodologías para lograr que el desempeño del personal sea enfocado hacia la mejora de sus resultados.

Plan para mejora de toma de decisiones por parte de gerente general y administrativo.

Objetivo: garantizar que la gerencia que conforma la estructura organizacional de la empresa Industrias Cardin & Cia Ltda, de manejo adecuado a sus funciones y logre la coordinación de todos los recursos necesarios a través del proceso de planeación, organización, dirección y control.

Indicadores: cumplimiento de los planes operativos, cumplimiento del presupuesto anual.

Las causas que afectan la productividad en la empresa Industrias Cardin & Cia Ltda, están relacionadas directamente con las decisiones gerenciales de manera directa, pero cabe destacar las de mayor incidencia como la planificación estratégica. De acuerdo con lo anterior se ve la necesidad que la empresa contemple un plan de acción que pueda disminuir el nivel de incidencia en la variación de la productividad para disminuir el impacto e incidencia de las decisiones en la disminución de la productividad de la organización. Por lo anterior, es necesario implementar las siguientes acciones:

- Garantizar la correcta ejecución de las labores de aprovisionamiento de áreas.
- Iniciar planes de inversión para adecuar tecnológicamente los procesos operativos de la empresa, adaptando los procesos a las condiciones de innovación.
- Incentivar el desarrollo de proyectos de mejora
- Implementar herramienta estadística para documentación de hechos y poder disponer de información para toma de decisiones.

Plan de capacitación de personal

Objetivo: incrementar la motivación para lograr mejorar el desempeño laboral y profesional, con comunicación asertiva para incremento de la productividad

Indicador: empleados capacitados por total de empleados en empresa.

- Programas de orden y aseo en áreas de trabajo
- Capacitación en gestión de procesos
- Capacitación en mejora continua
- Capacitación de seguridad y salud en el trabajo

- Taller de trabajo en equipo
- Capacitación de seguridad industrial

Plan de orden y aseo

Objetivo: mejorar y mantener las condiciones de la empresa, manteniendo orden y limpieza en los procesos y/o dependencias.

Indicador: número de inspecciones realizadas dividido número de inspecciones programadas en un periodo x100

- Jornadas de orden y aseo semanales en bodega, estipular las fechas para control y despacho de chatarra
- Implementar metodología de las 5S's
- Charlas para control de espacios de trabajo
- Control de la disposición de los desperdicios
- Eliminación de equipos sin uso

3.8.6 Plan de implementación – cronograma.

Plan	Objetivo	Actividad	Responsable	Recurso	Plazo
Presentación de propuesta de plan para mejorar la productividad	Dar a conocer propuesta	Aprobación de la propuesta para mejora de productividad	Gerencia	Presentación y explicación de la propuesta	octubre
Plan para distribuir el impacto de mano de obra	Disminuir el impacto de mano de obra en la estructura general de la empresa	Implementar controles para seguimiento a la administración y control de las labores realizadas a través de servicios de horas hombre contratadas.	gerente administrativo	Formatos de control	diario
		Realizar formación al personal de producción y administración, en el área de administración de personal, distribución efectiva del tiempo de trabajo, con el fin de mejorar el rendimiento del personal, su motivación y su identificación con los objetivos estratégicos de la empresa.	Encargado de talento humano	Computador, Capacitación y charlas	mensual
		Realizar estudio detallado de la valoración de cargos con el fin de definir operación adecuados según las labores a realizar	Encargado de Recursos Humanos	Manual de funciones	anual
		Diseñar el sistema de documentación necesario para normalizar los procedimientos y acciones que interrelacionan las labores del personal, sus responsabilidades, su alcance y sus limitaciones	Gerente administrativo	Manual de funciones	anual
		Implementar la medición trimestral de la productividad de la mano de obra en los próximos periodos de operaciones.	Gerente administrativo	Indicador de productividad	Trimestral
Plan para mejorar la toma de decisiones por parte de gerente general y administrativo	Garantizar que la gerencia que conforma la estructura organizacional de la empresa Industrias Cardin & Cia Ltda, de manejo adecuado a sus funciones y logre la coordinación de todos los recursos necesarios a través del proceso de planeación, organización, dirección y control.	Implementar el uso de la metodología de mejora continua en las labores de administración, operaciones y mantenimiento, con el fin de garantizar la implementación de esquemas válidos y metodologías para lograr que el desempeño del personal sea enfocado hacia la mejora de sus resultados.	Gerente administrativo	Indicadores de gestión y resultado	Mensual- trimestral
		Garantizar la correcta ejecución de las labores de aprovisionamiento de áreas.	Gerente administrativo	Formatos de control	Semanal

