

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS  
AMÉRICAS CARRERA DE INGENIERÍA  
INDUSTRIAL**

**TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN**

**DISEÑO DE MEJORA DEL PROCESO DE REPARACIÓN  
DE REBOBINADO DE MOTORES ELÉCTRICOS EN LA  
EMPRESA GINÉS ELECTRIC S.A.**

**AUTORA**

**DIANA BERROCAL LOAIZA**

**TUTOR**

**ING. ALEJANDRO LEIVA. MBA**

**LECTOR**

**ING. ANDREY RODRIGUEZ MÉNDEZ**

**SAN JOSE, DICIEMBRE, 2020**

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a todas las personas que me alentaron durante toda la carrera, especialmente a mi madre; sin ella no lo hubiera logrado, por sus palabras de apoyo y sacrificio para lograr ser profesional.

Y a mi pareja, Juan Carlos, gracias a su apoyo incondicional y consejos profesionales y personales para seguir adelante.

### **Agradecimientos**

Quiero agradecer primeramente a Dios pues me dio las fuerzas y sabiduría para concluir mi carrera.

A mi familia que siempre me apoya incondicionalmente.

También, a los profesores que son parte fundamental de mi formación.

Y finalmente a la empresa Ginés Electric que me permitió realizar este trabajo en su empresa.

## Contenido

DEDICATORIA.....	ii
Agradecimientos.....	iii
Carta de autorización del Tutor (a) .....	iv
Carta de revisión filológica .....	v
Código de Ética .....	vi
Declaración Jurada .....	vii
Contenido .....	viii
Tablas .....	xii
Figuras .....	xvi
Imagen.....	xvii
Resumen .....	xviii
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN .....	1
Generalidades de la empresa .....	2
Historia de la empresa .....	2
Misión.....	2
Visión .....	2
Planteamiento del problema .....	2
Objetivos .....	3
Objetivo general .....	3
Objetivos específicos.....	3
Justificación.....	4
Antecedentes .....	4

Proyecciones.....	21
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	22
Motor eléctrico .....	22
Bobinado de motor eléctrico .....	22
Rebobinado de motor eléctrico .....	22
Caballo de Fuerza (HP) .....	23
Diagrama de Proceso.....	23
Diagrama de Flujo.....	24
Diagrama de Ishikawa.....	26
Diagrama de Pareto .....	27
Estudio de tiempos .....	28
Medición directa. Estudio de tiempos con cronómetro.....	29
Suplementos por descanso. ....	35
Suplementos especiales. ....	36
<i>Suplemento adicional y suplemento por política.</i> ....	37
<i>Comprobación del método.</i> .....	37
Distribución y localización de planta .....	38
SLP (Systematic Layout Planningl) .....	38
Planificación de la producción .....	47
Programación de la producción.....	47
El control de la producción. ....	48
OEE (Overall Equipment Effectiveness o Eficiencia General de los equipos).....	48
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO .....	50
Enfoque .....	51

Alcance.....	52
Método .....	53
Muestra de la investigación.....	54
VARIABLES o Unidades de análisis.....	54
Instrumentos .....	58
Proceso para la Recolección de Datos.....	60
Método de análisis.....	60
Cronograma.....	61
<b>CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN (DIAGNÓSTICO) .....</b>	<b>64</b>
Diagrama de Procesos .....	64
Diagrama de flujo.....	67
Diagrama de Ishikawa.....	77
Diagrama de Pareto .....	80
Diagrama de Pareto Causas A.....	85
Estudio de tiempos .....	89
Seleccionar operación y operario.....	89
Registrar información.....	90
Comprobar el método.....	90
Determinar en ciclos o elementos.....	90
Tamaño de la muestra .....	91
Toma y registro de datos.....	105
Valoración del ritmo de trabajo.....	105
Tiempo normal.....	105
Tolerancias .....	106

Tiempo estándar .....	107
Razón de producción .....	108
Rutas del proceso .....	110
Distribución y localización de planta .....	112
Tipo de distribución. ....	112
Factores que afectan la distribución de planta. ....	113
Plano de distribución de planta .....	115
Análisis P-Q .....	117
Diagrama de relaciones .....	119
Diagrama de relaciones de recorrido.....	122
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	126
Conclusiones .....	126
Recomendaciones.....	127
CAPÍTULO VI: PROPUESTA.....	128
Propuesta .....	128
Redistribución de planta.....	128
Plan de producción. ....	135
Análisis económico .....	149
Plan de implementación .....	152
APÉNDICES .....	156
REFERENCIAS .....	158

## Tablas

<b>Tabla 1 Simbología Diagrama de Proceso .....</b>	<b>24</b>
<b>Tabla 2 Criterios de evaluación .....</b>	<b>31</b>
<b>Tabla 3 Tipos de Relación .....</b>	<b>43</b>
<b>Tabla 4 Tabla relacional de actividades.....</b>	<b>44</b>
<b>Tabla 5 Códigos y motivos de las relaciones .....</b>	<b>45</b>
<b>Tabla 6 Variables o Unidades de Análisis.....</b>	<b>55</b>
<b>Tabla 7 Instrumentos .....</b>	<b>58</b>
<b>Tabla 8 Diagrama de Gantt .....</b>	<b>63</b>
<b>Tabla 9 Total de Operaciones en Proceso de Reparación .....</b>	<b>77</b>
<b>Tabla 10 Diagrama de Klee .....</b>	<b>81</b>
<b>Tabla 11 Cuadro de Resumen algoritmo de Klee.....</b>	<b>83</b>
<b>Tabla 12 Datos Ordenados .....</b>	<b>83</b>
<b>Tabla 13 Diagrama de Klee (Causas A) .....</b>	<b>86</b>
<b>Tabla 14 Resumen Diagrama de Klee .....</b>	<b>87</b>
<b>Tabla 15 Datos Ordenados según su resultado (Causas A).....</b>	<b>87</b>
<b>Tabla 16 División del Proceso en Ciclos .....</b>	<b>90</b>
<b>Tabla 17 Toma de Tiempos Elemento A .....</b>	<b>93</b>
<b>Tabla 18 Toma de Tiempos Elemento B .....</b>	<b>93</b>
<b>Tabla 19 Toma de Tiempos Elemento C .....</b>	<b>94</b>
<b>Tabla 20 Toma de Tiempos Elemento D .....</b>	<b>94</b>
<b>Tabla 21 Toma de Tiempos Elemento E .....</b>	<b>94</b>
<b>Tabla 22 Toma de Tiempos Elemento F.....</b>	<b>95</b>
<b>Tabla 23 Toma de Tiempos Elemento G.....</b>	<b>95</b>

<b>Tabla 24 Toma de Tiempos Elemento H</b> .....	96
<b>Tabla 25 Toma de Tiempos Elemento I</b> .....	96
<b>Tabla 26 Toma de Tiempos Elemento J</b> .....	97
<b>Tabla 27 Toma de Tiempos Elemento K</b> .....	97
<b>Tabla 28 Toma de Tiempos Elemento L</b> .....	98
<b>Tabla 29 Toma de Tiempos Elemento M</b> .....	98
<b>Tabla 30 Toma de Tiempos Elemento N</b> .....	99
<b>Tabla 31 Toma de Tiempos Elemento Ñ</b> .....	99
<b>Tabla 32 Toma de Tiempos Elemento O</b> .....	100
<b>Tabla 33 Toma de Tiempos Elemento P</b> .....	100
<b>Tabla 34 Toma de Tiempos Elemento Q</b> .....	101
<b>Tabla 35 Toma de Tiempos Elemento R</b> .....	101
<b>Tabla 36 Toma de Tiempos Elemento S</b> .....	102
<b>Tabla 37 Resumen de Coeficiente de variación</b> .....	103
<b>Tabla 38 Calculo de Tiempo Normal</b> .....	106
<b>Tabla 39 Tolerancias</b> .....	107
<b>Tabla 40 Tiempo Estándar</b> .....	108
<b>Tabla 41 Razón de Producción</b> .....	109
<b>Tabla 42 Tiempo total en reparación con Tiempo Estándar</b> .....	110
<b>Tabla 43 Tiempo total en Ruta 1</b> .....	111
<b>Tabla 44 Tiempo total en Ruta 2</b> .....	111
<b>Tabla 45 Tiempo total en Ruta 3</b> .....	112
<b>Tabla 46 Análisis P-Q Áreas</b> .....	117
<b>Tabla 47 Análisis P-Q Traslados</b> .....	118

<b>Tabla 48 Regla del Dedo</b> .....	119
<b>Tabla 49 Diagrama de Relaciones</b> .....	120
<b>Tabla 50 Motivos Diagrama de Relaciones</b> .....	121
<b>Tabla 51 Numeración de Actividades para Diagrama de recorrido</b> .....	123
<b>Tabla 52 Traslados eliminados en Propuesta N° 1</b> .....	129
<b>Tabla 53 Traslados eliminados en Propuesta N° 2</b> .....	131
<b>Tabla 54 Traslados eliminados en Propuesta N° 3</b> .....	133
<b>Tabla 55 Datos Importantes para OEE</b> .....	136
<b>Tabla 56 Desempeño de los meses febrero, marzo, abril, mayo, junio, julio y agosto</b> .....	139
<b>Tabla 57 Desempeño Global del Taller Ginés Electric</b> .....	139
<b>Tabla 58 Capacidad Real del Taller Ginés Electric</b> .....	140
<b>Tabla 59 Porcentaje de Utilización y Eficiencia</b> .....	141
<b>Tabla 60 Tiempo disponible (Área de Limpieza y Pintura)</b> .....	142
<b>Tabla 61 Tiempo disponible (Área de Armado y Pruebas)</b> .....	142
<b>Tabla 62 Aumento en motores reparados (Ayudante de taller)</b> .....	143
<b>Tabla 63 Aumento en motores reparados (Mecánico 2)</b> .....	143
<b>Tabla 64 Capacidad Real Propuesta</b> .....	143
<b>Tabla 65 Porcentaje de Utilización y Eficiencia del Taller Ginés Electric (Propuesta)</b> .....	144
<b>Tabla 66 Pronóstico Motores Reparados</b> .....	144
<b>Tabla 67 Cantidad de motores a reparar (septiembre, octubre, noviembre y diciembre del año 2020)</b> .....	145
<b>Tabla 68 Horas disponibles por semana</b> .....	146
<b>Tabla 69 Plan de producción</b> .....	147
<b>Tabla 70 Salarios colaboradores Taller Ginés Electric.</b> .....	150
<b>Tabla 71 Costo total de Inversión</b> .....	150

<b>Tabla 72 Ventas Mes de Julio 2018.....</b>	<b>151</b>
<b>Tabla 73 Análisis Costo-Beneficio Taller Ginés Electric.....</b>	<b>152</b>
<b>Tabla 74 Plan de implementación de mejoras en Taller Ginés Electric .....</b>	<b>153</b>
<b>Tabla 75 Plan de implementación de las mejoras en Taller de Servicio Ginés Electric. ....</b>	<b>155</b>

## Figuras

<b>Figura 1 Simbología de Diagrama de Flujo .....</b>	<b>26</b>
<b>Figura 2 Pasos para Estudio de Medición del trabajo .....</b>	<b>28</b>
<b>Figura 3 Técnicas de un estudio de medición del trabajo .....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 4 Formula de Tiempo básico.....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 5 Fórmula para la media .....</b>	<b>37</b>
<b>Figura 6 Fórmula para Desviación .....</b>	<b>37</b>
<b>Figura 7 Fórmula para número de observaciones .....</b>	<b>38</b>
<b>Figura 8 WBS .....</b>	<b>62</b>
<b>Figura 9 Diagrama de Pareto.....</b>	<b>84</b>
<b>Figura 10 Diagrama de Pareto (Causas A) .....</b>	<b>88</b>
<b>Figura 11 Fórmula para calcular el promedio .....</b>	<b>92</b>
<b>Figura 12 Fórmula para calcular la desviación estándar .....</b>	<b>92</b>
<b>Figura 13 Fórmula para calcular el coeficiente de variación.....</b>	<b>92</b>
<b>Figura 14 Fórmula para Tamaño de muestra .....</b>	<b>92</b>
<b>Figura 15 Calculo de Tamaño de muestra .....</b>	<b>104</b>
<b>Figura 16 Diagrama Análisis P-Q Áreas.....</b>	<b>117</b>
<b>Figura 17 Análisis P-Q Traslados .....</b>	<b>118</b>

**Imagen**

<b>Imagen 1 Tolerancias .....</b>	<b>33</b>
<b>Imagen 2 Análisis P-Q.....</b>	<b>42</b>
<b>Imagen 3 Gráfica REL.....</b>	<b>46</b>
<b>Imagen 4 Operaciones Totales .....</b>	<b>50</b>
<b>Imagen 5 Diagrama de Proceso Actual .....</b>	<b>65</b>
<b>Imagen 6 Diagrama de Flujo del Área de Recepción.....</b>	<b>68</b>
<b>Imagen 7 Diagrama de flujo Área de limpieza y pintura .....</b>	<b>70</b>
<b>Imagen 8 Diagrama de Flujo Área de Revisión.....</b>	<b>72</b>
<b>Imagen 9 Diagrama de flujo Área de Rebobinado.....</b>	<b>74</b>
<b>Imagen 10 Diagrama de Flujo Área de Armado y Pruebas .....</b>	<b>76</b>
<b>Imagen 11 Diagrama de Ishikawa .....</b>	<b>78</b>
<b>Imagen 12 Tabla de distribución t de Student.....</b>	<b>104</b>
<b>Imagen 13 Plano del Taller Ginés Electric.....</b>	<b>116</b>
<b>Imagen 14 Diagrama de Recorrido.....</b>	<b>124</b>
<b>Imagen 15 Plano Propuesta N° 1 .....</b>	<b>130</b>
<b>Imagen 16 Plano Propuesta N° 2 .....</b>	<b>132</b>
<b>Imagen 17 Plano Propuesta N° 3 .....</b>	<b>134</b>

## Resumen

El presente trabajo se desarrolla sobre los problemas en el proceso de reparación de rebobinado de motores eléctricos que tiene la empresa Ginés Electric, S.A., empresa dedicada a estos menesteres.

El objetivo principal es realizar la mejora basándose en estudios de tiempos del proceso, redistribución de planta, considerando los conceptos de ingeniería de métodos, para mejorar el proceso de reparación.

Se han utilizado herramientas como estudio de tiempos para establecer un lapso estándar, redistribución de planta para eliminar traslados innecesarios del motor dentro de la reparación, con la finalidad de generar una mejora en el ciclo del trabajo.

Las herramientas de ingeniería que se han empleado son los diagramas de proceso, de Flujo, de Ishikawa, de Pareto y algoritmo de Klee; rutas del proceso, distribución y localización de planta, SLP, análisis PQ, diagrama de relaciones, diagrama de recorrido y OEE. Con estas herramientas se obtuvieron datos consistentes que aclararon los puntos críticos del proceso para proponer mejoras en el taller de servicio.

Finalmente, las propuestas de mejora reducen los tiempos, eliminando traslados innecesarios; con la redistribución de planta, se propone una distribución con patrón de flujo vertical con entrada y salida por diferente nivel y costado y un plan de producción que aumenta el porcentaje de utilización y eficiencia.

## CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

El proyecto se lleva a cabo en el taller de servicio de la empresa Ginés Electric, la cual se encuentra en el mercado hace aproximadamente 35 años, ofreciendo sus servicios de reparación, rebobinado de motores eléctricos, mantenimiento preventivo y correctivo. Estos servicios los brinda a empresas grandes reconocidas a nivel país, así como a pequeñas y medianas. Este proyecto se enfocará en el proceso de rebobinado de motores eléctricos.

El proceso de rebobinado de motores es uno de los trabajos más frecuentes en el taller, donde se presentan problemas como: quejas de clientes por la entrega tardía de los motores.

Uno de los principales puntos que se debe tener claro para llevar a cabo y desarrollar de una manera exitosa este proyecto, es que la persona encargada tenga conocimiento acerca del proceso seguido actualmente en el taller, por cuanto es la base para diseñar y proponer la implementación de nuevos procedimientos, para obtener resultados satisfactorios en el proceso, logrando una mejora continua en la empresa.

La línea de investigación para este proyecto es, diseño, desarrollo y mejoramiento de proceso. El avance se realizará por medio de pasos establecidos de la manera que se considere más adecuada para que este se pueda realizar más eficientemente. El diagnóstico se efectúa con herramientas de ingeniería industrial, entre las que se pueden mencionar, diagramas de proceso, diagramas de flujo actuales, estudio de tiempos, entre otros, para cumplir con el diseño de una propuesta de solución al problema planteado.

En el primer capítulo del proyecto, se ven las generalidades de la empresa, así como el planteamiento del problema, los objetivos, tanto general, como específicos; asimismo, las proyecciones y antecedentes que se tienen en esta investigación.

Seguidamente, el segundo capítulo contiene las teorías de las herramientas que se deben utilizar para el cumplimiento de los objetivos proporcionados.

En el tercer capítulo, se desarrollará el procedimiento utilizado para responder la pregunta de investigación.

Además, el cuarto capítulo consiste en el diagnóstico de la situación con la que actualmente cuenta la empresa, el desarrollo de las herramientas aprendidas de Ingeniería Industrial, necesarias para llegar a la raíz del problema y por ende las conclusiones del estudio.

El quinto capítulo, se debe concluir el alcance de los objetivos planteados en el capítulo I, además de realizar las recomendaciones para que la empresa solucione el problema.

Para concluir en el capítulo VI, se realiza la propuesta de soluciones al problema planteado, además de diseñar un control para dar continuidad de esa mejora al proceso.

## **Generalidades de la empresa**

### **Historia de la empresa.**

Ginés Electric es una empresa con más de 35 años de servicio, la cual abarca todo el territorio nacional y con proyección hacia la región centroamericana.

Desde sus inicios y hasta hoy se ha dedicado a la comercialización de diferentes productos de la más alta calidad, contando siempre con el respaldo del taller que ofrece reparación, servicio a domicilio, mantenimientos preventivos y correctivos.

Esta empresa tiene personal técnico especializado, con amplia experiencia y vocación hacia el mejoramiento continuo de la calidad.

### **Misión**

“Brindar soluciones y satisfacer de manera integral a todos nuestros clientes y socios comerciales; mediante la calidad de nuestros productos y servicios, tomando como base nuestra experiencia y conocimiento” (Ginés Electric, s.f.).

### **Visión**

“Llegar a ser una empresa líder, orientada a la mayorización de nuestros productos mediante una red de distribuidores, así como de clientes finales en cada una de nuestras divisiones” (Ginés Electric, s.f.).