		Incentivar el desarrollo de proyectos de mejora	Gerente administrativo	humano	semestral
		Implementar herramienta estadística para documentación de hechos y poder disponer de información para toma de decisiones.	gerente administrativo	Softwares	Febrero 2020
Plan de capacitación de personal	Incrementar la motivación para lograr mejorar el desempeño laboral y profesional, con comunicación asertiva para incremento de la productividad	Programas de orden y aseo en áreas de trabajo	Encargado de talento humano	Recursos humanos	semanal
		Capacitación de gestión de presos y mejora continua	Encargado de talento humano	Recursos humanos	agosto con periodicidad de doce meses.
		Capacitación de seguridad y salud con el trabajo	Encargado de talento humano	Recursos humanos	agosto con periodicidad de doce meses.
		Taller de trabajo en equipo	Encargado de talento humano	Recursos humanos	periodicidad de cuatro meses
		Capacitación de seguridad industrial	Encargado de talento humano	Recursos humanos	cada seis meses
Plan de orden y aseo	Mejorar y mantener las condiciones de la empresa, manteniendo orden y limpieza en los procesos y/o dependencia	Jornadas de orden y aseo semanales en bodega, sumado a la estipular fechas para control y despacho de chatarra	Gerencia- área de gestión ambiental	humano	Semanal Chatarra mensual
		Implementar metodología de las 5S's:	Gerencia- área de gestión ambiental	Listas de verificación Códigos de color Tablero de herramientas	semanal-mensual
		Charlas para control de espacios de trabajo	Gerencia- área de gestión ambiental	humano	anual
		Control de la disposición de los desperdicios	Gerencia- área de gestión ambiental	Canecas de basura Control de desperdicios	diario-semanal
	Mejorar ubicación y mobiliario de herramientas y materiales	Eliminación de equipos sin uso	Gerencia- área de gestión ambiental	chatarización y mantenimiento	Control anual
		Orden de tablas y mesa para herramientas y materiales	Gerencia administrativa	Tabla	diario

Figura 57 plan de implementación – cronograma.

Fuente: Construcción del autor

Capítulo V

Análisis costo beneficio

3.9 Cálculo de los costos

3.9.1 Análisis Costo por unidad producida.

En el presente apartado se muestra como la reducción de los tiempos de producción contribuyen a la situación financiera de la empresa generando una mayor utilidad a la inversión existente. Inicialmente se muestra que el costo actual por marmita (Tabla 20) disminuye al poder producirse más por semana. Para este ejercicio se tomarán 50 semanas porque el operador por ley debe descansar 2 semanas.

$$\text{Costos actual} = \frac{\frac{\$46.382.178}{\text{año}}}{4,6 \text{ marmita/sem} \times 50 \text{ sem/año}}$$

$$\text{Costos actual} = \frac{\$46.382.178 / \text{año}}{230 \text{ marmita/año}} = \$201.661/\text{marmita}$$

$$\text{Costos propuesto} = \frac{\frac{\$46.382.178}{\text{año}}}{6,37 \text{ marmita/sem} \times 50 \text{ sem/año}}$$

$$\text{Costos propuesto} = \frac{\$46.382.178/\text{año}}{318,5 \text{ marmita/año}} = \$145.626/\text{marmita}$$

Al ser más económico producirlas por el factor personal y de pasar a producir 230 marmitas al año a 318,5 que redondeando se deja en 318, anualmente se están produciendo 88 marmitas adicionales, traduciéndose en una eficiencia en los costos de producción en un 27.79%.

$$\Delta \text{Costo} = \frac{\text{Costo}_{\text{actual}} - \text{Costo}_{\text{propuesto}}}{\text{Costo}_{\text{actual}}} \times 100 = \frac{\$201.661 - \$145.626}{\$201.661} = 27.79\%$$

3.9.2 Análisis costo por tabla de herramientas

Se propone la adquisición de dos tablas de herramientas para reducir el recorrido de búsqueda que es de un metro desde el área en donde se realizó la distribución ubicándolos en el área de rolado y soldado. Diariamente esta búsqueda de herramientas implica recorrer un metro hasta el sitio donde está y un metro devolviendo, es decir, 2 metros en donde el trabajador pierde cinco segundos realizando esta labor y aproximadamente 10 segundos en la búsqueda de la herramienta representando 20 segundos perdidos. Esta actividad se hace diariamente alrededor más de 30 veces, tomando como base este dato resultando que sería 750 segundos-12,5 minutos.