## **Planteamiento del problema**

Actualmente el taller Ginés Electric no presenta procesos establecidos para ninguna de sus operaciones, por lo tanto, no existe una estructura que permita un flujo de trabajo determinado. Uno de los problemas que presenta el taller de servicio, es que no cuenta con un tiempo determinado por operación, los operarios pueden durar lo que consideren ellos para cada paso del

rebobinado de motores y ello provoca atrasos en las entregas, y, por ende, las quejas de los clientes diariamente.

En la parte administrativa del taller, el personal de alto mando no establece mejoras sobre los problemas que presenta el proceso; estos son falta de control en las órdenes de trabajo, las reparaciones no tienen un orden, no se tiene establecido el tiempo que dura el proceso de reparación, en esta parte tampoco existe una estructura definida para que alguno de ellos realice algún tipo de análisis, para disminuir los tiempos de trabajo y la entrega eficaz de los motores eléctricos a los clientes.

Dado el planteamiento anterior se presenta la pregunta de investigación:

¿Cómo rediseñar el proceso de reparación de rebobinado de motores eléctricos, para mejorar el tiempo de reparación de cada operación en la empresa Ginés Electric, S.A.?

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Rediseñar el proceso de reparación de rebobinado de motores eléctricos, para mejorar el tiempo de reparación de cada operación en la empresa Ginés Electric, S.A.

### **Objetivos específicos**

Describir el proceso actual de rebobinado de motores eléctricos para identificar los atrasos que se generan durante la reparación.

Calcular mediante herramientas de ingeniería de métodos los indicadores necesarios, para la identificación de los problemas que causan los atrasos en la reparación de rebobinado de motores eléctricos.

Analizar los indicadores anteriormente determinados para definir el mejoramiento del tiempo en cada operación del proceso en las reparaciones de rebobinado de motores eléctricos.

Analizar la distribución actual de la planta del taller, cada una de sus áreas y el tiempo actual que conlleva realizar la reparación de rebobinado de motores.

Proponer la implementación de una nueva distribución de planta para cada una de las áreas que integran el proceso de reparación de rebobinado de motores y mejorar el tiempo de cada una de ellas.

Elaborar controles para mantener el tiempo estándar mejorado en cada operación, por medio de un plan de producción.

### Justificación

La empresa Ginés Electric, S.A. se dedica al rebobinado de motores eléctricos, esta actividad cuenta con una serie de operaciones para cumplir su proceso, siendo este el servicio más frecuente que presenta la empresa, el mejoramiento va a tener buenos resultados tanto en la parte operativa como económica.

Dada la situación actual en donde se presentan las quejas que diariamente exponen los clientes, se suma el costo que genera a la compañía no tener cada operación de este proceso bien definida, pues sus operarios no tienen claro el tiempo necesario para realizar cada labor, y por esto es necesario el rediseño del proceso de rebobinado de motores.

Para el desarrollo del problema planteado se debe primeramente tener el proceso actual de la empresa, diagnosticar este proceso por medio de las herramientas expuestas, y finalmente proponer la mejora en el proceso.

### Antecedentes

Autor (es):	Schwabe-Neveu, Jimmy; Fuentes-Stuardo, Paulina; Briede-Westermeyer, Juan Carlos		
Título:	Caracterización del proceso de diseño de productos de una empresa prestadora de servicios de diseño. Propuesta basada en un enfoque de procesos		
Nombre de Revista:	Dyna Universidad Nacional de Colombia		
Año:	2016	Página:	148-156
Volumen:	83	Número:	199
Url o Doi:	<a href="http://dx.doi.org/10.15446/dyna.v83n199.55840">http://dx.doi.org/10.15446/dyna.v83n199.55840</a>		
Metodología utilizada:	El objetivo del trabajo expuesto en el presente artículo es caracterizar el proceso de diseño de productos de una empresa prestadora de servicios de diseño, mediante un enfoque de procesos. Para ello, se recurre al mapa de procesos como herramienta desde la cual se grafique una mirada holística del conjunto de procesos que permiten diseñar un		

	<p>producto y, por tanto, identifiquen al diseño de productos como un macroproceso que vincula las interacciones dadas por la actividad propiamente operativa de la disciplina y el quehacer de las funciones encargadas de relacionar a la organización con el mercado y con el proceso de producción.</p> <p>Entonces, y como consecuencia de los requerimientos necesarios para diseñar el mapa de procesos, las acciones ejecutadas en el presente trabajo dicen relación con dos etapas: La identificación de procesos y la agrupación de procesos según su objeto.</p> <p>Cabe mencionar que la clasificación de procesos a la que da lugar el mapa (procesos estratégicos, procesos operativos y procesos de apoyo) puede ser empleada independientemente del alcance que adopte la organización analizada. Es posible aplicarla a nivel de macro-organización (la organización en su completa magnitud) o micro organización (individualización de un ámbito de trabajo de la organización), cuidando de distinguir correctamente el rol y la relevancia de los procesos en el entorno en el cual se situarán. En este sentido, el caso de estudio (proceso de diseño de productos) se expone como un sistema de procesos a nivel de micro-organización, dada su relevancia en la actividad que moviliza a la empresa (el diseño y desarrollo de soluciones innovadoras) y el carácter integrador que le permite articular sus esfuerzos junto a los de otros procesos (comercialización y producción) para contribuir con un resultado en común. Dichos criterios se manifiestan en la declaración de los lineamientos estratégicos de la empresa, su estructura organizacional y la activa intervención de la gerencia general en la ideación de los productos.</p>
Conclusiones:	<p>El trabajo ha presentado el proceso de diseño de productos de una empresa prestadora de servicios de diseño, desde un enfoque de procesos plasmado en un mapa de procesos. En él se grafica el proceso</p>

de diseño de productos, como un macroproceso inserto en la organización, el cual manifiesta, mediante la reunión de procesos estratégicos, operativos y de apoyo, una mirada global de las interacciones que ocurren entre la actividad creativa, la actividad comercial y la actividad productiva de la empresa para desarrollar un producto previo a su fabricación.

El encadenamiento metodológico utilizado ha dado lugar a una estrategia que no tan sólo permite el alineamiento de la misión propuesta para el proceso de diseño y los procesos involucrados en él para representar la globalidad del accionar en su conjunto; sino que también, el reconocimiento del diseño conceptual y del diseño de detalle como operaciones claves en el proceso de diseño de productos, las cuales impulsan las vinculaciones entre diseño, mercado y producción. En este sentido, el diseño conceptual del producto actúa en un entorno de procesos en el que prevalecen las interacciones entre diseño y mercado, otorgando un rol clave y activo al agente que solicita el producto, como elemento cuya participación creativa y evaluadora permite alejar el producto de posibles desviaciones que retrasen su fabricación. En tanto, el diseño de detalle actúa en un entorno de procesos en el que las interacciones entre diseño y producción predominan. Desde el punto de vista del método, el diseño de detalle requiere que las aportaciones del área de diseño y del área de producción de la empresa manifiesten coordinación, asegurando el orden y la comunicación de la información, con el propósito de evitar la interrupción del tránsito del proceso de diseño de productos y, por consiguiente, del desarrollo del producto

En esencia, el mapa de procesos ha demostrado la posibilidad de abstraer las operaciones teóricas de un proceso de diseño, y presentarlas desde una perspectiva en la cual no actúan aisladas, sino que orientadas como un conjunto de actividades, recursos y relaciones interfuncionales, dotadas de competencias que instan la activación de un proceso creativo, de innovación y la exploración colaborativa de

	<p>conocimientos para responder a las demandas de un cliente determinado.</p> <p>No obstante, la significancia de caracterizar el proceso de diseño de productos mediante un mapa de procesos se extiende más allá del ordenamiento y la visualización de los procesos interrelacionados que permiten realizar el diseño de productos en la empresa. Posibilita comprenderlos e iniciar su gestión y mejoramiento continuo, por lo tanto, se torna fundamental desplegarlos, detallar sus componentes e insertarlos en la estrategia de la organización. De este modo, los resultados se perfeccionan y, asimismo, se facilita la creación de conocimiento en la organización que tiene que ver con el tratamiento del diseño, su incentivo, la reducción del re-diseño y en particular, la comunicación del diseño al cliente, concientizando respecto de la importancia de elementos como, por ejemplo, la ergonomía y la forma en productos que en la actualidad se requieren efectivos sólo en términos de funcionalidad. De ahí entonces que el impacto mayor de la debida instalación, utilización y actualización de la propuesta dada en el presente trabajo, es su rol como motivador de acciones colaborativas e interfuncionales que permitan crear en el cliente perteneciente a la industria manufacturera tradicional (de pensamiento más funcional que flexible), la necesidad del desarrollo de productos que, en lugar de considerar los elementos necesarios en su diseño para cumplir con un fin determinado, integren los elementos que agreguen valor a dicha funcionalidad.</p>
--	---

Autor (es):	Sirleny Ramírez Méndez
Título:	Gestión del proceso de supervisión docente en el colegio Dr. Clodomiro Picado Twight, Circuito 02 de la Dirección Regional de Educación de Turrialba y Jiménez, para la evaluación del desempeño docente

Nombre de Revista:	Revista Gestión de la Educación, Escuela de Administración Educativa		
Año:	2016	Página:	59-82
Volumen:	6	Número:	2
Url o Doi:	<a href="http://dx.doi.org/10.15517/rge.v1i2.25489">http://dx.doi.org/10.15517/rge.v1i2.25489</a>		
Metodología utilizada:	<p>Esta investigación pretende analizar, descriptivamente, la gestión del proceso de supervisión docente que se lleva a cabo en el Colegio Dr. Clodomiro Picado Twight, para la evaluación del desempeño docente. Para ello, se contó con la participación de 21 docentes, el director y subdirector del centro educativo, como fuentes primarias de información. Como fuentes secundarias se tienen: tesis, libros, artículos y reglamentos, así como la información del colegio proporcionada en el diagnóstico institucional. El instrumento empleado para la recolección de la información es un cuestionario dirigido a docentes, el director y subdirector del centro educativo, el cual fue validado en una población con características similares a los sujetos que conforman parte de la muestra de la investigación. El instrumento de recolección de la información se organiza en cuatro partes: a) la primera sección se refiere a las características de los enfoques de supervisión docente; b) la segunda parte, a las estrategias empleadas para realizar la supervisión; c) la tercera sección contempla los factores positivos que favorecen el desarrollo profesional a partir del proceso de supervisión docente; d) la cuarta parte, a las limitaciones que se presentan en la institución y que obstaculizan el proceso de supervisión del docente.</p>		
Conclusiones:	<p>La investigación permitió identificar el enfoque de supervisión docente predominante por la gestión, las estrategias empleadas para realizar dicha función, así como los factores positivos que se desprenden de esta y las limitantes a las que se enfrenta la gestión al realizar este proceso de supervisión.</p> <p>En relación con las características del enfoque de supervisión docente aplicado desde la gestión del centro, se considera que, en la institución en estudio, sobresale la presencia del enfoque tecnológico y clínico, y</p>		

	<p>se nota la ausencia del enfoque crítico. Esta ausencia de ciertas características típicas y esenciales del enfoque crítico no es compartida por el personal administrativo de la institución, quienes aseguran que estas sí se encuentran presentes. Se evidencia, por tanto, como existe una discrepancia entre el enfoque de supervisión que percibe y vive el personal docente con el que asegura la administración se lleva a la práctica.</p> <p>Desde la gestión, la implementación de este enfoque recalca la necesidad de un cambio a nivel nacional de los procesos de supervisión. En cuanto a los factores positivos que favorecen el desarrollo profesional docente a partir del proceso de supervisión, se concluye que en el centro educativo se necesita motivar a los educadores mediante el reconocimiento de las acciones sobresalientes que realizan docentes que benefician el proceso de enseñanza aprendizaje y que buscan mejorar la calidad de la educación que la organización ofrece.</p>
--	--

Autor (es):	María del Carmen Rosas Guerrero; Emilio Pérez Pacheco		
Título:	Optimización de los costos de muestreo en la manufactura de shampoo y acondicionador		
Nombre de Revista:	Ingeniería Industrial, Universidad Lima Perú		
Año:	2018	Página:	137-164
Volumen:	36	Número:	1
Url o Doi:	<a href="https://doi.org/10.26439/ing.ind2018.n036.2452">https://doi.org/10.26439/ing.ind2018.n036.2452</a>		
Metodología utilizada:	Esta investigación propone una alternativa para la reducción de costos que se incurren al muestrear los lotes de producción en las empresas de manufactura de shampoo y acondicionador a través de una validación que consiste en establecer evidencia documentada que proporcione seguridad de que un proceso cumpla con las especificaciones y características de calidad predeterminadas. Esta validación es el soporte para la liberación de producto terminado y así poder optimizar el		

	<p>número de muestras por cada lote de producción en la industria de shampoo y acondicionador. Para explicarlo, es necesario conocer el costo a optimizar y las variables críticas del granel tanto en fabricación como empaçado.</p> <p>La estrategia de esta investigación se basa en un diseño bibliográfico y de campo. Es un diseño bibliográfico por la investigación de trabajos anteriores realizados en el tema de reducción de costos en un ambiente industrial y en los requerimientos necesarios para asegurar el proceso productivo dentro de estándares de calidad a lo largo del tiempo. También es un diseño de campo por la investigación del impacto de las variables en el proceso de costos, al igual que los costos de producción en la industria de shampoo y acondicionador.</p>
Conclusiones:	<p>Al terminar esta investigación y con los resultados obtenidos, se pudo concluir que el objetivo principal de este trabajo se ha cumplido. La propuesta presenta fundamentos estadísticos y de campo factibles, es decir, las empresas manufactureras de shampoo y acondicionador pueden reducir el número de muestras a fin de reducir el impacto financiero manteniendo la rastreabilidad y la estabilidad de las variables críticas de producción, siendo esto último la base de la discusión de este trabajo.</p> <p>Esta conclusión se basa en los resultados descritos en la etapa financiera y en la etapa de calidad. En la etapa financiera, se comprobó tener una diferencia en el número de botellas tomadas de la línea de producción para su muestreo, de 315 botellas a 3 botellas, representando una reducción de 1,02 % en un lote de shampoo y un 1,01 % en un lote de acondicionador.</p> <p>Adicional al costo obtenido de reducción de muestreos, se sugiere obtener la ganancia que se tendría con estas piezas que en la situación actual forman parte del <i>scrap</i>.</p>

Autor (es):	Gloria Miño Cascante, Julio Moyano Alulema, Carlos Santillán Mariño		
Título:	Tiempos estándar para balanceo de línea en área soldadura del automóvil modelo cuatro		
Nombre de Revista:	I Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ingeniería Industrial		
Año:	2019	Página:	110-122
Volumen:	40	Número:	2
Url o Doi:	<a href="http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360459575002">http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360459575002</a>		
Metodología utilizada:	<p>Las empresas industriales debido al rol que desempeñan en nuestra sociedad requieren mayor número de mejoras para optimizar sus recursos y den como resultado un producto de excelente calidad, de acuerdo a las necesidades del mercado. Se hace indispensable el montaje de una línea de soldadura para la producción de automóviles modelo estándar que permita aumentar y flexibilizar la capacidad de producción para cubrir oportunamente la demanda del país. A partir de esta área de producción instalada se analizará la situación actual para presentar una propuesta de mejora para el balanceo de línea, la capacidad utilizada de las herramientas y de los dispositivos empleados. El estudio de tiempos estándar para balanceo de línea en área soldadura del automóvil M4 es realizado en la ensambladora del País específicamente en el área de soldadura con métodos de trabajo adecuados. En donde se coordina: la mano de obra, la entrega oportuna de CKD`s (Complete Knowed Down, Vehículo completamente desarmado), materiales requeridos, utilización de herramientas y su respectivo control de calidad del producto. Se identifican los procesos de producción en cada una de las estaciones de trabajo utilizando hojas de instrucciones de trabajo, registro de los tiempos promedio, cálculo de los tiempos normales y estándar utilizando como factor de desempeño de trabajo las tablas de Westinghouse y como suplementos de trabajo los valores propios de la Empresa.</p> <p>De las hojas de instrucciones de trabajo se elabora el diagrama de procesos del ensamble del automóvil en el área de soldadura. Se registra</p>		

	las actividades en el proceso de soldadura del automóvil, detallado con la minuciosidad el proceso de armado de la estructura metálica de la carrocería del modelo de automóvil
Conclusiones:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Del análisis de la filosofía <i>Just-in-Time, lean manufacturing, Toyota ProductionSystem</i> se concluye que estas son las más apropiadas para trabajar como herramientas importantes en el mejoramiento productivo.</li> <li>2. Con el levantamiento de información de las hojas de instrucciones de trabajo, se determinó la secuencialidad de las actividades en todas las estaciones de trabajo a través de los diagramas de precedencia.</li> <li>3. Al desarrollar el análisis de los métodos y tiempos de trabajo para la realización del balance de línea se obtuvo resultados positivos.</li> </ol>

Autor (es):	Alberto Medina León, Dianelys Nogueira Rivera, Arialys Hernández-Nariño, Raúl Comas Rodríguez		
Título:	Procedimiento para la gestión por procesos: métodos y herramientas de apoyo		
Nombre de Revista:	Revista Chilena de Ingeniería		
Año:	2019	Página:	328-342
Volumen:	27	Número:	2
Url o Doi:	<a href="http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052019000200328">http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052019000200328</a>		
Metodología utilizada:	La propuesta del procedimiento para la Gestión de procesos “DiANA”, nombre que representa que la propuesta se centra en aquellos procesos de mayor impacto en el cumplimiento de los objetivos estratégicos y en las necesidades de los clientes. El presente artículo muestra en detalles el desarrollo de las tres primeras fases del procedimiento, que por demás		

	<p>son las que permiten una sistematización de la manera de actuar. Las herramientas y métodos a utilizar en las dos últimas fases están en un mayor grado condicionados por las particularidades de los procesos que se estudien.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fase I: Organización       <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1. Planificación del proyecto</li> <li>1.2. Formación del equipo de trabajo</li> </ol> </li> <li>2. Fase II: Determinación de los procesos para la mejora       <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1. Obtención del listado de los procesos de la organización y su clasificación</li> <li>2.2. Construcción del mapa de procesos</li> <li>2.3. Selección de criterios para la determinación de los procesos a mejorar</li> <li>2.4. Selección de los procesos relevantes</li> <li>2.5. Selección de los procesos “Diana”</li> </ol> </li> <li>3. Fase III: Representación del proceso       <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1. Determinación del equipo de mejora del proceso</li> <li>3.2. Definición del proceso</li> <li>3.3. Definición del propietario del proceso</li> <li>3.4. Definición de los objetivos y políticas del proceso</li> <li>3.5. Representación general del proceso</li> <li>3.6. Competencias distintivas, riesgos y otras informaciones a modo de recomendación</li> <li>3.7. Representación de los resultados en la Ficha de proceso</li> <li>3.8. Selección de los indicadores</li> </ol> </li> <li>4. Fase IV: Mejora del proceso</li> <li>5. Fase V: Seguimiento y Control</li> </ol>
Conclusiones:	<p>Se presenta un procedimiento elaborado para el análisis y mejora de los procesos como resultado del estudio de más de 80 referencias anteriores y su propio enriquecimiento producto de la aplicación en más de 40 empresas de manufactura o servicio. Las principales bondades de la</p>

	<p>propuesta se centran en su capacidad de actuar primero sobre aquellos procesos que inciden de una manera decisiva en el cumplimiento de los objetivos estratégicos y posean un mayor impacto en los clientes bajo un proceso de mejora continua.</p> <p>La propuesta incorpora un conjunto de herramientas que le aportan valor científico, a la vez que procura para los miembros del equipo de mejora (principales líderes de la organización) un manejo eficiente del tiempo y una participación activa con el consecuente aprendizaje y compromiso con las soluciones brindadas.</p> <p>La propuesta dedica un esfuerzo notable a la manera de lograr una efectiva representación del proceso como base para la mejora, la incorporación de los diferentes sistemas de gestión o su integración. Garantiza por demás, la gestión del conocimiento al formalizar en detalle la manera de hacer, normativas legales, instrumentos, indicadores y otros elementos importantes de los procesos</p>
--	---

Autor (es):	Orozco Cardozo Eduard Saul		
Título:	Plan De Mejora Para Aumentar La Productividad En El Área De Producción De La Empresa Confecciones Deportivas Todo Sport. Chiclayo		
Grado de la tesis:	Licenciatura		
Universidad:	Universidad Señor de Sipán		
Año:	2016	País:	Perú
Metodología Utilizada:	La información que se obtendrá será utilizada para elaborar un diagnóstico del área de producción de la empresa de Confecciones Deportivas Todo Sport, e identificar los factores críticos que influyen en la productividad. Asimismo se evaluará cuáles son las herramientas de Lean Manufacturing idóneas para mejorar o eliminar los factores críticos. En base al diagnóstico y a las herramientas seleccionadas se elaborará e implementará un		

	<p>plan de acción para mejorar la productividad en el área de producción de la empresa de Confecciones Deportivas Todo Sport.</p> <p>La metodología utilizada incluyó la observación directa del proceso productivo de los diferentes artículos que elabora la empresa, ficha de control de tiempos, así como la aplicación de una entrevista al gerente de la empresa y una encuesta dirigida a los trabajadores del área de producción.</p>
Conclusiones:	<p>Mediante la aplicación de las técnicas de la encuesta, la entrevista y la observación directa se diagnosticó que los principales problemas que afectan a la producción y el rendimiento de la empresa son: falta de compromiso y de trabajo en equipo de los trabajadores, falta de personal, incumplimiento de pedidos, movimientos innecesarios, desorden y falta de mantenimiento y de limpieza.</p> <p>Se determinó que el factor de mayor incidencia en la producción de la empresa es el recurso humano debido a la falta de capacitación al personal como al celo en el cumplimiento de sus funciones lo que no permite un trabajo en equipo.</p> <p>Se diseñó y se propuso un plan de mejora en la empresa “Confecciones Deportivas Todo Sport” basado en las Herramientas de Lean Manufacturing: el VSM y las 5S y estudio de tiempos.</p> <p>La elaboración e implementación de un plan de mejora para la empresa Confecciones Deportivas Todo Sport mediante el estudio de tiempos y la utilización de las herramientas VSM y 5S, permitirán que la productividad parcial de la mano de obra se incremente aproximadamente en un 6% en promedio y la productividad global en el área de producción de la empresa en un 15% aproximadamente.</p>

	Realizado el análisis beneficio costo se ha podido establecer que la propuesta del plan de mejora es conveniente
--	--

Autor (es):	Tatiana Alexandra Manjarres Mayorga		
Título:	“Plan De Mejoramiento Continuo De Los Procesos De Fabricación Para Incrementar Niveles De Eficiencia En La Empresa Khristell Jean Del Cantón Pelileo”		
Grado de la tesis:	Licenciatura		
Universidad:	Pontificia Universidad Católica del Ecuador - Sede Ambato		
Año:	2016	País:	Ecuador
Metodología Utilizada:	<p>Se emplea el enfoque cualitativo – cuantitativo, que ayuda a la recolección de datos por medio de métodos -técnicas que describen y ayuda a la resolución del problema planteado, y con las causas y efectos que se descubran al momento de la resolución del mismo, se llega a saber si es necesaria la aplicación de la metodología de procesos en la empresa Khristell Jean del Cantón Pelileo</p> <p>Se debe averiguar lo siguiente utilizando diferentes herramientas de diagnóstico;</p> <p>Proceso, elementos de un proceso, factores de un proceso, procesos de producción, manual de procesos, metodología para la mejora de procesos, ciclo Deming, mejoramiento continuo, técnicas para el mejoramiento continuo, administración de la calidad, procesos de calidad, productividad, eficiencia y eficacia</p>		
Conclusiones:	La empresa Khristell jean al no poseer un plan de mejoramiento continuo, ha producido una serie de factores críticos que impiden el desarrollo de los procesos de fabricación los mismos que generan un bajo nivel de eficiencia en el sistema productivo		

	<p>Al detectar la presencia de problemas en cada uno de los procesos de fabricación a través de la observación directa, estos han sido los principales factores y causantes para el bajo nivel de eficiencia y por ende productividad de la empresa, puesto que no existe una cultura de mejoramiento e innovación empresarial</p> <p>En base a toda la evidencia recabada en la investigación, se concluye que la mejor manera de orientar a la empresa al mejoramiento continuo es mediante la utilización del ciclo de mejoramiento de Deming conocido como PDCA, que estará orientado al levantamiento de procesos actuales y a cuáles se puede proponer las condiciones de mejora</p>		
Autor (es):	Neysen Ino Nomberto Olano, Cristhian Wildor Segura Santillan		
Título:	Propuesta De Implementación De Mejora En El Proceso De Reencauchado De Neumáticos Para Incrementar La Productividad En La Empresa Reencauchadora Rubbers Srl - Cajamarca		
Grado de la tesis:	Licenciatura.		
Universidad:	Universidad Privada del Norte		
Año:	2017	País:	Perú
Metodología Utilizada:	<p>Aplicación de herramientas de ingeniería industrial tales como: Estudios de tiempo, Métodos de trabajo, Metodología 5s, Ergonomía y Distribución de planta</p> <p>La recolección de la información para el diagnóstico inicial se basó en la observación directa, la aplicación de una entrevista al gerente de la empresa, una encuesta a los todos los trabajadores y también visitas técnicas a reencauchadoras de otras ciudades. Posteriormente se realizó un diagnóstico del proceso de producción para determinar los problemas, a través, del diagrama de Ishikawa, diagrama de operaciones, diagrama de</p>		

	<p>flujo, diagrama de recorrido, aplicación de check list de 5s, evaluación ergonómica, entre otros; obteniendo como problema principal la baja productividad que tenía la empresa</p>
<p>Conclusiones:</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se logró incrementar la productividad con la propuesta de implementación de mejora en el proceso de reencauchado de neumáticos en la empresa Reencauchadora Rubbers S.R.L.</li> <li>2. Se realizó un diagnóstico del proceso de reencauchado de neumáticos actual, para analizar la productividad de la empresa.</li> <li>3. Se identificaron distintas técnicas y herramientas basadas en la Ingeniería de Métodos que sean las más adecuadas para lograr incrementar la productividad de la empresa tales como: toma de tiempos, estandarización de tiempos, distribución de planta, metodología 5S's, evaluación ergonómica, e instructivos de trabajo.</li> <li>4. Se propuso la implementación de las herramientas de mejora identificadas, obteniendo resultados positivos, tales como: estandarización de tiempos, eliminación de traslados innecesarios, eliminación de posturas inadecuadas, incremento del cumplimiento de parámetros de 5S's, reducción de neumáticos rechazados en el área de raspado y el incremento de la eficacia en la entrega de pedidos.</li> <li>5. Se midió los indicadores de productividad del diagnóstico inicial en la producción de neumáticos reencauchados y se compararon con los obtenidos después de la implementación de la mejora de procesos, los cuales muestran que el rendimiento de mano de obra aumentó.</li> </ol>

<p>Autor (es):</p>	<p>Lesly Carolina Vásquez Rojas</p>
--------------------	-------------------------------------

Título:	Propuesta de mejoramiento de procesos en el área de producción de la empresa planificadora panarte a través del estudio de tiempos y movimientos.		
Grado de la tesis:	Master		
Universidad:	Escuela politécnica Nacional		
Año:	2017	País:	Ecuador
Metodología Utilizada:	<p>Para medir los tiempos necesarios para elaborar productos de panadería en el área de producción de la Empresa Panificadora PANARTE, se siguieron los siguientes pasos:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Conocer el direccionamiento estratégico de la empresa.</li> <li>b. Describir el área de producción, proceso, mano de obra, materias primas, equipos y método.</li> <li>c. Definir el proceso de producción del pan popular</li> <li>d. Determinar los tiempos mediante cronometraje</li> <li>e. Calcular la productividad monofactorial.</li> </ol>		
Conclusiones:	<p>Después de analizar las etapas del proceso la producción aumentó de 259 a 289 unidades por hora; por lo tanto, la productividad aumentó en un 12%.</p> <p>El 12% de mejora de la productividad contribuye a mantener el costo de producción unitario de pan popular estable y cumplir con el objetivo de marketing de no subir precios.</p> <p>El principal limitante de la producción es la falta de trabajo en equipo del personal, lo que dificulta el cumplimiento de la normativa vigente.</p> <p>Para determinar la cantidad de recurso humano a emplear se debe considerar el tiempo estándar obtenido, de esta manera se podrá conocer con exactitud en tiempo necesario para producir un lote de pan popular</p>		

Autor (es):	María Alejandra Collado Carbajal, Juan Miguel Rivera Raffo
-------------	--

Título:	Mejora De La Productividad Mediante La Aplicación De Herramientas De Ingeniería De Métodos En Un Taller Mecánico Automotriz		
Grado de la tesis:	Profesional de Ingeniero Industrial y Comercial		
Universidad:	San Ignacio de Loyola		
Año:	2018	País:	Perú
Metodología Utilizada:	<p>Para la elaboración de la tesis se utilizó una investigación aplicada. Mediante los conocimientos y conceptos de ingeniería se identificaron los problemas principales, y aplicando las herramientas de ingeniería de métodos se hallaron las soluciones de los problemas identificados en el taller mecánico automotriz, logrando el objetivo general.</p> <p>Las herramientas utilizadas:</p> <p>Estudio de trabajo, Estudio de tiempo, Metodología 5s, Mantenimiento, Estudio de métodos, Tiempo normal, Tiempo Estándar, Capacidad de atención, Productividad, Diagrama de Operaciones de Proceso (DOP), Diagrama de Actividades del Proceso (DAP), Diagrama de recorrido (DR), Diagrama de Causa-Efecto</p>		
Conclusiones:	<p>Existe suficiente evidencia estadística, la cual confirma que la toma de tiempos realizada en mayo al asistente de almacén es diferente a la toma de tiempos de agosto luego de la implementación de las mejoras. Se realizó una prueba estadística con una distribución normal, debido a que la muestra es mayor a 30 y se conoce la desviación estándar. Se comprueba que la primera hipótesis específica se cumple mediante la mejora de los tiempos de despacho de repuestos para los mantenimientos</p>		

	<p>preventivos menores aplicando la ingeniería de métodos y la implementación de la técnica 5S en el área de despacho del almacén logrando mejorar en 4.89% los tiempos de entrega.</p> <p>Existe suficiente evidencia estadística para afirmar que las capacidades de atención en agosto son mayores a los del mes de mayo, demostrándose en los resultados el aumento de 5 a 7 vehículos diarios, favoreciendo los tiempos de entrega y la rentabilidad de la empresa.</p> <p>Las anteriores afirmaciones han permitido confirmar que se ha mejorado la productividad de los mecánicos que realizan mantenimientos preventivos menores en 1%, y que a pesar de 105 que la cifra es significativa, los procesos ejecutados han hecho cambios impactantes en el ciclo de trabajo del taller</p>
--	---

### **Proyecciones**

1. Con la observación del proceso de rebobinado de motores eléctricos en la empresa se pretende comprender y establecer los fallos en cada operación.
2. Teniendo la información del punto anterior, se analiza cada fallo en el proceso por medio de las herramientas necesarias
3. Al tener el análisis se pretende lograr un flujo adecuado en el rebobinado de motores, definiendo los tiempos que cada operación debe durar para mejorar el proceso de rebobinado y el servicio al cliente.
4. Se pretende implementar el proceso teniendo para cada operación el tiempo estándar.
5. Por último, realizar un control para que los tiempos sean respetados, por medio de un plan de producción que le indique al alto mando su meta de reparaciones diarias

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

En este capítulo se exponen todos los conceptos que serán utilizados en este proyecto. Primeramente, se definen los términos relacionados al producto para entender el vocabulario utilizado por el taller de servicio, siendo estos; motor eléctrico, bobinado de motor, rebobinado del motor y HP.

### **Motor eléctrico**

Según el Instituto de Energía y Termodinámica (Instituto de Energía y Termodinámica, 2002), se llama motor eléctrico al dispositivo capaz de transformar la energía eléctrica en energía mecánica, es decir, puede producir movimiento al convertir en trabajo la energía eléctrica proveniente de la red o almacenada en un banco de baterías.

Básicamente, un motor está constituido por dos partes, una fija denominada Estator, y otra móvil respecto a esta última denominada Rotor. Ambas están fabricadas en material ferromagnético (chapas magnéticas apiladas), y disponen de una serie de ranuras en las que se alojan los hilos conductores de cobre que forman el devanado eléctrico (Instituto de Energía y Termodinámica, 2002).

### **Bobinado de motor eléctrico**

En Motores y Drives Eléctricos de las Californias (Motores y Drives Eléctricos de las Californias, s.f.) definen el bobinado del motor eléctrico como el arrollamiento que va en la parte interna de un motor eléctrico y por medio del bobinado se crean los campos magnéticos para la velocidad (RPM), el bobinado lo puede llevar tanto el estator como el rotor.

### **Rebobinado de motor eléctrico**

El rebobinado solo se trata de rehacer el devanado que falla, para lo cual se mide el diámetro del conductor (su calibre), después se retiran las bobinas, determinando previamente su distribución en las ranuras y se pesan para calcular la cantidad de alambre necesario. En otros, se hacen los cálculos necesarios para hacer el mismo bobinado, o bien modificar sus características. En cualquier circunstancia, se requiere de un conjunto de conceptos generales que faciliten el trabajo a desarrollar (Motores y Drives Eléctricos de las Californias, s.f.).

### **Caballo de Fuerza (HP)**

Un caballo de fuerza es una unidad de medida de potencia, perteneciente al sistema de medición inglés con el nombre horsepower ('caballo de potencia'). Su símbolo es HP. (EcuRed, sf)

Seguidamente se define el concepto de las herramientas a utilizar en el capítulo de diagnóstico, siendo Diagrama de Proceso, Diagrama de Flujo, Diagrama de Ishikawa, Diagrama de Klee, Diagrama de Pareto, Estudio de Tiempos y Plan de Producción.

### **Diagrama de Proceso**

El diagrama de proceso es muy importante para las organizaciones, porque se puede verificar cada paso de este en una forma macro, gracias a este diagrama se pueden obtener varios indicadores, entre ellos; costo de las operaciones, duración en tiempo de cada operación, así como el total de cada uno de ellos.

Para entender un poco más sobre este diagrama, se define primeramente lo que es un proceso de producción, se debe entender el conjunto de especificaciones que determinan cómo se desarrollan las actividades hasta completar la función de producción. Expresado de manera más coloquial, se podría definir como el conjunto de pasos a seguir en la elaboración de un producto o servicio, desde que se genera la orden de trabajo hasta su total finalización. (Agustín Cruelles, 2012)

Para poder definir correctamente los procesos de producción se utiliza una simbología normalizada. Esta simbología, además de servir como elemento de comunicación, como veremos más adelante, facilita el estudio y la mejora de los procesos. A continuación, en la siguiente tabla, se puede ver la mencionada simbología (ver tabla N°1). (Agustín Cruelles, 2012)

**Tabla 1 Simbología Diagrama de Proceso**

Icono	Tipo de operación
	Tarea en la que hay transformación
	Transporte del material
	Almacenamiento
	Demora del material
	El material inspeccionado
	Inspección de valor añadido
	El material es buscado
	Tarea que no debería hacerse

Fuente: (Agustín Cruelles, 2012)

Se debe tener muy claro el significado de esta simbología y cierta soltura en su manejo, pues la utilizaremos a lo largo de todo este apartado y su correcta comprensión ayudará mucho a la hora de mejorar los procesos productivos. (Agustín Cruelles, 2012)

Aquí es importante saber utilizar esta simbología para poder realizar el estudio del diagrama de proceso y más adelante facilitar su análisis.

### **Diagrama de Flujo**

El diagrama de flujo es ver el proceso de manera micro, porque contempla el proceso por operación, dando una vista más profunda al proceso que se desea estudiar.

La representación gráfica del flujo o secuencia de rutinas simples. Tiene la ventaja de indicar la secuencia del proceso en cuestión, las unidades involucradas y los responsables de su ejecución, es decir, viene a ser la representación simbólica o pictórica de un proceso (Serrano Cobos, 2019).

Son de gran importancia, ya que ayudan a designar cualquier representación gráfica de un procedimiento o parte de este. En la actualidad, los diagramas de flujo son considerados en la mayoría de las empresas como uno de los principales instrumentos en la realización de cualquier método o sistema (Serrano Cobos, 2019).

Se trata de una herramienta útil para poder entender correctamente las diferentes fases de cualquier proceso y su funcionamiento, y, por tanto, permite comprenderlo y estudiarlo para tratar de mejorar sus procedimientos (Serrano Cobos, 2019).