El costo diario del trabajador se presenta en la tabla 38, teniendo como pérdida diaria \$1.337,5 minutos que al mes representa \$34.775

Tabla 37 costo día de trabajador

Tiempo	Valor COP
Mes	1.339.206
Día	51.508
Hora	6.438
Minuto	107

Fuente: Construcción del autor

$$\text{Costo búsqueda herramientas} = \text{Costo}_{\text{minuto}} \times \text{Minutos búsqueda}$$

$$\text{Costo búsqueda herramientas diario} = \$107 \times 12,5 = \$1.337,5$$

$$\text{Costo búsqueda herramientas mensual} = \$1.337,5 \times 26 = \$34.775$$

3.9.3 Beneficio por costo de producción

Como se mencionó anteriormente, la producción de una marmita tiene un menor costo de producción por recurso humano pasando de costar \$201.661 a \$145.626, con un ahorro de \$56.037. Considerando la fórmula de variación de costos en donde se compara el costo actual con el propuesto para conocer los beneficios se tiene como resultado un mejoramiento en el aprovechamiento del recurso humano en un 38.26%.

$$\text{Costo actual} - \text{costo propuesto} = \$201.661 - \$145.626 = \$56.037$$

$$\text{Costo mano obra por marmita} = \frac{\text{Costo mano obra}}{\text{Marmitas producidas}}$$

$$\text{Costo mano obra por marmita actual} = \frac{\$1.339.206 \times 12}{230} = \$69.871,62$$

$$\text{Costo mano obra por marmita propuesto} = \frac{\$1.339.206 \times 12}{318} = \$50.536,07$$

$$\Delta \text{Costo} = \frac{\text{Costo}_{\text{actual}} - \text{Costo}_{\text{propuesto}}}{\text{Costo}_{\text{actual}}} \times 100$$

$$\Delta \text{Costo} = \frac{\$69.871,62 - \$50.536,07}{\$50.536,07} \times 100 = 38.26\%$$

3.9.4 Beneficio por nuevas unidades producidas

Para el último año, el valor de venta promedio fue de \$396.478.26 tomando los valores de la Tabla 39, puesto que se generaron ingresos por \$91.190.000 produciendo 230 marmitas. Manteniendo el precio de venta del último año y tomando el aumento en la producción con la nueva propuesta de distribución de la planta se tiene que se generarán ingresos por \$34.890.000 como se muestra en las formuladas solucionadas a continuación.

$$\text{Valor unitario marmita} = \frac{\$91.190.000 \text{ ingresos anuales}}{230 \text{ marmitas anuales}} = \$396.478,26$$

$$\text{Nuevos ingresos} = 88 \times \$396.478,26 = \$34.890.000$$

Tabla 38 Utilidades brutas

productos	Total	Promedio de venta/mes	% venta	% acumulado
Marmita	\$ 91.190.000	\$ 7.597.500	37,40	37,4
Licuada	\$ 43.186.000	\$ 3.598.417	17,71	55,11
Despulpadora	\$ 36.280.000	\$ 3.020.833	14,87	69,98
Envasadora	\$ 22.770.000	\$ 1.897.500	9,34	79,32
Banco de hielo	\$ 15.000.000	\$ 1.250.000	6,15	85,47
Máquina de helados	\$ 13.860.000	\$ 1.155.000	5,69	91,16
Tanque de almacenamiento	\$ 12.210.000	\$ 1.015.833	5,00	96,16
Estufa industrial	\$ 5.890.000	\$ 483.333	2,38	98,54
Peladora de papa	\$ 2.200.000	\$ 183.333	0,90	99,44
Mesa de trabajo	\$ 1.353.000	\$ 112.750	0,56	100,00
Costos Totales	\$ 243.939.000	\$ 20.314.500		

Fuente: Construcción del autor

3.9.5 Beneficio por reducción tiempos en búsqueda herramientas

Diariamente, se gastan 12,5 minutos en la búsqueda de herramientas, que, si bien no parece significativo en el día a día, si esto se lleva en términos semanales y anuales afecta en la producción de marmitas que se dejan de vender por disponibilidad.

$$\text{Tiempo semanal} = 12,5 \text{ minutos} \times 6 \frac{\text{días}}{\text{semana}} = 75 \frac{\text{minutos}}{\text{semana}}$$

$$\text{Tiempo anual} = 75 \frac{\text{minutos}}{\text{semana}} \times 50 \frac{\text{semanas}}{\text{año}} = 3.750 \text{ minutos/año}$$

Sabiendo que para producir una marmita se requiere 621.75 *minutos*, estos minutos por búsqueda de herramientas representan producir 6 marmitas al año, que se podrían producir con la compra de las dos cajas de herramientas, teniendo como beneficio la venta de 6 marmitas más, con un valor total de \$2.378.695.

$$\text{Marmitas sin producir} = \frac{\text{Minutos buscando herramientas}}{\text{Tiempo producción marmita}}$$

$$\text{Marmitas sin producir} = \frac{3.750 \text{ minutos/año}}{621.75 \text{ minutos}} = 6.03 \approx 6 \text{ al año}$$

$$\text{Nuevos ingresos} = 6 \times \$396.478,26 = \$2.378.695 \text{ al año}$$

Con estos resultados, se evidencia que existe un ahorro importante con la nueva distribución de planta porque se logran tener ingresos por un valor cercano a los \$37.300.000 anuales por la producción de mayor cantidad de marmitas al año ya que el operador cuenta con más tiempo para producirlas, con eficiencia en el costo de personal de 34,78%, siendo mensualmente ingresos de \$3.105.744

$$\text{ingresos} = 94 \times \$396.478,26 = \$37.268.932 \text{ anual}$$

$$\text{ingreso mens} \frac{\$37.268.932}{12 \text{ meses}} = 3.105.744$$

3.10 Costo-beneficio

3.10.1 Costo-beneficio nueva propuesta en la planta

La determinación del costo-beneficio de la nueva distribución se realiza a través de tres perspectivas; una es la asignación del espacio de tiempo para organizar el área con los cambios aquí descritos, dos la adquisición de la caja de herramientas y el control de herramientas para eliminar los tiempos por recorridos en su búsqueda, además de tiempos muertos por espera de material y tres el global de las ventajas de la nueva propuesta.

3.10.2 Costo-beneficio nueva distribución

Para el cálculo del costo beneficio por la nueva distribución se deben considerar los siguientes aspectos que afectarán la producción e ingresos de un día para realizar la nueva distribución estando entre estos costos directos asociados al producto y costos indirectos

- Tiempo improductivo del trabajador por día de reubicación
- Unidades dejadas de producir en el día
- Costo de materiales en bodega
- Arriendo, servicios y otros gastos indirectos
- Ingresos promedio diarios

Tabla 39 Costo –beneficio nueva distribución

Período	Cantidad	Costo	Ingreso
Anual	1	\$46.382.178	\$ 91.190.000
Semanal	52 sem/año	\$ 891.965	\$ 1.753.653
Diario	6 días/sem	\$ 148.661	\$ 292.275
Total			\$ 440.936

Fuente: Construcción del autor

Con este cálculo estimado, se logra saber que el valor perdido por dejar de producir representa para la compañía \$440.936 que si a esto se le suma un valor aproximado de \$50.000 por la persona que colaborará en la redistribución, el valor total de este ajuste es de \$490.936, siendo esta una sola inversión que se espera recuperar en un lapso de tiempo corto según los nuevos ingresos a producir. Como se pasa a producir un 34% más, es decir, de sacar 0,77 a 1, 035 marmita/día, el aumento de los ingresos se calcula proporcional a este aumento teniendo que

diariamente se generaran ingresos adicionales por valor de \$104.406 (Tabla 41) y que el dinero se logra recuperar en los próximos siete días tomando como tasa de descuento 10%. (Tabla 42 y Figura 58).

La Tasa Interna de retorno por este concepto de redistribución es de 2,8% sólo considerando los 7 primeros días de trabajo, es decir, el retorno es superior en los próximos días porque esta inversión se hace una sola vez.