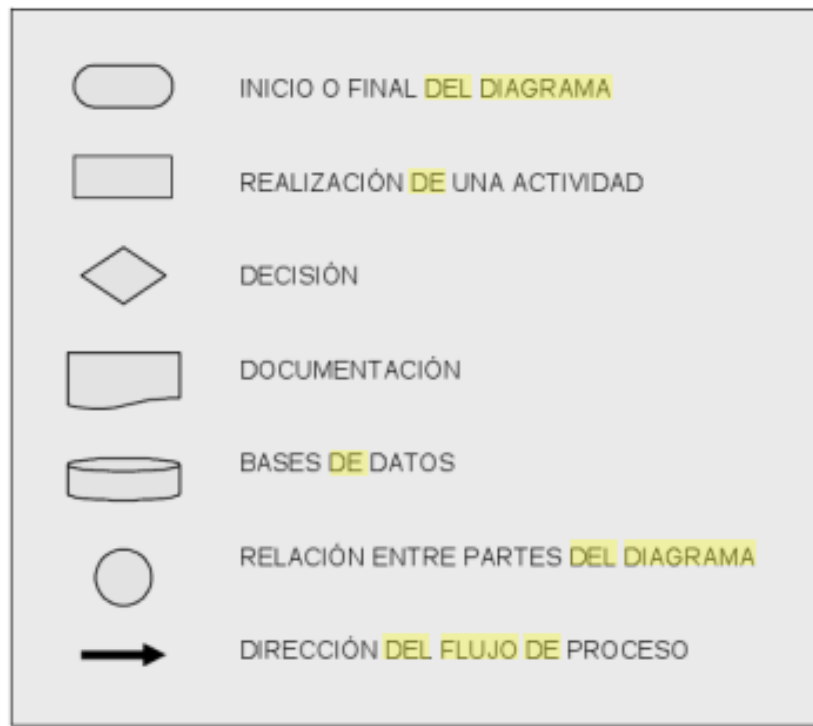
Podemos citar como ventajas que se pueden obtener con la utilización de los diagramas de flujo, las siguientes:

- Ayudan a las personas que trabajan en el proceso a entender el mismo, con lo que facilitarán su incorporación a la organización e incluso, su colaboración en la búsqueda de mejoras del proceso y sus deficiencias.
- Al presentarse el proceso de una manera objetiva, se permite con mayor facilidad la identificación de forma clara de las mejoras a proponer.
- Permiten que cada persona de la empresa se sitúe dentro del proceso, lo que conlleva a poder identificar perfectamente quien es su cliente y proveedor interno dentro del proceso y su cadena de relaciones, por lo que se mejora considerablemente la comunicación entre los departamentos y personas de la organización (Serrano Cobos, 2019).

Para este diagrama se utiliza una simbología, siendo también muy importante para poder trazar de manera fácil y para mejor entendimiento del proceso.

A continuación, se presenta la simbología que se debe utilizar para realizar este diagrama; (ver figura N°1)

**Figura 1 Simbología de Diagrama de Flujo**



Fuente: (Miranda González, Chamorro Mera, & Rubio Lacoba, 2007)

### **Diagrama de Ishikawa**

Este diagrama ayuda a la organización para que identifique los problemas de cualquier situación que este ocasionando inconvenientes en el proceso.

En este diagrama, se van identificando las posibles causas que pueden haber llegado a generar un problema, empezando por cuatro o cinco categorías principales- aunque pueden ser más o menos, según el equipo de trabajo decida (López Lemos, 2016).

Estas categorías suelen ser las siguientes:

- Materiales
- Personas
- Máquinas
- Procesos
- Entorno

A partir de ahí, se van identificando causas secundarias que se reflejan gráficamente en el diagrama como “ramas” de las categorías principales. Finalmente, el diagrama va adquiriendo forma de espina de pescado y de ahí uno de sus más populares (Espina de Ishikawa) (López Lemos, 2016).

### **Diagrama de Pareto**

Con el Diagrama de Pareto se analizan, por medio de porcentaje acumulado, las causas que están afectando el proceso en la organización.

La autora Paloma López Lemos define el diagrama de Pareto, como un método de análisis que permite discriminar entre las causas más importantes de un problema y las menos importantes. Se fundamenta en la teoría de que las causas de los problemas se pueden clasificar de dos formas: las importantes (las menos frecuentes) y las triviales (las más frecuentes) (López Lemos, 2016).

Está basado en el Principio de Pareto, según el cual 80% de los defectos están originados por un 20% de causas.

A continuación, se explica cómo se crea este diagrama;

La primera etapa consiste en preparar una base de datos. Dato que hay que encontrar al 20% más importante, se aconseja clasificar los datos por orden decreciente para identificar inmediatamente los elementos interesantes (50Minutos.es – Economía y empresa, 2016).

En la primera columna hay que incluir una lista de factores que hay que observar como, por ejemplo, una lista de clientes. En la segunda, hay que hacer constar las variables que les corresponden, por ejemplo, el importe de las compras que han efectuado (50Minutos.es – Economía y empresa, 2016).

Acto seguido, se debe calcular el porcentaje de cada objeto (en este caso, de cada cliente) así como el porcentaje acumulado. Este último servirá para trazar una línea de porcentajes acumulados en el diagrama de Pareto (50Minutos.es – Economía y empresa, 2016).

Si se suma entonces el conjunto de los datos, el umbral del 80% surgirá con claridad (50Minutos.es – Economía y empresa, 2016).

## Estudio de tiempos

Según la OIT, la medición del trabajo (MT) se refiere a la aplicación de técnicas cuantitativas para determinar el tiempo que tarda un trabajador “calificado” en efectuar sus tareas comparándolas contra estándares preestablecidos (Baca Urbina, y otros, 2014)

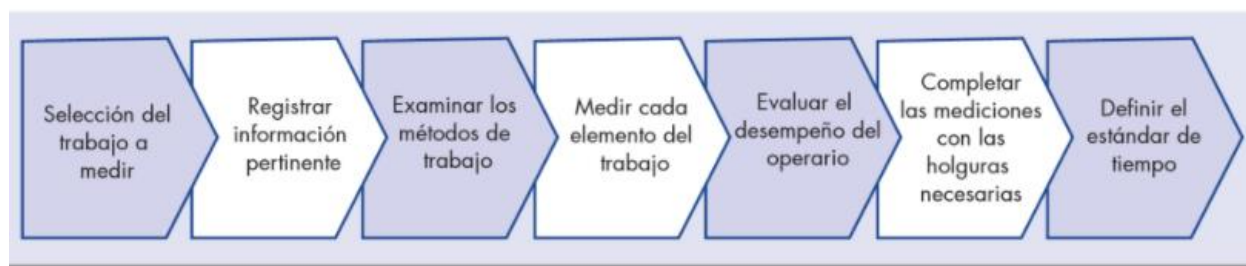
Un estudio de MT tiene dos objetivos principales:

- Detectar, reducir y/o eliminar el tiempo improductivo, entendiéndose como aquel que no añade valor a los productos o servicios. Es tiempo ocioso y de inactividad que a veces los empleados malgastan consiente e inconscientemente (Baca Urbina, y otros, 2014).
- Crear normas o estándares de tiempo que consideren las debidas tolerancias y retrasos inevitables, a fin de que funcionen como referencia del tiempo de ejecución de una tarea y a través de éstos se detecte cuando un empleado toma más tiempo del que debiera para ejecutar su trabajo (Baca Urbina, y otros, 2014).

Las normas de tiempo creadas se utilizan no solo como medio de control y supervisión del desempeño de los empleados, sino que estos datos pueden y deben auxiliar al resto de la empresa en su planeación (de la producción, por ejemplo), en la creación de presupuestos, normas de utilización de la maquinaria, fijación de políticas de salarios e incentivos (recursos humanos), etcétera... (Baca Urbina, y otros, 2014).

Los pasos a seguir para la ejecución de un estudio de MT se muestran en la figura N° 2. (Baca Urbina, y otros, 2014).

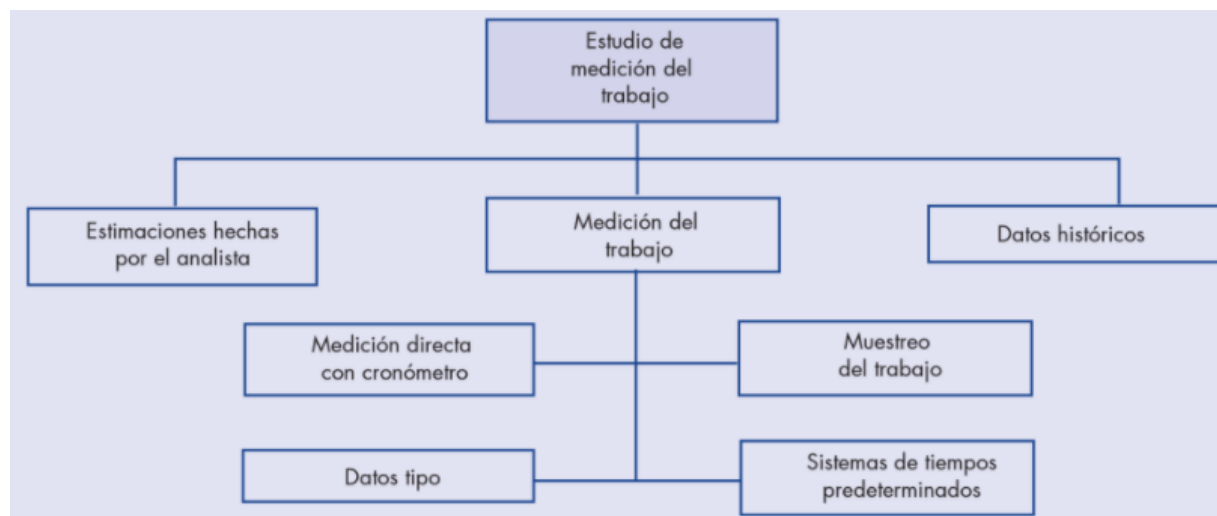
**Figura 2 Pasos para Estudio de Medición del trabajo**



Fuente: (Baca Urbina, y otros, 2014)

La medición de cada uno de los elementos del trabajo se puede efectuar con distintas técnicas, las más comunes empleadas por el estudio de MT se presentan en la figura N° 3 (Baca Urbina, y otros, 2014).

**Figura 3 Técnicas de un estudio de medición del trabajo**



Fuente: (Baca Urbina, y otros, 2014)

### **Medición directa. Estudio de tiempos con cronómetro.**

El estudio de tiempos es la técnica básica (y principal) de la MT. Su objetivo es registrar los tiempos de ejecución de las actividades de los empleados, observándolas directamente y usando un instrumento de medición del tiempo (por lo general cronómetro, aunque también se utiliza el video y el cronógrafo), evaluando su desempeño y comparando estos resultados con normas establecidas. La figura N° 2 describe los pasos generales de un estudio de MT; sin embargo, el estudio de tiempos (ET) tiene ligeras variantes: (Baca Urbina, y otros, 2014).

1. Seleccionar el trabajo. La selección del trabajo tiene el mismo sentido que la realizada para un EM. Siempre que se instale un nuevo método, que cambien las especificaciones del trabajo o el tipo de producto o existan inconformidades por parte de los trabajadores acerca del estándar establecido, es probable que se requiere la ejecución de un ET (Baca Urbina, y otros, 2014).
2. Seleccionar un operario “calificado”. El objeto de un ET debe ser el trabajador promedio, es decir, un operador que realice su trabajo consistentemente y a un ritmo normal. Se desea elegir a los empleados que tienen aptitudes físicas necesarias, inteligencia, capacitación, destreza y conocimientos suficientes para efectuar las operaciones asignadas según las normas de seguridad y calidad definidas por el ingeniero industrial. Existen varios factores que influyen en el ritmo de trabajo de un empleado, los más comunes son: (Baca Urbina, y otros, 2014).

- a. Variaciones en la calidad de los materiales.
  - b. Eficiencia de los equipos
  - c. Variaciones en la concentración de los trabajadores.
  - d. Cambios de clima y medio ambiente (temperatura, luz, ruido, etcétera)
  - e. Estado de ánimo (Baca Urbina, y otros, 2014).
3. Análisis del trabajo. Después de hacer las dos elecciones previas, el ingeniero industrial deberá describir detalladamente el método a estudiar, incluyendo el área de trabajo, los materiales e insumos y las herramientas y/o equipo utilizado. El objetivo principal de este paso no es criticar el método, sino conocer a profundidad las actividades que componen una tarea. Sin embargo, si el analista de tiempos nota inconsistencias graves en los métodos de trabajo existentes, será necesario que las informe (Baca Urbina, y otros, 2014).
4. Dividir trabajo en elementos. Resultado del análisis del trabajo, éste se divide en partes o subelementos para efectuar las mediciones de una manera más sencilla, identificar y separar actividades improductivas, observar condiciones que originen fatiga al empleado, instantes donde pueda tomar pequeños descansos, etcétera. Algunas recomendaciones para esta división son:
- a. Verificar que todos los elementos de trabajo son absolutamente necesarios.
  - b. Separar los tiempos de ejecución de las máquinas de los efectuados por el ser humano.
  - c. Identificar si los elementos son constantes con variables, es decir, si la actividad se ejecuta de forma consistente siempre que se realiza el trabajo o es el resultado de alguna circunstancia repentina.
  - d. Seleccionar elementos de tal manera que sea posible identificar su inicio y terminación por algún sonido, señal luminosa, etcétera. Esto permitirá seleccionar los elementos que puedan ser cronometrados con facilidad y exactitud (Baca Urbina, y otros, 2014).
5. Efectuar mediciones de prueba y ejecutar una muestra inicial. La muestra inicial además de servir de práctica al analista, permite determinar algunos parámetros que servirán para establecer el número real de observaciones, auxiliándose de principios estadísticos (tamaño de muestra) se recomienda al menos 20 observaciones iniciales. (Baca Urbina, y otros, 2014)

6. Determinar el tamaño de la muestra. Con los parámetros de la muestra inicial, y con el nivel de confianza y exactitud requerida por el ingeniero analista de tiempos, se procede a determinar el tamaño de la muestra del estudio. Estas observaciones se efectuarán aleatoriamente para garantizar la validez y confiabilidad del estudio. Existen distintas formas para calcular el tamaño de la muestra; la más recomendada es la estadística, que también presenta algunas variantes dependiendo del autor...  
Otra forma de determinar el tamaño de la muestra del estudio es por medio de tablas. Éstas permiten calcular de manera muy sencilla el número de observaciones que se deben realizar al cumplirse algunas condiciones (Baca Urbina, y otros, 2014).
7. Cronómetros. Es la medición del tiempo de ejecución con un cronómetro o algún otro instrumento. Es importante resaltar que el operario elegido debe tener pleno conocimiento de la ejecución del estudio de MT. Por ningún motivo, el ingeniero industrial debe ocultar el cronómetro ni tratar de engañar a los empleados al respecto, pues esto podría ocasionar reacciones negativas en ellos, lo que propiciaría el fracaso del proyecto (Baca Urbina, y otros, 2014).
8. Calificar la actuación del operario. Conocido también como valoración del ritmo de trabajo del empleado, califica el desempeño de éste, respecto de un nivel normal de ejecución del trabajo. Existen distintas metodologías para la evaluación o calificación del operario: norma británica, Westinghouse, evaluación sintética, calificación objetivo y por velocidad. Sin embargo, la calificación del operario es el paso más importante y crítico de un ET, ya que contribuye a definir con justicia el tiempo requerido para que un operario ejecute sus actividades en condiciones normales. La norma británica (conocida también como escala 0-100) utiliza los criterios de evaluación mostrados en la tabla N° 2 (Baca Urbina, y otros, 2014).

### **Tabla 2 Criterios de evaluación**

Escala	Descripción del desempeño del individuo
0	Actividad nula
50	Muy lento, movimientos torpes e inseguros, operador somnoliento, sin interés en el trabajo
75	Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo, pero bien supervisado. Parece lento pero no pierde tiempo voluntariamente
100 (Ritmo estándar)	Trabajador activo y capaz; operario calificado promedio, logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado
125	Muy rápido; el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, superior al ritmo estándar
150	Excepcionalmente rápido, concentración y esfuerzo intensos sin probabilidad de durar así por periodos largos de tiempo

Fuente: (Baca Urbina, y otros, 2014)

La evaluación se utiliza para determinar el tiempo básico, que es aquel que el operario demoraría en ejecutar una actividad a ritmo estándar. El tiempo básico se determina de la siguiente manera: (ver figura N° 4) (Baca Urbina, y otros, 2014)

#### Figura 4 Fórmula de Tiempo básico

$$\text{Tiempo básico} = \text{Tiempo observado} \times \frac{\text{Calificación}}{\text{Ritmo estándar}}$$

Nota: (Baca Urbina, y otros, 2014)

- Estimación de tolerancias. Después de calcular el tiempo básico, es necesario agregar tolerancias, para determinar el tiempo estándar. Las tolerancias son fracciones de tiempo, constantes o variables, que deben añadirse al tiempo básico como compensación por fatiga,

necesidades personales y otros retrasos inevitables; se recomienda que sean de al menos 10% del tiempo básico. Las tolerancias por necesidades personales y fatiga se requieren para la comodidad y el bienestar del empleado. Diversos autores recomiendan asignar 5 y 4% del tiempo básico, respectivamente para este propósito. Las tolerancias por fatiga física y mental se definen en función de los siguientes factores; condiciones de trabajo, iluminación, temperatura, humedad, ruido, ventilación y colores; además de la repetitividad del trabajo, concentración requerida para la tarea, monotonía de movimientos corporales, posición corporal del operario y cansancio muscular. La sección de ergonomía definirá con mayor profundidad los parámetros de comodidad para el empleado (Baca Urbina, y otros, 2014).

A continuación se muestran algunas recomendaciones de tolerancias a añadir al tiempo estándar hechas por la Organización Internacional del Trabajo (ver imagen N°1): (Baca Urbina, y otros, 2014).

### **Imagen 1 Tolerancias**

A. Tolerancias constantes:	Añadir %
1) Tolerancia por necesidades personales	5
2) Tolerancia básica por fatiga	4
B. Tolerancias variables:	
1) Tolerancia por ejecutar el trabajo de pie	2
2) Tolerancia por posiciones anormales en el trabajo:	
a) Ligeramente molesta	0
b) Molesta (cuerpo encorvado)	2
c) Muy molesta (acostado, extendido)	7
3) Empleo de fuerza o vigor muscular (esfuerzo para levantar, tirar, empujar), determinado por el peso levantado (en kilogramos y libras, respectivamente):	
a) 2.5 kg/5 lb	0
b) 5/10	1
c) 7.5/15	2
d) 10/20	3
e) 12.5/25	4
f) 15/30	5
g) 17.5/35	7
h) 20/40	9
i) 22.5/45	11

Fuente: (Baca Urbina, y otros, 2014)

Los autores Carlos Soto y Fernando Villarreal, hablan sobre las tolerancias como suplementos, explicándolo de una manera más amplia.

Ningún operario puede mantener un paso promedio todos los minutos del día de trabajo; interrupciones personales (baño y bebederos), fatiga, retrasos inevitables (herramientas rota, interrupciones del supervisor, variaciones de material, etc.), hace que un día de trabajo no sea normal. Por lo que debe añadirse un suplemento al tiempo básico para llegar a un estándar justo que un trabajador pueda lograr con facilidad. Los suplementos deben ser tan exactos y correctos como sea posible (Rincón Soto & Villarreal, 2014).

### **Suplementos por descanso.**

Se añaden para dar al trabajador la posibilidad de reponerse de los efectos fisiológicos y psicológicos causados por la ejecución de determinado trabajo en determinadas condiciones y para que pueda atender a sus necesidades personales (Rincón Soto & Villarreal, 2014).

Antes de proceder es indispensable definir fatiga como el cansancio físico y mental, real o imaginario, que reduce la capacidad de trabajo de quien la siente. Los suplementos por fatiga se añaden elemento por elemento a los tiempos normales (Rincón Soto & Villarreal, 2014).

Estas definiciones nos darán la posibilidad de entender mejor los conceptos siguientes:

#### ***Necesidades personales.***

Incluyen suspensiones de trabajo precisas para mantener el bienestar del empleado. Alrededor de este tema. Las condiciones de trabajo y el tipo de tarea influyen en el tiempo necesario a otorgar para la realización de estas necesidades (Rincón Soto & Villarreal, 2014).

No existe base científica para establecer algún porcentaje (puesto que las necesidades personales son individuales), pero después de mucho tiempo de observación se ha adoptado como parámetro el 5% del tiempo total de operación (Rincón Soto & Villarreal, 2014).

#### ***Fatiga básica.***

Se debe establecer un porcentaje que pueda medir la energía consumida para llevar a cabo el trabajo y lo necesario para llevar la monotonía. Esto se puede establecer a partir de un límite inferior que es el de un operario que ejecuta trabajo ligero, sentado, en buenas condiciones de trabajo, sin exigencias especiales de sus sistemas motrices o sensoriales. De allí en adelante lógicamente el porcentaje debe ir en aumento (Rincón Soto & Villarreal, 2014).

#### ***Fatiga variable.***

La fatiga puede tener razones estrictamente físicas, puramente psicológicas o puede incluir combinaciones de las dos; pero en definitiva, cualquiera que sea el tipo de fatiga, afecta directamente la voluntad de trabajar (Rincón Soto & Villarreal, 2014).

Por un lado, la fatiga muscular ha ido en disminución por la automatización; pero por el otro va en aumento el estrés y la monotonía. De igual forma se hace necesario medirla, ya sea por medios físicos, químicos o psicológicos (Rincón Soto & Villarreal, 2014).

Este tipo de fatiga se puede dar por muchas situaciones, aquí miraremos algunos de los casos: (Rincón Soto & Villarreal, 2014)

- Suplementos de postura: se basan en consideraciones del metabolismo. Hay diferencias entre estar sentado, de pie o agachado.
- Fuerza muscular: es importante entonces tener en cuenta la fatiga muscular y la recuperación del músculo después de la fatiga.
- Condiciones atmosféricas: es combinar las manifestaciones fisiológicas y los cambios de diversas condiciones ambientales.
- Nivel de ruido: se establece la exposición al ruido permisible. Estar por encima de él, merece un suplemento de descanso.
- Niveles de iluminación: al aumentar la iluminación para una tarea, el resultado es un mejor desempeño; y si no se tiene se debe considerar como parte del suplemento.
- Tensión visual: hace referencia a la luminancia del fondo de la tarea, los contrastes, tiempo disponible para observación, tamaño del objeto.
- Tensión mental: no se han definido con exactitud medidas estandarizadas de desempeño para la carga de trabajo mental.
- Monotonía: el suplemento es el resultado del uso repetido de ciertas facultades mentales.
- Tedio: una tarea tediosa (monotonía) utiliza repetidamente movimientos físicos. (Rincón Soto & Villarreal, 2014)

### **Suplementos especiales.**

#### ***Demoras inevitables.***

En este campo se incluyen diversas situaciones tales como; Interrupciones del supervisor, del despachador, del analista de estudios, irregularidades en los materiales, dificultades con las especificaciones, asignación de máquinas múltiples, entre otras. (Rincón Soto & Villarreal, 2014)

#### ***Demoras evitables.***

No es costumbre asignar suplementos por una demora evitable, pero puede llegar a darse el caso, donde cada una de estas situaciones se consideren como beneficiosas para el bien común. Generalmente se pueden agrupar en: visitas a otro operario, ociosidad o detención sin razón (Rincón Soto & Villarreal, 2014).

### ***Suplemento adicional y suplemento por política.***

Normalmente se usan para proporcionar un nivel satisfactorio específico de desempeño excepcional: nuevos empleados, discapacidades, etc., o cuando sea práctico se establece por trabajo adicional, si es el caso (Rincón Soto & Villarreal, 2014).

Estos autores también mencionan otro método para calcular el tamaño de la muestra;

### ***Comprobación del método.***

Con los datos obtenidos de la prueba piloto se procede a calcular las variaciones de los tiempos de cada operario. Estas variaciones no deben exceder de un 25% para ninguno de los operarios, de lo contrario esto indicaría que el método utilizado no es el apropiado, por lo cual se debe proceder a plantear otro método y repetir los pasos anteriores. Es de anotar que si los resultados arrojan variaciones mayores al 25% y se procede con la metodología, el tiempo estándar que se obtiene no será confiable (Rincón Soto & Villarreal, 2014).

### ***Media y Desviación.***

Con los datos que se obtengan de la prueba piloto, se calcula la media y la desviación, tomando un nivel de confianza del 95%. Las fórmulas utilizadas son las siguientes: (ver figuras N° 5 y 6) (Rincón Soto & Villarreal, 2014).

Para la media:

#### **Figura 5 Fórmula para la media**

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

Nota: (Rincón Soto & Villarreal, 2014)

Para la desviación:

#### **Figura 6 Fórmula para Desviación**

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{X})^2}{N - 1}}$$

Nota: (Rincón Soto & Villarreal, 2014)

### ***Número de observaciones.***

Después de haber calculado la desviación y la media se procede a calcular el número de observaciones que se deben tener en cuenta para la obtención del tiempo estándar. La fórmula utilizada es la siguiente: (ver figura N° 7)

#### **Figura 7 Fórmula para número de observaciones**

$$n = \frac{Z^2 \times S^2}{\delta^2}$$

Nota: (Rincón Soto & Villarreal, 2014)

Donde:

n = número de observaciones

Z = probabilidad asociada al nivel de confianza

s<sup>2</sup> = varianza

δ<sup>α</sup> = porcentaje de error (es determinado a priori por el experto, teniendo en cuenta la prueba piloto) (Rincón Soto & Villarreal, 2014).

### **Distribución y localización de planta**

En el contexto mundial, hoy día las empresas enfrentan el gran reto de reducir los costos de producción. Para lograrlo, en la mayoría de las industrias se analizan los factores más influyentes en este importante aspecto, como la capacidad de la maquinaria, las especificaciones de la materia prima, el desempeño de la mano de obra, los tiempos improductivos, la ruta y el manejo de materiales, los servicios y los almacenes e inventarios (Platas García & Cervantes Valencia, 2014).

El objetivo de la conformación de la planta es proponer la distribución idónea de maquinaria, recursos humanos, materiales y servicios, de manera que todos estos factores ofrezcan un valor agregado al sistema de producción (Platas García & Cervantes Valencia, 2014).

### **SLP (Systematic Layout Planning)**

La distribución de planta se define como:

La técnica de ingeniería industrial que estudia la colocación física ordenada de los medios industriales, como el movimiento de materiales, equipo, trabajadores, espacio requerido para el

movimiento de materiales y su almacenamiento, además del espacio necesario para la mano de obra indirecta y todas las actividades o servicios, así como el equipo de trabajo y el personal de taller (Platas García & Cervantes Valencia, 2014).

Planear una distribución de planta da como resultado el uso adecuado de los recursos existentes, ya sea espacio, mano de obra, maquinaria o equipo, así como los servicios auxiliares, con lo que se asegura la eficiencia y seguridad necesarias en un ambiente de trabajo (Platas García & Cervantes Valencia, 2014).

***Factores que influyen en la distribución de planta.***

- a) La distribución de los factores productivos en la planta industrial dependerá de las características de los materiales sobre los que se vaya a trabajar. Son factores fundamentales para considerar el tamaño, forma, volumen, peso y características físicas y químicas, ya que todo lo anterior influye en los métodos de producción y en las formas de manipulación y almacenamiento (Tous Zamora, Guzmán Parra, Cordero Tous, & Sánchez Teba, 2019).
- b) Es indispensable para la realización de la distribución en planta disponer de información sobre los procesos que se van emplear, maquinaria, utillaje y equipos necesarios, así como la utilización y requerimiento de estos. El estudio y mejora de los métodos de trabajo está muy relacionado con este aspecto (Tous Zamora, Guzmán Parra, Cordero Tous, & Sánchez Teba, 2019).
- c) Se ha de ordenar en el proceso de distribución en planta tanto la mano de obra directa como la indirecta. Deben tenerse en cuenta la seguridad de los empleados y otros factores como luminosidad, ventilación, ruidos, temperatura, etc. Además, hemos de considerar la cualificación y flexibilidad del personal, el número de trabajadores necesarios en cada momento y el trabajo que van a realizar, así como otros factores relacionados con la mano de obra (Tous Zamora, Guzmán Parra, Cordero Tous, & Sánchez Teba, 2019).
- d) El modelo de distribución en planta que se ha de construir es aquel que consiga que el material, la mano de obra, equipo, etc., realicen un trabajo de la mejor manera posible y con los menores desplazamientos posibles (Tous Zamora, Guzmán Parra, Cordero Tous, & Sánchez Teba, 2019).
- e) Las esperas que se dan en el área de producción se llaman espera o demora y las que se producen cuando los materiales se dejan en una determinada área se denominan de

almacenamiento. En una buena distribución en planta hay que evitar, en la medida de lo posible, tanto las esperas como los almacenamientos (Tous Zamora, Guzmán Parra, Cordero Tous, & Sánchez Teba, 2019).

- f) Aquellos que facilitan la actividad principal que se desarrolla en una planta productiva. Entre estos servicios están los relacionados con el personal, material y maquinaria (Tous Zamora, Guzmán Parra, Cordero Tous, & Sánchez Teba, 2019).
- g) En la distribución en planta este es un factor fundamental, ya que sus características, como pueden ser diseño, espacio, número de plantas, alturas de los techos, etc., son esenciales para la distribución de factores (Tous Zamora, Guzmán Parra, Cordero Tous, & Sánchez Teba, 2019).

### ***Tipos de distribución.***

Se pueden considerar cuatro categorías principales de distribución: por producto estático, producto, proceso y celular (o por grupo); las cuales se basan en la naturaleza del proceso (Baca Urbina, y otros, 2014).

Distribución por producto estático.

Este tipo de distribución se utiliza cuando resulta imposible, muy difícil o inconveniente mover el producto que está siendo procesado, debido, generalmente, a su tamaño... Este hecho hace que se requiera de una gran planeación logística, que permita colocar alrededor del producto, las diferentes estaciones de trabajo, en el momento y lugar en que se necesiten. Algunos ejemplos de procesos en los que se aplica este tipo de distribución es en la fabricación de aeronaves y buques, así como en la industria de la construcción (Baca Urbina, y otros, 2014).

Distribución por producto.

Las distribuciones por producto, son adecuadas cuando se tiene una variedad muy pequeña de productos altamente estandarizados, los cuales son producidos en altos volúmenes... En dichos procesos, los productos pasan por una secuencia fija de operaciones y los altos volúmenes permiten una buena utilización, manteniendo un flujo constante de productos a través de la línea (Baca Urbina, y otros, 2014).

Distribución por proceso.

Este tipo de distribución, está pensando para instalaciones en las que se genera una alta variedad de productos no estandarizados en volúmenes bajos de producción. A este tipo de producción también se le conoce como talleres de trabajo, y no se justifica, en este caso, destinar un equipo para procesar un solo producto, ya que la mezcla de productos cambia constantemente. Así pues, la instalación se deberá distribuir en departamentos especializados en un solo tipo de proceso o equipo. Dichos departamentos podrán utilizarse por todos los productos, según lo indiquen en sus especificaciones, generando un gran flujo interdepartamental (Baca Urbina, y otros, 2014).

Distribución celular.

Consiste en la asignación de máquinas diferentes en celdas que trabajan sobre productos con formar y requisitos de procesamientos similares. En el contexto de la distribución de planta, la célula puede definirse como una agrupación de máquinas y trabajadores que elaboran una sucesión de operaciones. Este tipo de distribución permite mejorar las relaciones humanas y la pericia de los trabajadores. Por otra parte, disminuye el material en proceso de transformación, los tiempos de fabricación y de preparación, y ambas cuestiones facilitan a su vez la supervisión y el control visual. Sin embargo, es este tipo de distribución se incrementan los tiempos inactivos de las maquinas, como consecuencia de que estas se encuentran asignadas a la célula y difícilmente son utilizadas de manera interrumpida (Tous Zamora, Guzmán Parra, Cordero Tous, & Sánchez Teba, 2019).

### *Análisis de producto-cantidad (P-Q)*

El organigrama de SLP pone de manifiesto los dos elementos fundamentales sobre los que se apoya la implementación: el producto y la cantidad (Casals, Forcada, & Roca, 2008).

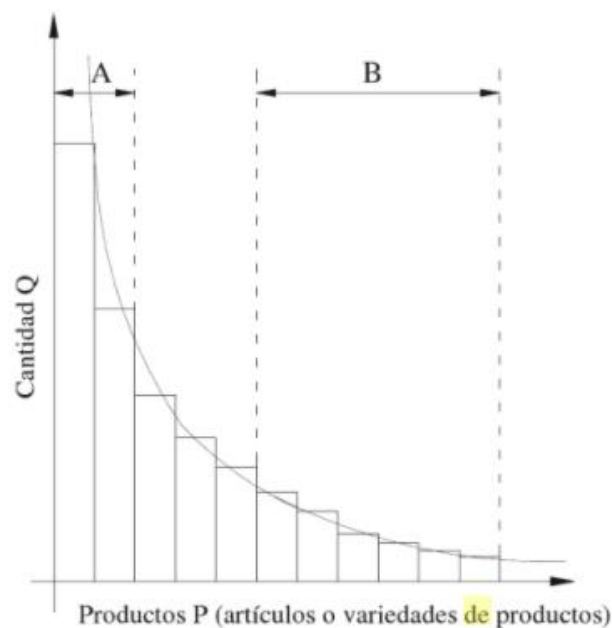
La cuestión fundamental que se plantea es determinar qué producir, cuánto producir y en cuánto tiempo, para determinar en función de estos parámetros, las dimensiones de la planta industrial (Casals, Forcada, & Roca, 2008).

Se entiende por producto (P) tanto los productos finales como los materiales o componentes, es decir, materias primas, productos en curso, residuos, etc. (Casals, Forcada, & Roca, 2008).

Se entiende por cantidad (Q) la cantidad de producto o material utilizado durante el proceso. Para precisar la cantidad de producto, es necesario fijar un periodo de tiempo, que será el que determinará las dimensiones de la planta: el sistema productivo se diseña para poder fabricar cierta cantidad de producto durante un período de tiempo determinado (Casals, Forcada, & Roca, 2008).

Para realizar el análisis P-Q, se recomienda elaborar una gráfica en forma de histograma de frecuencias, en la que se representen en las abscisas los diferentes productos a elaborar y en las ordenadas las cantidades de cada uno. Los productos han de representarse en la gráfica en orden decreciente de cantidad producida. En función del tipo de histograma resultante, es recomendable implantar un tipo y otro de distribución (ver imagen N°2).

**Imagen 2 Análisis P-Q**



Fuente: (Casals, Forcada, & Roca, 2008)

En un extremo de la curva (zona A) hay cantidades importantes de unos pocos productos o variedades. Las fabricaciones correspondientes requieren, esencialmente, condiciones y métodos de producción de grandes masas. Es aconsejable escoger para estos productos un sistema de fabricación en serie con maquinaria especializada (Casals, Forcada, & Roca, 2008).

En el otro extremo de la curva (zona B), aparecen un gran número de productos fabricados en cantidades pequeñas. Exigen unas condiciones de trabajo “a medida”: en este caso (denominado “curva plana”), la fabricación se tendrá que enfocar hacia un sistema muy manual (no automatizado), con maquinaria universal (que pueda utilizarse para varios productos y/o varias operaciones del proceso). Dicho de otra manera, algunos productos predisponen instalaciones mecanizadas y un tipo de planteamiento automatizado, mientras que otros exigen unos métodos de

manutención flexibles y unos equipos estandarizados dispuestos para poder efectuar operaciones universales (Casals, Forcada, & Roca, 2008).

### ***Relación entre actividades.***

Se entiende por actividad cualquier elemento del sistema de producción caracterizado por un requerimiento espacial y por un conjunto de relaciones. La relación entre actividades se desarrolla mediante la tabla relacional de actividades (Casals, Forcada, & Roca, 2008).

Lo primero que se debe hacer es un listado de todas las actividades que forman parte de la industria a implantar... Una vez acabado este listado, se procede a realizar una tabla o matriz relacional de actividades (Casals, Forcada, & Roca, 2008).

La tabla relacional de actividades muestra las diferentes actividades de la implantación y sus necesidades de relaciones mutuas. Además, evalúa la importancia de la proximidad entre las actividades, con el apoyo de una codificación apropiada, en la que se indica la causa de la relación. Así, permite integrar los elementos directos de producción con los elementos auxiliares de producción (Casals, Forcada, & Roca, 2008).

La escala de valores para la relación de actividades se indica con las letras A, E, I, O, U y X... (Casals, Forcada, & Roca, 2008).

En la tabla N°3, se puede observar la relación entre los diferentes tipos de relación y las letras que se utilizan para designar estas relaciones.

### **Tabla 3 Tipos de Relación**

<i>Código</i>	<i>Tipo de relación</i>
A	Relación absolutamente importante
E	Relación especialmente importante
I	Relación importante
O	Relación ordinaria
U	Relación sin importancia
X	Relación no deseada

Nota: (Casals, Forcada, & Roca, 2008)

La valoración de las relaciones debe acompañarse de los motivos que justifican la relación. Para cada una de estas justificaciones, se escribe una cifra convencional que hace referencia a un motivo o causa (Casals, Forcada, & Roca, 2008).