Tabla 40 Aumento de ingresos por día

	Día actual	Día propuesto
% Producción	0,772	1,035
Ingresos	\$305.949	\$410.355
Beneficio	\$104.406	

Fuente: Construcción del autor

Tabla 41 Recuperación inversión en nueva distribución

Tasa Descuento	10%								
Concepto	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Valor presente	Rel.Costó /Beneficio
Costo	568.960	0	0	0	0	0	0	\$568.959,85	0,80
Beneficio	-	104.406	104.406	104.406	104.406	104.406	104.406	\$454.715,10	
Ingresos									
Flujo dinero	(568.960)	104.406	104.406	104.406	104.406	104.406	104.406		
TIR	2,8%								

Fuente: Construcción del autor

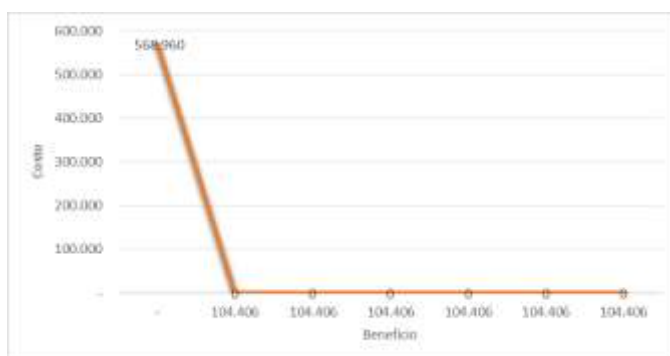


Figura 58 Relación costos beneficios en siete días.

Fuente: Construcción del autor

3.10.3 Costo beneficio adquisición tablas de herramientas

Las tablas de herramientas adquiridas ayudarán a que se produzcan 6 marmitas al año es por esto que su inversión es relevante porque en promedio las dos costarían \$1.000.000, representando al año \$2.378.868 de ingresos por marmitas. Para esta adquisición se tiene una Tasa interna de Retorno de 2,3 en 5 meses que se consideraron para este ejemplo que son los que se recuperaría la inversión de las tablas de herramientas.

Tabla 42 Recuperación inversión adquisición tabla herramientas

Tasa Descuento	10%						
Concepto	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Valor presente	Relación Costo/Beneficio
Costo	1.000.000	0	0	0	0	\$1.000.00	0,84
Beneficio Ingresos	-	264.319	264.319	264.319	264.319	\$837.855	
Flujo dinero	(1.000.000)	264.319	264.319	264.319	264.319		
TIR	2,3%						

Fuente: Construcción del autor

3.10.4 Costo beneficio propuesta total

Analizados los dos escenarios de mejora en la propuesta presentada en este proyecto, la relación costo beneficio, vista desde unos pocos meses, es muy rentable puesto que estos escenarios hacen que se aumente la producción porque se optimiza el tiempo del operador. En la tasa interna de retorno para un periodo de cinco meses que es el tiempo que se describió de recuperación de la inversión de las cajas de herramientas, se tiene como valor de TIR en 187,15, siendo un valor que confirma que la inversión de parar las actividades por un día para organizar la planta para que el operador realice su labor de forma organizada, es de grandes utilidades económicas para la compañía.

Tabla 43 Recuperación inversión propuesta total

Tasa Descuento	10%						
Concepto	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Valor presente	Relación Costo/Beneficio
Costo	1.568.960	0	0	0	0	1.568.960	6,018
Beneficio Ingresos	0	2.978.875	2.978.875	2.978.875	2.978.875	\$ 9.442.633	
Flujo dinero	-1.568.960	2.978.875	2.978.875	2.978.875	2.978.875		
TIR	187,07%						

Fuente: Construcción del autor

Capítulo VI

Conclusiones

La realización del presente estudio da lugar a las siguientes conclusiones:

- La compañía Industrias Cardin & Cia Ltda, cuenta con gran variedad de equipos que le permiten tener una operación fluida pero que se encontraban en mala disposición siendo subutilizados, generándose tiempos improductivos que no permitían la producción de mayor cantidad de marmitas, traduciéndose en ingresos que no se estaban generando.
- El estudio de tiempo desarrollado en este proyecto, permitió identificar las falencias e inconvenientes con los que debía cargar el operador, generando tiempos improductivos por los transportes, haciendo poco fluido su trabajo y por el orden de la planta, exponiéndole a eventos muy riesgosos porque se dejaría de producir el producto que tiene mayor representación en los ingresos operacionales.
- Esta propuesta de solución es aplicable a los demás productos, que representan el 79.32% de ventas, ya que los procesos son similares en un 60%. Con la modificación en planta impactaría en los desplazamientos de los demás procesos minimizando recorridos mejorando positivamente en sus tiempos de proceso.
- La propuesta de solución permitió reducir los tiempos de proceso de la marmita industrial la cual demora 621.75 min, equivalentes a 10 horas, 21 minutos, con la solución planteada se reduce a 451.03 min equivalentes a 7 horas, 52 min, ahorrando 170.72 min en el proceso
- Con la propuesta de solución respecto a la producción actual y propuesta se presentó una variación con resultados positivos de la empresa, pasando de estar de 60% a casi el 84%, con una diferencia de 38% del incremento de la producción.
- Con la mejora en planta y mejora del proceso se obtiene una reducción en tiempos de transporte pasando de 170.45 m a 62.73 m.
- Según los tiempos productivos vs tiempos improductivos actuales y el análisis según la solución propuesta, se obtiene una reducción de los procesos improductivos de un 39% a un 18%, para una total del 21% de mejora.
- En la empresa los dos equipos en bodega que no estaban en uso y ocupaban espacio fueron sacados por el generen, pudiendo aprovechar de una mejor manera los espacios.