La tabla N°4 muestra un ejemplo de la tabla relacional de actividades. Cada casilla está dividida horizontalmente en dos: la parte superior representa el valor de relación y la parte inferior indica los motivos que han inducido a escoger este valor (causa de la relación). Para cada relación, existen un valor y unos motivos que lo justifican (Casals, Forcada, & Roca, 2008).

**Tabla 4 Tabla relacional de actividades**

		Tipo de relación									
		Causa de la relación									
1. Planta de producción	1.500 m <sup>2</sup>	A									
2. Almacén de entrada	300 m <sup>2</sup>	1	A								
3. Almacén de salida	360 m <sup>2</sup>	U	1	X							
4. Servicios administrativos	400 m <sup>2</sup>	-	E	5	A						
5. Almacén de residuos	100 m <sup>2</sup>	U	3	U	1	U					
6. Sala de calderas	30 m <sup>2</sup>	-	U	-	U	-	E				
7. Comedor	100 m <sup>2</sup>	X	-	U	-	U	2	E			
8. Vestuarios	100 m <sup>2</sup>	5	X	-	U	-	U	2	A		
9. Despacho de producción	32 m <sup>2</sup>	U	5	U	-	O	-	U	3	A	
10. Aseos	60 m <sup>2</sup>	-	X	-	U	2	O	-	O	8	O
11. Enfermería	30 m <sup>2</sup>	X	5	U	-	U	3	E	8	U	2
		5	U	-	X	-	U	8	U	-	
		U	-	X	5	U	-	U	-		
		-	U	5	U	-	U	-			
		U	-	E	-	U	-				
		-	U	8	U	-					
		A	-	U	-						
		8	U	-							
		U	-								
		-									

Nota: (Casals, Forcada, & Roca, 2008)

Y en la tabla N° 5 se pueden observar los motivos o causas indicados en la tabla N° 4.

**Tabla 5 Códigos y motivos de las relaciones**

Código	Motivo o causa	Código	Motivo o causa
1	Recorrido de material	6	Reparación de averías
2	Recorrido de personal	7	Uso compartido de equipos de trabajo
3	Inspección y control	8	Comodidad
4	Aporte de energía	9	Control de calidad
5	Razones estéticas, ruidos, higiene y otras molestias		

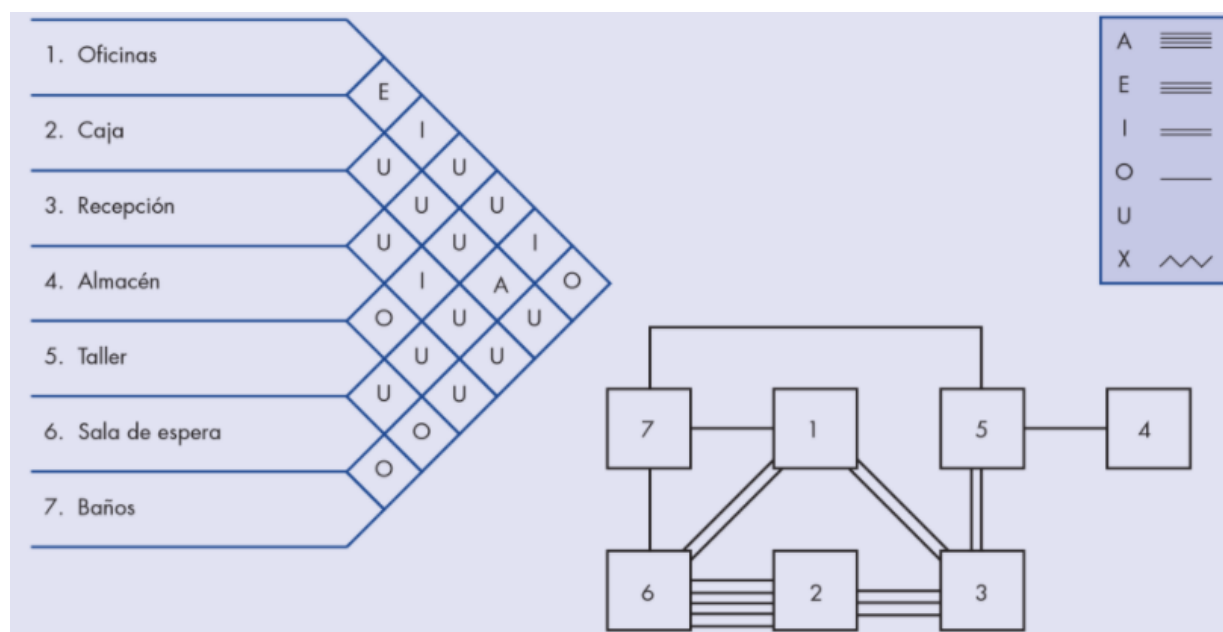
Fuente: (Casals, Forcada, & Roca, 2008)

*Diagrama de relación de actividades*

Con base en la gráfica de relación de actividades, es posible representar sobre un plano las calificaciones de cercanía asignadas entre actividades. Para ellos, las actividades se representan en el diagrama de relación de actividades como nodos en forma de bloque (Baca Urbina, y otros, 2014)

Considerando el orden jerárquico de las calificaciones de cercanía, en el diagrama se colocan las actividades cuya relación fue calificada con A y se unen con cuatro líneas; se siguen colocando las actividades calificadas con E y se unen con tres líneas, y así sucesivamente, hasta que las relaciones calificadas con una letra U, no sean unidas por ninguna línea. De esta manera, la cantidad de líneas representa la magnitud del flujo existente entre un par de áreas. Una de las principales características deseables de un diagrama REL es que las líneas de flujo nunca se crucen; entonces se dice que el diagrama es planar. Para lograr obtener un diagrama planar, en ocasiones algunas calificaciones de la gráfica REL no podrán representarse en un diagrama de relación de actividades. El proceso de discriminación de las relaciones que entran al diagrama REL depende del criterio del diseñador, quien puede optar por generar varias opciones del diagrama. (ver imagen N°3) (Baca Urbina, y otros, 2014).

**Imagen 3 Gráfica REL**



Fuente: (Baca Urbina, y otros, 2014)

## **Planificación de la producción**

En la teoría administrativa, la planeación tiene varios elementos que ayudan a que las organizaciones logren sus metas y objetivos con un permanente sentido de eficiencia, eficacia y efectividad, operando con mayor productividad y tratando de alcanzar la tan anhelada ventaja competitiva (Monsalve Fonnegra, 2018).

La planificación de las operaciones es responsabilidad del nivel directivo organizacional, que busca coordinar por anticipado los factores de producción, de tal manera que se garantice el desarrollo operacional de la empresa, se haga la mejor utilización de la capacidad disponible y se persiga un lucro para los accionista. Esta se da en las fases estratégica y táctica de la planificación empresarial en el largo y mediano plazo; intenta también estimar las cantidades y los alcances que deben mantener las operaciones de la industria, determina un plan de producción agregado eficaz, que es una proyeccion en un horizonte de tiempo determinado del nivel de fabricación requerido para una capacidad de producción específica, pero no es una camisa de fuerza que obligue a que las referencias individuales sean elaboradas dentro del plan mencionado (Monsalve Fonnegra, 2018).

### **Programación de la producción.**

La programación de la producción está constituida por la corriente de entrada de materiales que se utilizan en las operaciones desarrolladas en los procesos; abarca la conversión de los recursos (mano de obra/empleados, materiales/materia prima/insumos, máquinas /herramientas, métodos de trabajo/procedimientos, medios monetarios, medios logísticos, supervisión/dirección, etc.) en producto terminado, que constituye el potencial de salida (Monsalve Fonnegra, 2018).

Por lo tanto, se puede afirmar que consiste en la fijación de planes y horarios de la producción, de acuerdo con la prioridad de la operación por realizar, determinando así su inicio y fin para lograr el nivel más eficiente. La función principal de la programación de la producción consiste en lograr un movimiento uniforme, detallado, específico y rítmico de los materiales, productos en proceso y productos terminados, a través de las etapas de producción (Monsalve Fonnegra, 2018).

El programa de producción es afectado por los materiales, la capacidad especialmente del personal y de la maquinaria y el sistema de producción (Monsalve Fonnegra, 2018).

Programar la producción tiene como función principal evitar los desperdicios de tiempo o sobrecargos entre procesos o centros de trabajo y la de programar la mano de obra para que esta

cumpla dentro de los tiempos preestablecidos la entrega de la producción (Monsalve Fonnegra, 2018).

### **El control de la producción.**

Controlar la producción permite verificar diferentes factores a través de evaluaciones periódicas, que toma en cuenta: la capacidad de operación, demanda de los clientes, etc., sino que también debe proyectar esta evaluación para tomar estos factores en su estado actual y futuro (Monsalve Fonnegra, 2018).

La cantidad de productos fabricados se controlan a través de un monitoreo continuo sobre la planeación, esto se realiza esencialmente para reducir de forma mínima la desigualdad obtenida entre el plan, los resultados y la producción (Monsalve Fonnegra, 2018).

### **OEE (Overall Equipment Effectiveness o Eficiencia General de los equipos).**

El OEE es un sistema de cálculo de la productividad específico para trabajo con máquinas, en el que se pueden obtener datos más precisos sobre los problemas existentes que utilizando el método habitual de cálculo. Es un sistema alternativo al cálculo de la productividad en trabajos limitados mostrados anteriormente (Cruelles, 2012).

... es una razón porcentual que sirve para medir la eficiencia productiva de la maquinaria industrial. Es una ratio que se emplea para medir el rendimiento y productividad de aquellas líneas de producción en las que la maquinaria tiene una gran influencia, y por lo tanto una alternativa de cálculo al sistema anteriormente explicado (Cruelles, 2012).

La ventaja del OEE frente a otras razones es que mide, en un único indicador, todo los parámetros fundamentales en la producción industrial: (Cruelles, 2012)

- Disponibilidad
- Eficiencia
- Calidad.

Tener un OEE, por ejemplo, el 37%, significa que de cada 100 piezas buenas que la maquina podría haber producido, solo ha producido 37 (Cruelles, 2012).

Se dice que engloba todos los parámetros fundamentales, porque del análisis de las tres razones que forman el OEE, es posible saber si lo que falta, hasta el 100%, se ha perdido por disponibilidad

(la maquinaria estuvo cierto tiempo parada), eficiencia (la maquinaria estuvo funcionando a menos de su capacidad total) o calidad (se ha producido unidades defectuosas) (Cruelles, 2012).

Sus inicios son inciertos, aunque parece que fue creado en una factoría en Toyota. Hoy en día se ha convertido en un estándar internacional reconocido por las principales industrias alrededor del mundo (Cruelles, 2012).

¿Cómo se calcula? El OEE resulta de multiplicar otras tres razones porcentuales: la disponibilidad, el rendimiento y la calidad.

$$OEE = DISPONIBILIDAD \times RENDIMIENTO \times CALIDAD$$

Donde:

Disponibilidad: Cuánto tiempo ha estado funcionando la maquina o equipo respecto del tiempo que se planificó que estuviera funcionando (Cruelles, 2012)

Rendimiento: Durante el tiempo que ha estado funcionando, cuánto ha fabricado (bueno y malo) respecto de lo que tenía que haber fabricado a tiempo de ciclo ideal. (Cruelles, 2012)

Calidad: Es el indicador más conocido por todos. Cuánto he fabricado bueno a la primera respecto del Total de la Producción realizada (Buena + Malo). (Cruelles, 2012)

El valor del OEE permite clasificar una o más líneas de producción, o toda una planta, con respecto a las mejores de su clase y que han alcanzado el nivel de excelencia: (Cruelles, 2012)

OEE < 65% Inaceptable. Se producen importantes pérdidas económicas. Muy baja competitividad. (Cruelles, 2012)

65% < 85% Aceptable. Continuar la mejora para superar el 85%. Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja. (Cruelles, 2012)

85% < OEE < 95% Buena. Buena competitividad. (Cruelles, 2012)

OEE > 95% Excelencia. Valores de excelente competitividad. (Cruelles, 2012)

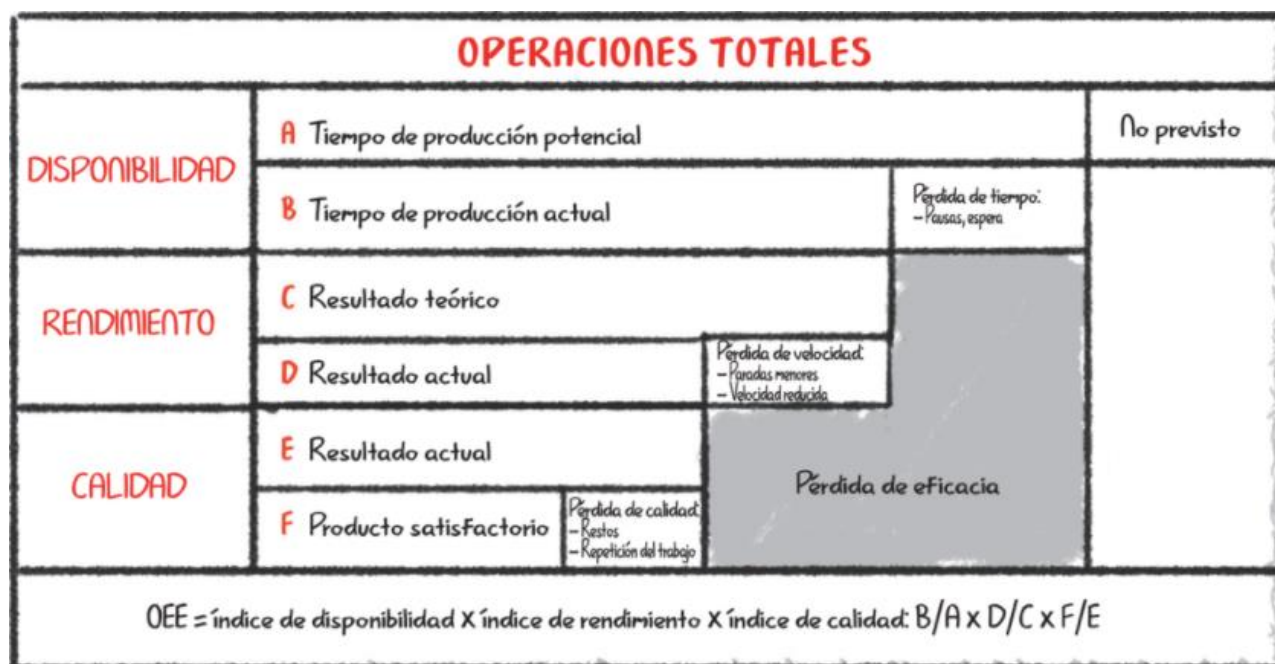
Esta medición posee una gran importancia a la hora de evaluar la capacidad real y la capacidad potencial de un proceso de producción en el que no haya defectos. Para conocerla, es preciso recabar datos a diaria y poder realizar los cálculos siguientes:

Disponibilidad (B/A) = (Tiempo disponible – Tiempo de espera) / Tiempo disponible (Pérez Gómez & Reato, 2019)

Eficiencia (D/C) = Producción total / (Tiempo de operación x capacidad) (Pérez Gómez & Reato, 2019)

Calidad (F/E) = (Producción total – Defectos y retracciones) / Producción total. (Pérez Gómez & Reato, 2019)

**Imagen 4 Operaciones Totales**



Fuente: (Pérez Gómez & Reato, 2019)

### CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se describe la metodología por usar para responder a la pregunta de investigación en este proyecto;

## Enfoque

Para los proyectos de investigación se utilizan los siguientes enfoques:

El enfoque cuantitativo (que representa, como se dijo, un conjunto de procesos) es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos “brincar” o eludir pasos. El orden es riguroso, aunque desde luego, se puede redefinir alguna fase. Parte de una idea que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables; se traza un plan para probarlas (diseño); se miden las variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos, y se extrae una serie de conclusiones respecto de la o las hipótesis (Hernández Sampieri, 2014).

El enfoque cualitativo también se guía por áreas o temas significativos de investigación. Sin embargo, en lugar de que la claridad sobre las preguntas de investigación e hipótesis preceda a la recolección y el análisis de los datos (como en la mayoría de los estudios cuantitativos), los estudios cualitativos pueden desarrollar preguntas e hipótesis antes, durante o después de la recolección y el análisis de los datos. Con frecuencia, estas actividades sirven, primero, para descubrir cuáles son las preguntas de investigación más importantes; y después, para perfeccionarlas y responderlas. La acción indagatoria se mueve de manera dinámica en ambos sentidos: entre los hechos y su interpretación, y resulta un proceso más bien “circular” en el que la secuencia no siempre es la misma, pues varía con cada estudio (Hernández Sampieri, 2014).

El enfoque mixto es la tercera vía para realizar investigación, entrelaza a las dos anteriores (cuantitativa y cualitativa) y las mezcla, pero es más que la suma de las dos anteriores e implica su interacción y potenciación. Los métodos mixtos o híbridos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos tanto cuantitativos como cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada (denominadas metainferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio (Hernández Sampieri, 2018).

Se considera este enfoque porque se va a trabajar con datos cuantitativos, dando estos datos indicadores que facilitan el entendimiento de la situación de la empresa Ginés Electric, S.A.

## Alcance

Dentro del enfoque cuantitativo existen cuatro tipos de alcances, los cuales son los siguientes:

Los estudios exploratorios se realizan cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes. Es decir, cuando la revisión de la literatura reveló que tan sólo hay guías no investigadas e ideas vagamente relacionadas con el problema de estudio, o bien, si deseamos indagar sobre temas y áreas desde nuevas perspectivas (Hernández Sampieri, 2014).

Asimismo, los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan estas (Hernández Sampieri, 2014).

Los estudios correlacionales pretenden responder a preguntas de investigación como las siguientes: ¿aumenta la autoestima de los pacientes conforme reciben una psicoterapia gestáltica? ¿A mayor variedad y autonomía en el trabajo corresponde mayor motivación intrínseca respecto de las tareas laborales? ¿Hay diferencias entre el rendimiento que otorgan las acciones de empresas de alta tecnología computacional y el rendimiento de las acciones de empresas pertenecientes a otros giros con menor grado tecnológico en la Bolsa de Comercio de Buenos Aires? ¿Los campesinos que adoptan más rápidamente una innovación son más cosmopolitas que los campesinos que la adoptan después? ¿La lejanía física entre las parejas de novios tiene una influencia negativa en la satisfacción en la relación? (Todas en un contexto específico).

Este tipo de estudios tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en una muestra o contexto en particular. En ocasiones solo se analiza la relación entre dos variables, pero con frecuencia se ubican en el estudio vínculos entre tres, cuatro o más variables (Hernández Sampieri, 2014).

Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables (Hernández Sampieri, 2014).

Para la presente investigación el alcance que se utiliza es el correlacional, porque con la información que se recolecte de la empresa se utilizarán herramientas ingenieriles para relacionar la problemática con estos indicadores, siendo estos la duración en tiempo de cada operación en el proceso total contra la duración de la entrega de los motores.

### **Método**

Dependiendo del problema que se plantea se utiliza el método que corresponda, para los proyectos con método cuantitativo se establecen los siguientes:

Los diseños experimentales se utilizan cuando el investigador pretende establecer el posible efecto de una causa que se manipula. Pero, para establecer influencias (por ejemplo, decir que el tratamiento psicológico reduce la depresión), se deben cubrir varios requisitos que a continuación se verán (Hernández Sampieri, 2014).

Además, hay grados de manipulación de la variable independiente. La manipulación o variación de una variable independiente puede realizarse en dos o más grados. El nivel mínimo de manipulación es de presencia o ausencia de la variable independiente. Cada nivel o grado de manipulación comprende un grupo en el experimento (Hernández Sampieri, 2014).

El segundo requisito consiste en medir el efecto que la variable independiente tiene en la variable dependiente. Esto es igualmente importante y como en la variable dependiente se observa el efecto, la medición debe ser adecuada, válida y confiable (Hernández Sampieri, 2014).

El tercer requisito es el control o la validez interna de la situación experimental. El término “control” tiene diversas connotaciones. Sin embargo, su acepción más común es que, si en el experimento se observa que una o más variables independientes hacen variar a las dependientes, la variación de estas últimas se debe a la manipulación de las primeras y no a otros factores o causas; y si se observa que una o más independientes no tienen un efecto sobre las dependientes, se puede estar seguro de ello. Es decir, saber qué está ocurriendo realmente con la relación entre las variables independientes y las dependientes (Hernández Sampieri, 2014).

Diseños no experimentales: se definen como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, se trata de estudios en los que no hacemos variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables (Hernández Sampieri, 2014).

Los diseños de investigación transeccional o transversal: recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único (Liu, 2008 y Tucker, 2004). Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Es como “tomar una fotografía” de algo que sucede (Hernández Sampieri, 2014)

Además, los diseños longitudinales recolectan datos en diferentes momentos o periodos para hacer inferencias respecto al cambio, sus determinantes y consecuencias. Tales puntos o periodos generalmente se especifican de antemano (Hernández Sampieri, 2014).

En esta investigación se utiliza el diseño no experimental porque se utiliza la información sin modificar ningún dato, y transeccional porque los datos que se utilizan son datos que se recolectan en el momento.

### **Muestra de la investigación**

Para la muestra de la investigación primeramente se determina la unidad de muestreo, siendo para este proyecto los motores eléctricos de la empresa Ginés Electric, S.A.

Población o universo es un conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones (Hernández Sampieri, 2014).

Para el proyecto la población son todos los motores eléctricos con tamaños de 0,5 a 100 HP (Caballos de fuerza) que ingresan en el taller

La muestra es, en esencia, un subgrupo de la población (Hernández Sampieri, 2014).

En el caso de la muestra para este proyecto son los motores especiales, estos son los que tienen mayor movimiento en el taller de servicio.

Por lo anterior para esta investigación el tipo de muestra que se utiliza es el método probabilístico porque se escogen de manera aleatoria los motores, como se indicó anteriormente hay una población de motores que va de 0,5 a 100 HP y se escoge los motores especiales como muestra.

Se refiere a motores especiales los motores que su aplicación es muy especial y el costo de un motor nuevo sobrepasa la reparación por ende, acceden a realizar la reparación.

### **VARIABLES O UNIDADES DE ANÁLISIS**

Se presenta a continuación la tabla con las variables a utilizar en este proyecto, (ver tabla N° 6)

**Tabla 6. Variables o Unidades de análisis**

<b>Objetivos</b>	<b>Variable</b>	<b>Conceptual</b>	<b>Operacional</b>	<b>Instrumental</b>
<p>Describir el proceso actual de rebobinado de motores eléctricos para identificar los atrasos que se generan durante la reparación.</p>	<p>Proceso Actual</p>	<p>Un proceso corresponde a la representación de un conjunto de acciones (actividades) que se hacen, bajo ciertas condiciones (reglas) y que puede gatillar o ejecutar cosas (eventos). (Hitpass, 2017)</p>	<p>Duración en minutos de cada operación Monto en colones del Costo del proceso</p>	<p>Diagrama de Proceso Diagrama de Flujo</p>
<p>Calcular mediante herramientas de ingeniería de métodos los indicadores necesarios, para la identificación de los problemas que causan los atrasos en la reparación de rebobinado de motores eléctricos.</p>	<p>Tiempo Observado</p>	<p>El tiempo que se tarda en ejecutar una tarea o combinación de tareas según lo indica una medición directa. (Caso Neira, 2003)</p>	<p>Duración en minutos de cada operación Porcentaje de las tolerancias que se presenten</p>	<p>Estudio de Tiempos</p>

<p>Analizar los indicadores anteriormente determinados para definir el mejoramiento del tiempo en cada operación del proceso en las reparaciones de rebobinado de motores eléctricos.</p>	<p>Indicadores de gestión</p>	<p>Un indicador es una expresión cualitativa o cuantitativa observable, que permite describir características, comportamientos o fenómenos de la realidad a través de la evolución de una variable o el establecimiento de una relación entre variables, la que comparada con períodos anteriores, productos similares o una meta o compromiso, permite evaluar el desempeño y su evolución en el tiempo... (Maldonado Gómez, Sepúlveda Rico, &amp; Vargas Abad, sf)</p>	<p>Porcentaje de priorización de las causas de los problemas que presenta el taller. Duración estándar en minutos de cada operación.</p>	<p>Diagrama de Ishikawa Diagrama de Klee Diagrama de Pareto Estudio de Tiempos</p>
---	-------------------------------	--	--	--

<p>Proponer la implementación una nueva distribución de planta para cada una de las áreas que integran el proceso de reparación de rebobinado de motores y mejorar el tiempo de cada una de ellas.</p>	<p>Distribución de la planta actual.</p>	<p>Una instalación productiva es aquel entorno físico dentro o alrededor del cual se lleva al cabo una actividad productivo, no sólo de manufactura, sino también de generación de servicios tales como: salud, educación, esparcimiento, comercialización, consultoría, etc. (Baca Urbina, y otros, 2014).</p>	<p>Distancias entre áreas</p>	<p>SLP</p>
<p>Elaborar controles para mantener el tiempo estándar en cada operación, por medio de un plan de producción tomando en cuenta los tiempos establecidos.</p>	<p>Control del proceso.</p>	<p>... De esta manera, un sistema de control se define como un conjunto de dispositivos que interacciona entre sí y operan de forma simultánea de forma tal que la variable de interés</p>	<p>Duración estándar en minutos de cada operación./ días trabajados.</p>	<p>Plan de producción.</p>

		<p>tome el valor establecido a pesar de los cambios externos que influyen en su comportamiento...</p> <p>(Marcillo Merino, Mero Lino, Mercedes Ortiz, Borja Gordillo, Andrade Álvarez, &amp; Jaime Calderon, 2017).</p>		
--	--	---	--	--

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

### Instrumentos

Se presenta a continuación los instrumentos a utilizar en este proyecto; (ver Tabla N° 7)

**Tabla 7 Instrumentos**

<b>Indicador</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Recursos requeridos</b>	<b>Beneficios esperados</b>
Proceso actual	<p>Observación del proceso.</p> <p>Preguntas a los operarios y dueño del taller.</p>	<p>Cuaderno de anotaciones.</p> <p>Lapicero.</p>	<p>Se espera tener claro el proceso que realizan en el taller, además del transporte que realiza el producto, en este caso el motor eléctrico.</p>

Tiempo observado	Observación de las operaciones del proceso.  Conversar con los operarios.	Cronometro  Cuaderno de anotaciones.  Lapicero.  Formato de toma de tiempos.	Se espera obtener el tiempo actual que tardan los operarios al realizar el proceso de reparación de motores eléctricos.
Indicadores de gestión	Entrevista con el dueño de la empresa.  Observación del proceso.  Tiempo observado.  Tiempo normal.  Tolerancias.	Cuaderno de anotaciones.  Lapicero.  Fórmulas para realizar los cálculos de tiempo observado, tiempo normal, tolerancias	Se espera obtener las causas del porqué la empresa tiene atrasos en la entrega de las reparaciones de los motores eléctricos.  Además, se espera calcular el tiempo estándar de cada operación del proceso.
Distancias entre áreas	SLP	Distancia entre áreas  Movimiento del producto	Se espera realizar la distribución de planta actual.
Control del proceso	Tiempo estándar  Días y horas laborales	Matriz en Excel donde se realice la programación de las reparaciones de motores eléctricos.	Se espera realizar un plan de producción con el tiempo estándar.

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

### **Proceso para la Recolección de Datos**

Para esta investigación el proceso de recolección de datos se realiza en el taller de servicio Ginés Electric, S.A., mediante los siguientes pasos:

Paso 1: Observación: se pretende observar el proceso desde su inicio hasta su final, antes de iniciar con la aplicación de cualquier herramienta, seguidamente se describe el proceso actual de la empresa.

Paso 2: Entrevista con el dueño de la compañía: al realizar esta entrevista el dueño expondrá sus posibles causas en la tardanza de la entrega de los motores reparados.

Paso 3: Calcular los indicadores necesarios para identificar las causas de los atrasos: se realizará un estudio de tiempos, donde se necesita la ayuda del operador, un cronómetro y una hoja de apuntes de tiempos.

Paso 4: Utilizando las fórmulas aprendidas en el cálculo de estudio de tiempos, se analizan para identificar las posibles mejoras en el proceso.

Paso 5: Mediante la observación, se realizará un levantamiento de la planta actual y el movimiento del producto.

Paso 6: La información obtenida se utiliza para proponer un control del tiempo en cada reparación.

### **Método de análisis**

El fin de la recolección de esta información es analizarla por medio de las herramientas aprendidas en Ingeniería Industrial.

Los programas para procesar la información para este proyecto son las siguientes:

Programa de Excel: este ayudará a realizar el diagrama de Klee, diagrama de Pareto, la hoja de estudio de tiempos y el plan de producción.

Programa Lucidchart: este sistema se utiliza en línea, y servirá para realizar los diagramas de proceso y flujo.

Programa Visio: se utilizará para la realización de los planos para el SLP

Las herramientas ingenieriles a utilizar, son las siguientes:

Diagrama de Proceso y Diagrama de Flujo: la información que brinda estos diagramas son las operaciones en su orden para poder calcular el tiempo y costo de cada tarea, utilizando el tiempo observado y el salario de cada operador, con estos indicadores se puede saber el tiempo y costo del proceso total.

Diagrama de Klee y Diagrama de Pareto: estos diagramas van a aportar a este proyecto las causas que tengan más peso por medio de un porcentaje de participación, utilizando una matriz en el programa de Excel.

Estudio de tiempos: por medio de esta herramienta se calcula el tiempo estándar utilizando una matriz en el programa Excel para obtener este indicador.

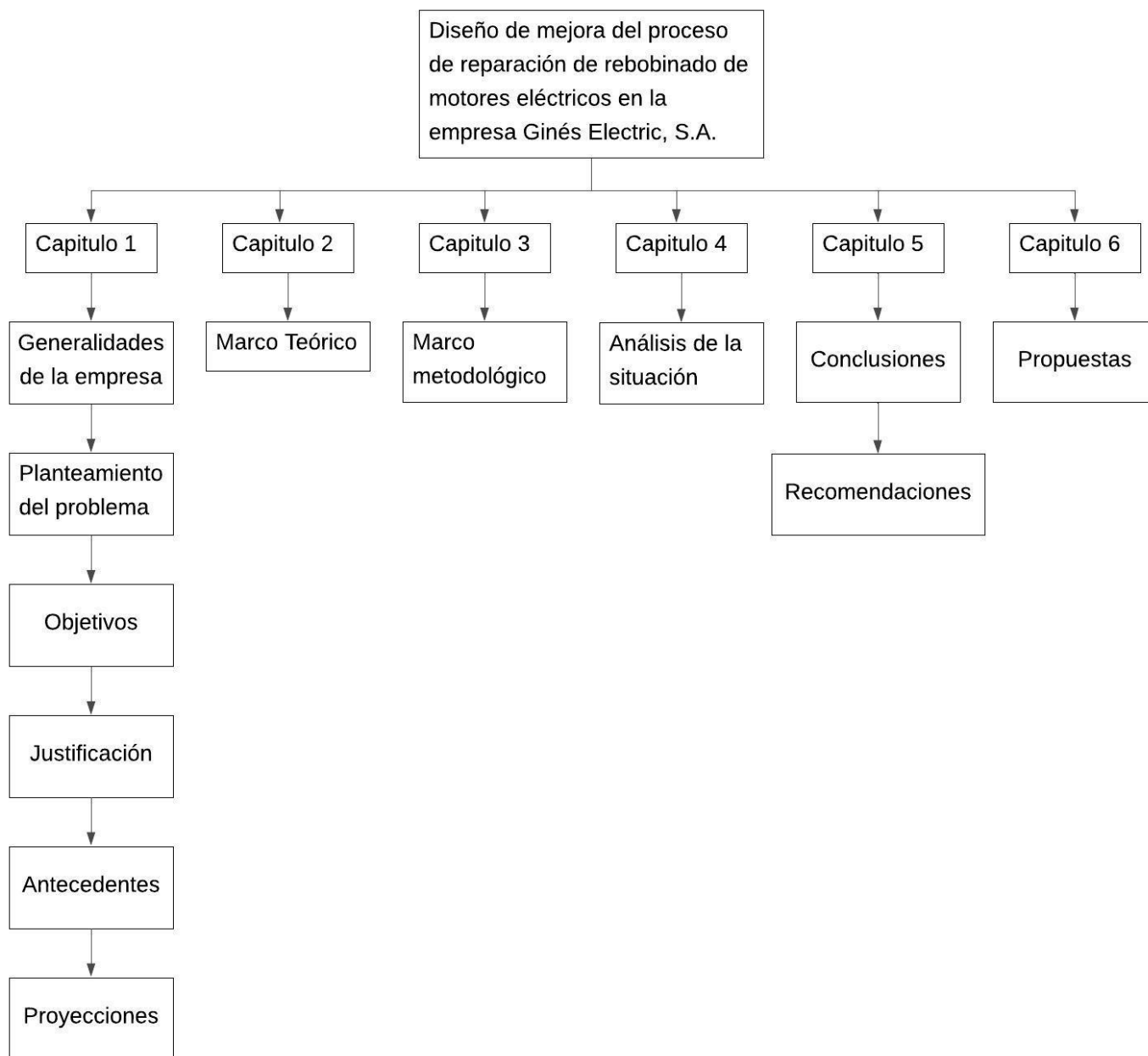
Distribución y localización de planta: se analizará por medio de SLP.

Plan de producción: igualmente por medio de una matriz en el programa de Excel se utilizará un plan para que el encargado de departamento pueda programar las reparaciones y así cumplir el tiempo de entrega a los clientes.

### **Cronograma**

A continuación, se presentan los diagramas para visualizar la duración del proyecto, primeramente, en la figura N° 8, WBS.

Figura 8 WBS



Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

Seguidamente, en la tabla N° 8, se presenta el diagrama de Gantt;

Tabla 8 Diagrama de Gantt

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Descripción																				
Capítulo 1	■	■	■																	
Capítulo 3				■	■															
Capítulo 2						■														
Capítulo 4							■	■	■	■										
Capítulo 5												■	■	■	■					
Capítulo 6																■	■	■	■	
Defensa																				■

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

## **CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN (DIAGNÓSTICO)**

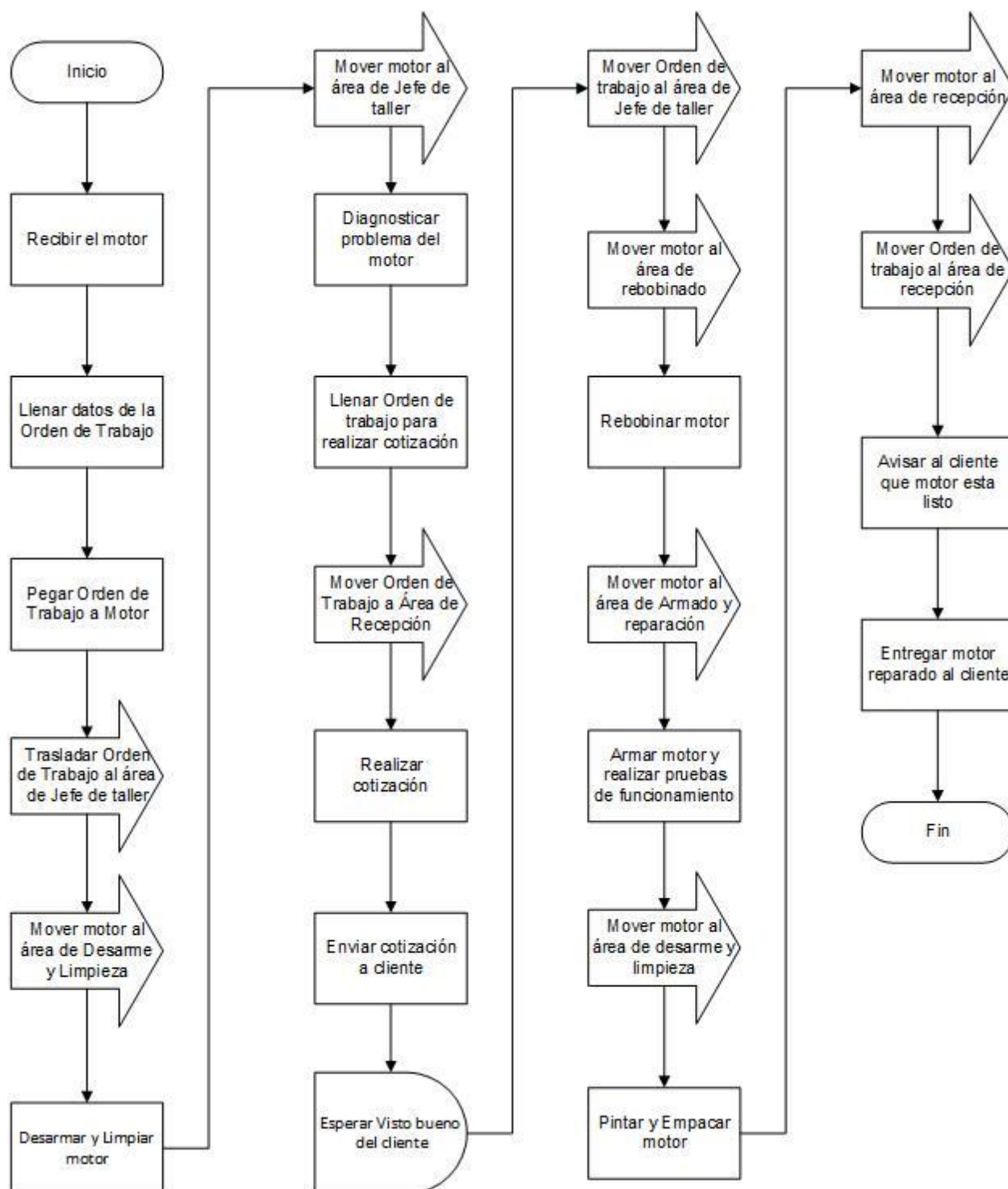
En este capítulo, se presenta el análisis de la situación actual del taller Ginés Electric SA, de manera que permita determinar el método que se está empleando para entender, estudiar y poder diseñar una mejora en el proceso de rebobinado de los motores eléctricos de aplicación especial.