En cuanto a la productividad se obtuvo la siguiente conclusión:

Producción actual	Producción propuesta
$Producción\ actual = 4.63\ marmita/sem$	$Producción\ obtenida = 6.37\ marmita/sem$
$productividad\ actual\ (producción) = 60\%$	$productividad\ propuesta(producción) = 83.7\%$
$Productividad\ MO\ actual = 0.00162\ mar/\min\ hom$	$Productividad\ MO\ propuesta = 0.00221\ mar/\min\ hom$
$Eficiencia = 60\ \%$	$Eficiencia = 84\ \%$
$Eficacia = 65,7\%$	$Eficacia = 91\%$

En cuanto costos se obtuvo la siguiente conclusión:

Costo actual	Costo propuesto
$Costos\ actual = \frac{\frac{\$46.382.178}{año}}{4,6\ marmita/sem \times 50\ sem/año}$	$Costos\ propuesto = \frac{\frac{\$46.382.178}{año}}{6,37\ marmita/sem \times 50\ sem/año}$
$Costos\ actual = \frac{\$46.382.178/año}{230\ marmita/año} = \$201.661/marmita$	$Costos\ propuesto = \frac{\$46.382.178/año}{318,5\ marmita/año}$ $= \$145.626/marmita$
	<i>pasar a producir 230 marmitas al año a 318,5 que redondeando se deja en 318, anualmente se están produciendo 88 marmitas adicionales, traduciéndose en una eficiencia en los costos de producción en un 27.79%.</i>

Costo actual	Costo propuesto
$\begin{aligned} \text{Costo búsqueda herramientas} \\ &= \text{Costo}_{\text{minuto}} \times \text{Minutos búsqueda} \\ \text{Costo búsqueda herramientas diario} &= \$107 \times 12,5 \\ &= \$1.337,5 \\ \text{Costo búsqueda herramientas mensual} &= \$1.337,5 \times 26 \\ &= \$34.775 \end{aligned}$	$\begin{aligned} \text{Marmitas sin producir} &= \frac{\text{Minutos buscando herramientas}}{\text{Tiempo producción marmita}} \\ \text{Marmitas sin producir} &= \frac{3.750 \text{ minutos/año}}{621.75 \text{ minutos}} = 6.03 \\ &\approx 6 \text{ al año} \\ \text{Nuevos ingresos por tabla de herramientas adquiridas} \\ &= 6 \times \$396.478,26 = \$2.378.695 \text{ al año} \end{aligned}$
$\begin{aligned} \text{Costo mano obra por marmita actual} &= \frac{\$1.339.206 \times 12}{230} \\ &= \$69.871,62 \end{aligned}$	$\begin{aligned} \text{Costo mano obra por marmita propuesto} \\ &= \frac{\$1.339.206 \times 12}{318} = \$50.536,07 \end{aligned}$
$\text{ingresos actuales} = 230 \times \$396.478,26 = \$91.190.000$	$\text{Nuevos ingresos} = 88 \times \$396.478,26 = \$34.890.000$
	<i>La Tasa Interna de retorno (TIR) por este concepto de redistribución es de 2,8% sólo considerando los 7 primeros días de trabajo</i> <i>Para esta adquisición se tiene una Tasa interna de Retorno(TIR) de 2,3 en 5 meses que se consideraron para este , que son los que se recuperaría la inversión de las tablas de herramientas.</i>

4 RECOMENDACIONES

- La implementación de los sistemas de gestión de calidad es de gran importancia para las compañías como Industria Cardín, porque le permiten tener control sobre los productos que ofrece al mercado cuidando que estos se cumplan con los estándares de calidad definidos por medio de la documentación a través de procedimientos que describan el paso a paso de su desarrollo.
- Con la aplicación de la normatividad en materia de seguridad y salud en el trabajo que impone el estado colombiano, le permitirá tener trabajadores con mayor eficiencia en su actividad porque está asegurando que sus condiciones laborales son óptimas, sintiéndose seguros en el desarrollo de su actividad diaria.
- La definición de una estrategia de orden y aseo como lo es las 5S permiten que el ambiente de trabajo sea más seguro y se mantenga la eficiencia del tiempo del trabajador propuesta en este estudio, pero para esto se requiere que se cree una cultura de esta práctica a través de capacitación y entrenamiento.
- La documentación de los procesos de cada producto generado en la planta, permite identificar otras formas de reducción de costos puesto que se puede generar un cronograma de las necesidades de recursos por día o por semana, teniendo los insumos indicados en el día requerido para así evitar que el operador detenga su operación por falta de materiales o se generen costo por el almacenaje de material.
- Se recomienda implementar un modelo de inventario, para asegurar una respuesta inmediata a los requerimientos del cliente, evitando la diferencia entre el tiempo de abastecimiento y la demanda interna, lo que permitirá disminuir los 30 días estipulados en entrega de la marmita, teniendo un inventario como colchón de seguridad o un *stock* para el momento de una necesidad se satisfaga la demanda.
- La labor del administrador, gerente o ingeniero se basa en la generación de utilidades económicas por medio de aumento de las ventas, empleando los recursos de forma óptima sin generar desperdicios y produciendo el artículo con calidad siendo todo esto lo que permite obtener la mayor ganancia posible.
- La falta de medición por medio de indicadores o diagnósticos de la operación es evidente dentro de la compañía, pero es un componente que, con este primer ajuste en su distribución de planta, se iniciará a estudiar con mayor frecuencia porque la evidente mejora en los ingresos, les atraerá e iniciaran a incorporar el mejoramiento continuo en la compañía.

REFERENCIAS

- Artieda, V. (2014). *Plan de mejora para las consultas externas de un hospital publico (tesis de pregrado)*. Universidad politécnica de Valência, Valência.
- Avendaño, D. (2013). *Propuesta para la documentación de los procesos y procedimientos de la cadena de abastecimiento de ARCHIE´S COLOMBIA S.A. (tesis de pregrado)*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá.
- BSI Group. (2014). *Pasando de ISO 9001:2008 a ISO 9001:20015*. Obtenido de <https://www.bsigroup.com/LocalFiles/es-ES/Documentos%20tecnicos/Revisiones%20ISO/ISO%209001/ISO-9001-guia%20de%20transicion.pdf>
- Cañedo , R., & Zayas, L. (1997). Sistemas de producción. *ACIMED*, 5(4).
- Carro, R., & González, D. (2012). *El sistema de producción y operaciones (tesis pregrado)*. Universidad Nacional de Mar de Plata , Argentina .
- Cháves, D. (2017). *Plan de acción para el mejoramiento de los procesos del área de servicio posventa mediante técnicas del estudio del trabajo en Mazautos Cali (tesis de posgrado)*. Universidad Autónoma de Occidente, cali.
- Chiavenato, I. (2000). *Administración de recursos humanos*. Bogota,México: Mc Graw Hill.
- Contreras, F. (2017). *Gestión por procesos, indicadores estándares para unidades de información*. Lima: La Editorial.
- Coral, A. (2016). *Modelo de gestión de cobranza para el banco de desarrollo de los pueblos S.A. (tesis pregrado)*. Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ecuador.
- Fuertes, W. H. (2012). *Análisis y mejora de procesos y distribución de planta en una empresa que brinda el servicio de revisiones técnicas vehiculares (tesis pregrado)*. *Pontificia universidad católica del Perú*.
- García, G. L. (2005). *Modelos de comunicación*.

- Gómez, D. F., Martínez, L. F., & Parada, O. G. (2015). Diseño del plan de mejoramiento en el proceso de recepción de mercancía y de despachos urbanos. *intellectum*.
- Gómez, M. (2007). *Tesis Doctoral La comunicación en las organizaciones para la mejora de la productividad: El uso de los medios como fuente informativa en empresas e instituciones andaluzas*. Málaga: Universidad de Málaga.
- González, K. (07 de 11 de 2013). *Gestiópolis*. Obtenido de <https://www.gestiopolis.com/estudios-del-sistema-de-trabajo-en-la-organizacion/>
- Google maps. (1 de noviembre de 2018). Obtenido de <https://www.google.com/maps/place/INDUSTRIAS+CARDIN/@4.6617856,-74.1008703,3022m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x8e3f9b98e965ef9f:0x58a5bfe7aed94c94!8m2!3d4.661058!4d-74.102565>
- gropup, c. (19 de abril de 2013). *SPS consulting gropup*. Obtenido de <https://spcgroup.com.mx/diagrama-de-ishikawa/>
- Guamán, A. (2016). “Propuesta de un modelo de gestion por procesos en el sector manufacturero-textil, Caso de estudio. *Universidad de Cuenca*.
- Icontec. (23 de 09 de 2015). *NTC ISO 9001*. Obtenido de http://www.minvivienda.gov.co/Documents/Sobre%20el%20Ministerio/Sistemas-de-Gestion/NTC_ISO_9001_2015.pdf
- Inés, G., & Torrado, M. (2016). *Propuesta de mejora de los procesos productivos para medianas empresas basado en las buenas prácticas del sector farmacéutico (tesis de pregrado)*. Universidad la Salle , Bogotá.
- InoxiMexico. (16 de julio de 2018). Obtenido de <https://www.inoximexico.com/index.php/acero-inoxidable/item/31-que-es-una-marmita>
- ISO 9001. (23 de 09 de 2015). Obtenido de http://www.minvivienda.gov.co/Documents/Sobre%20el%20Ministerio/Sistemas-de-Gestion/NTC_ISO_9001_2015.pdf
- Kanawaty, G. (1996). *Introduccion al estudio de trabajo*. Ginebra: Organizacion Internacional del Trabajo.

- López, B. S. (9 de 4 de 2016). *ingenieria industrial online*. Obtenido de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gesti%C3%B3n-de-almacenes/dise%C3%B1o-y-layout-de-almacenes-y-centros-de-distribuci%C3%B3n/>
- Ludeña, E. (2017). *Aplicación del estudio del trabajo para mejorar la productividad en la línea de envasado de galletas en una empresa de consumo masivo (tesis de pregrado)*. Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, Lima.
- Marx, K. (1980). *El proceso de Acumulación del capital*. Mexico, España, Argentina: CEME.
- McGrath, B. (2014). *El pequeño libro de las grandes teorías del management*. Reino Unido: Alienta.
- Medina. (2009). *Modelo integral de productividad*. Bogotá: Universidad Sergio Arboleda.
- Moreno, C. A. (2017). *Aplicación de la técnica SMED en la compactadora número 5 Laboratorio de cosméticos Vogue S.A.S (tesis de pregrado)*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá.
- Niebel, W. B., & Freivalds, A. (2004). *Ingeniería Industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo*. México: Alfaomega.
- Niebel, W. B., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño de trabajo*. México, D.F: Alfaomega.
- Pardo, C. E., & Díaz, O. L. (30 de octubre de 2014). Desarrollo del talento humano como factor clave para el desarrollo organizacional, una visión desde los líderes de gestión humana en empresas de Bogotá D.C. *Suma de Negocios*, 5(11), 39-48.
- Pérez, G. (20 de agosto de 2005). Propuesta metodológica para el mejoramiento de procesos utilizando el enfoque Harrington y la Norma ISO 9004. *Revista Universidad EAFIT*, 41 (47).
- ProColombia. (2014). Obtenido de <https://www.inviertaencolombia.com.co/sectores/manufacturas/metalmecanica.html>
- Procolombia. (2017). Obtenido de <http://www.procolombia.co/compradores/es/explore-oportunidades/industria-metalmec-nica>

- Rivero, P. J. (22 de Enero de 2013). Optimización de la productividad en la Industria, para lograr rentabilidad y competitividad. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 3-4.
- Romero, E., & Díaz, J. (2010). El uso del diagrama causa-efecto en el análisis de casos. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (México)*, XL (3-4).
- Studio, I. (13 de abril de 2017). *Inspira Estudios - Gestion Ambiental*. Obtenido de <http://bloggeandoaqp.blogspot.com/2014/11/gestion-ambiental-cilindros-para.html>
- Valor, J. (2017). *Análisis y auditoria de Layout y proceso productivo de un almacén industrial (tesis de pregrado)*. Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Tecnica Superior de Ingenieros Industriales , Madrid .
- Zapata, A. (15 de abril de 2013). Effect of the engineering techniques of quality in product designing. *Pontificia Universidad Javeriana* , 17(2).