### **Diagrama de Procesos**

El diagrama se realiza por medio de la observación desde que el cliente ingresa a recepción para realizar la entrega del motor, hasta el final donde se realiza entrega del motor reparado al cliente.

(Ver imagen N° 5)

**Imagen 5 Diagrama de Proceso Actual**



Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

El diagrama presentado anteriormente (ver imagen N°5) fue realizado, ya que la empresa no cuenta con el diagrama de proceso establecido.

El diagrama da inicio con la llegada del cliente a la empresa, al área de recepción, la recepcionista recibe al cliente y él le indica que va dejar el motor eléctrico para la reparación. Seguidamente la recepcionista le toma los datos para rellenar la orden de trabajo, luego coloca el número de orden de trabajo que brinda el sistema y lo pega al motor, esto para poder identificarlo dentro del proceso.

Al terminar con el etiquetado del motor, se llama al ayudante de taller del área de limpieza y pintura para que traslade el motor del área de recepción al área de limpieza; en esta área el motor espera su turno, para que se realice el desarme y la limpieza de las piezas, esto se realiza porque los motores a veces vienen muy sucios, dependiendo de la función que cumplen en su lugar de operación.

Cuando el motor eléctrico está desarmado y limpio, se traslada al área de revisión, esto lo realiza el jefe de taller, todos los motores eléctricos pasan para ser diagnosticados por este. Al tener el diagnóstico del motor, el jefe de taller llena la orden de trabajo con lo encontrado y realiza una cotización, esa orden de trabajo la traslada al área de recepción, para que la recepcionista le envíe al cliente el costo de la reparación.

Luego de enviada la cotización al cliente y tener su visto bueno, se devuelve la orden de trabajo al área de revisión, el jefe de taller revisa que tenga el visto bueno del cliente y traslada el motor al área de rebobinado.

En el área de rebobinado lo recibe el mecánico 1, quien inicia con el proceso de rebobinado para la reparación del motor. Al terminar el rebobinado se traslada el motor al área de armado y pruebas, lo recibe el mecánico 2.

El mecánico 2 inicia armando el motor y realizando pruebas de funcionamiento y determinar que el motor quedó en óptimas condiciones.

Al determinar que el motor eléctrico está funcionando de manera correcta, se traslada al área de limpieza y pintura, para que el ayudante de taller pinte el motor y lo empaque para su retiro.

Luego de que el motor esté seco y empacado, se traslada al área de recepción, a su vez, se transfiere la orden de trabajo para que la recepcionista le avise al cliente que el motor ya se encuentra listo.

El cliente llega a la empresa, al área de recepción y realiza la cancelación del servicio brindado y se le entrega el motor reparado. Este motor cuenta con 30 días de garantía por cualquier reclamo.

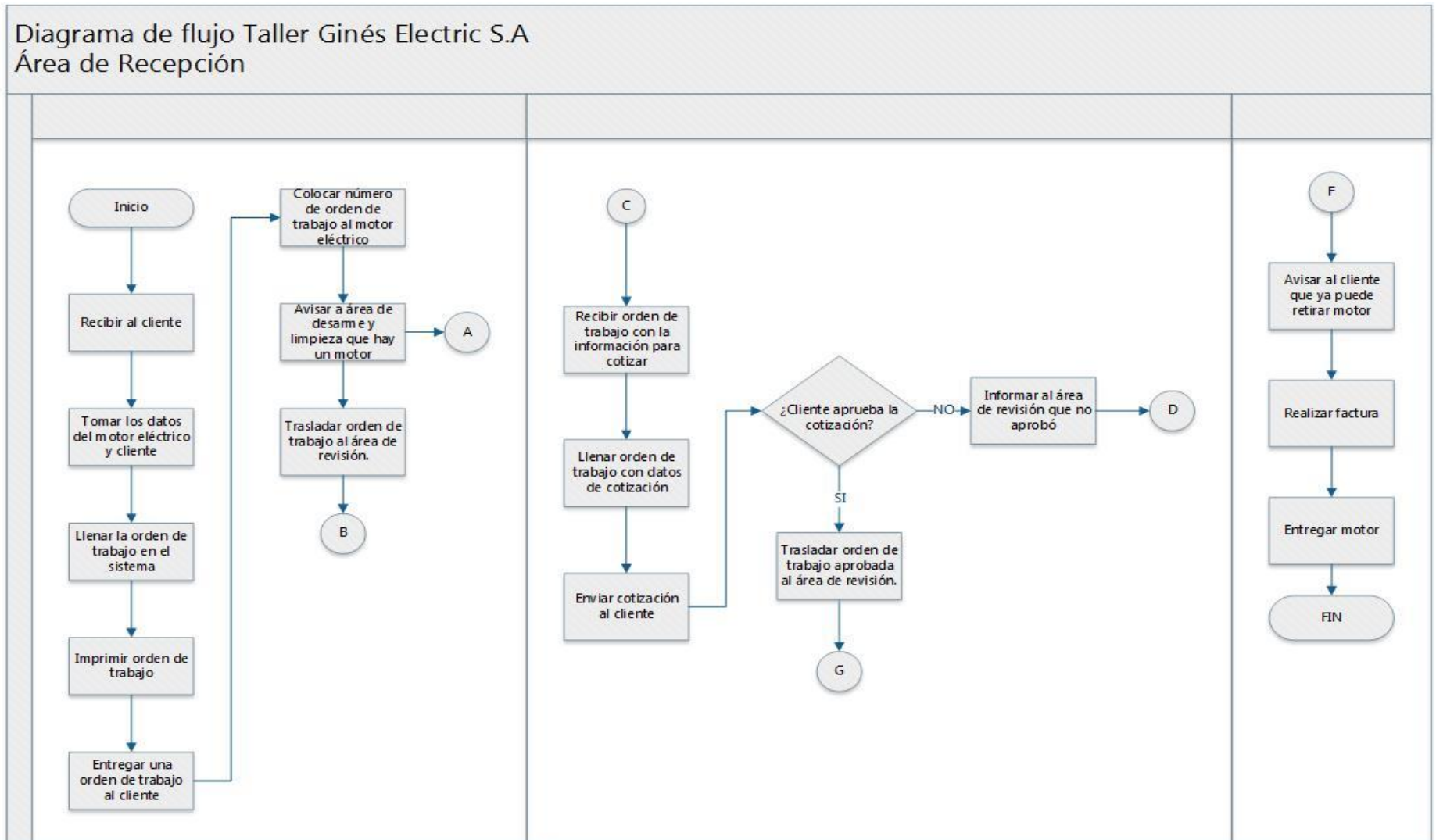
### **Diagrama de flujo**

De acuerdo con el diagrama de flujo, es un diagrama que fue elaborado, ya que la empresa no cuenta con un diagrama del flujo establecido para cada operación.

Al tener un diagrama de flujo establecido le permite a la empresa que todos los operarios o personal que esté relacionado con el proceso conozcan de manera clara los pasos que se deben de seguir para la reparación de los motores, funcionando de igual manera para los colaboradores que están en la compañía, así como para aquellos que son de nuevo ingreso, siendo más fácil el proceso de aprendizaje.

A continuación, se presentan los diagramas de flujo del proceso actual en el taller Ginés Electric. S.A por operación (ver imagen 6, 7, 8, 9 y 10).

Imagen 6 Diagrama de Flujo del Área de Recepción



Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

En el diagrama de flujo en el área de recepción (ver imagen 6), inicia con la llegada del cliente al taller, la recepcionista le toma los datos para llenar la orden de trabajo en el sistema, los datos que debe tomar son: el nombre completo, número de teléfono, correo electrónico, daño que presenta el motor y los datos del motor. Luego de esto imprime la orden de trabajo y se la entrega al cliente para que revise la información, si los datos se encuentran bien, se le entrega una copia y se coloca el número de orden de trabajo al motor eléctrico, esto para poder identificarlo dentro del proceso.

Al finalizar el proceso con el cliente, la recepcionista le avisa al ayudante del taller quién es el encargado de área de limpieza y pintura que hay un motor que se debe trasladar para iniciar su proceso. Al mismo tiempo, la recepcionista traslada la orden de trabajo a la oficina del jefe del taller para que este enterado que ya ingresó un nuevo motor a reparación.

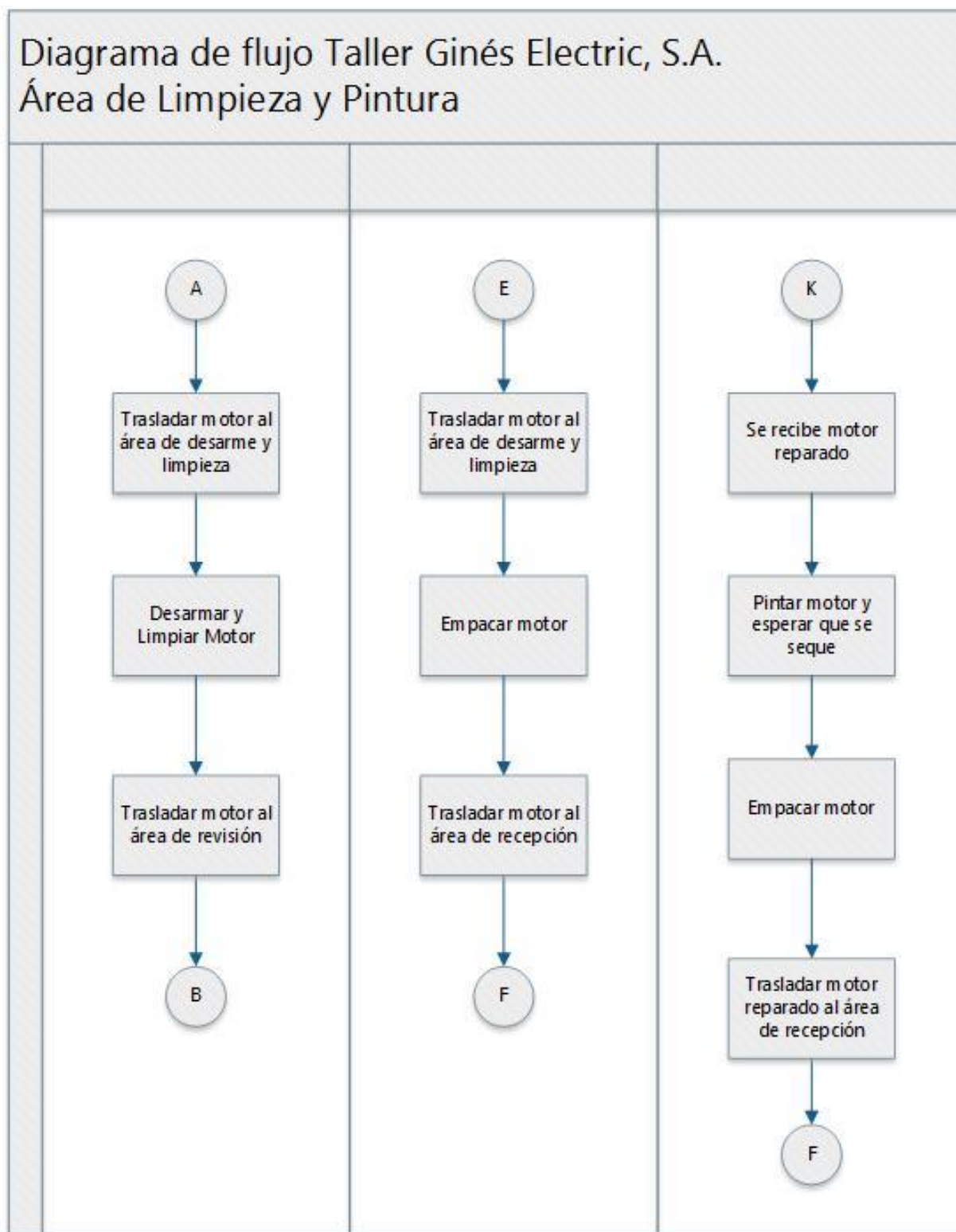
Cuando la recepcionista recibe la orden de trabajo completa con la información de la cotización, introduce esa información al sistema para generar la cotización y la envía al cliente vía correo electrónico. En esta parte entra una decisión, si el cliente repara o no el motor eléctrico.

Si el cliente aprueba la reparación, la recepcionista traslada la orden de trabajo aprobada a la oficina del jefe de taller para que se entere si la cotización fue aprobada o no.

Si el cliente no aprueba la reparación, la recepcionista avisa al área de limpieza y pintura que no aprobaron la cotización.

Al finalizar el proceso, si el cliente aprobó o no la reparación, la recepcionista debe avisar al cliente que está listo su motor para retirar, y realizar la factura, ya sea por revisión si no aprobaron la reparación o si es factura por reparación del motor.

**Imagen 7 Diagrama de flujo Área de limpieza y pintura**



Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

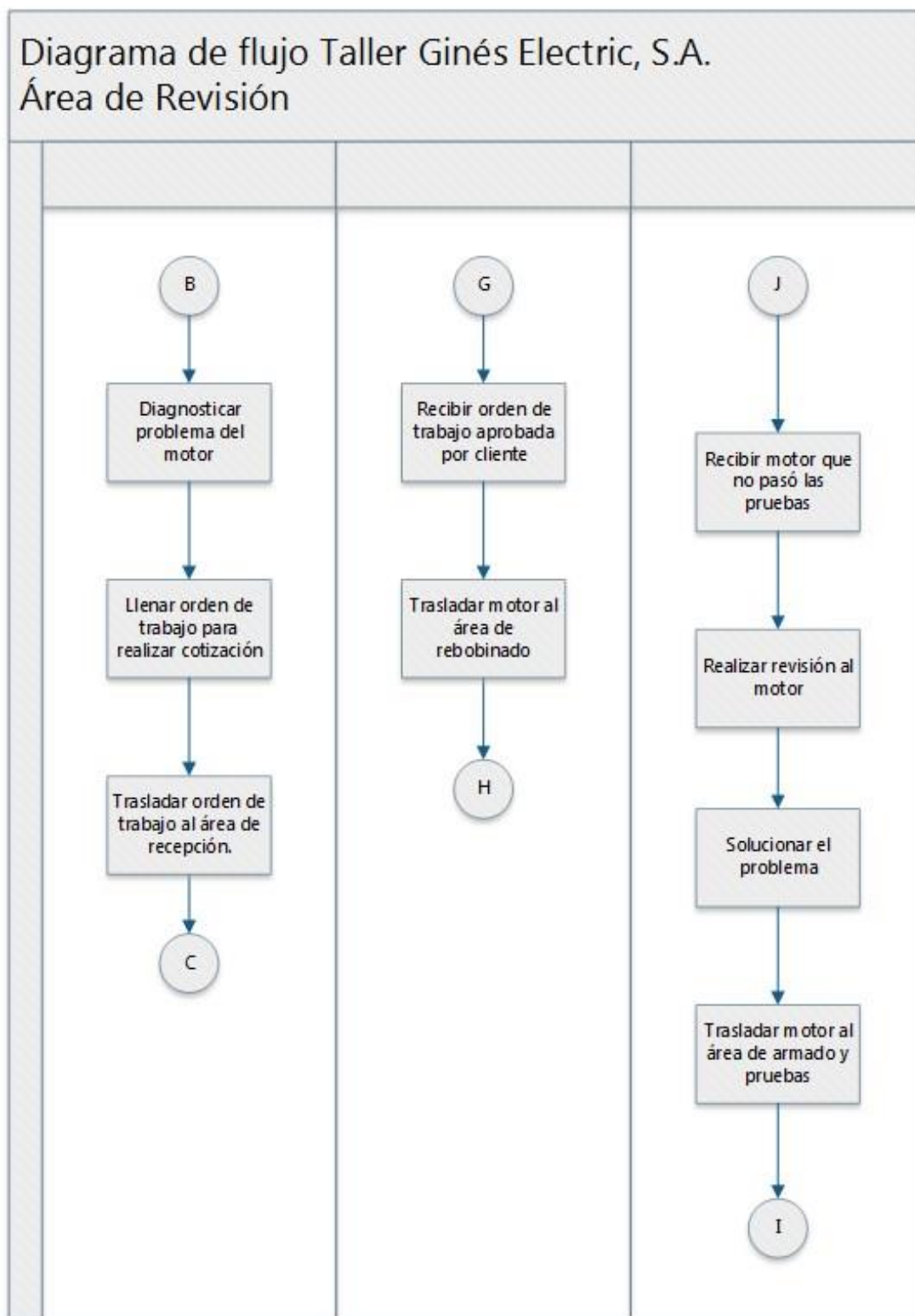
El diagrama de flujo del área de limpieza y pintura inicia cuando la recepcionista avisa que hay un motor en el área de recepción para trasladarlo, el ayudante de taller llega a recepción y realiza el traslado del motor a su área para desarmarlo y limpiarlo, al tenerlo listo, lo traslada al jefe de taller quien es el encargado de área de revisión.

Cuando la reparación del motor no ha sido aprobada, el área de armado y pruebas le avisa al ayudante de taller que hay un motor no aprobado y realiza el traslado a su área para empacarlo y realizar el traslado al área de recepción para su entrega al cliente.

Si el motor es reparado, el área de armado y pruebas lo traslada al área de limpieza y pintura, se pinta con pintura fast dry (secado rápido), se espera que seque y se realiza el empaque para trasladarlo al área de recepción.

Esta área también se encarga de pintar el motor reparado.

Cuando se habla de empacar el motor, lo que realiza el ayudante de taller es tomar plástico para paletizar y envolverlo en ese plástico.

**Imagen 8 Diagrama de Flujo Área de Revisión**

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

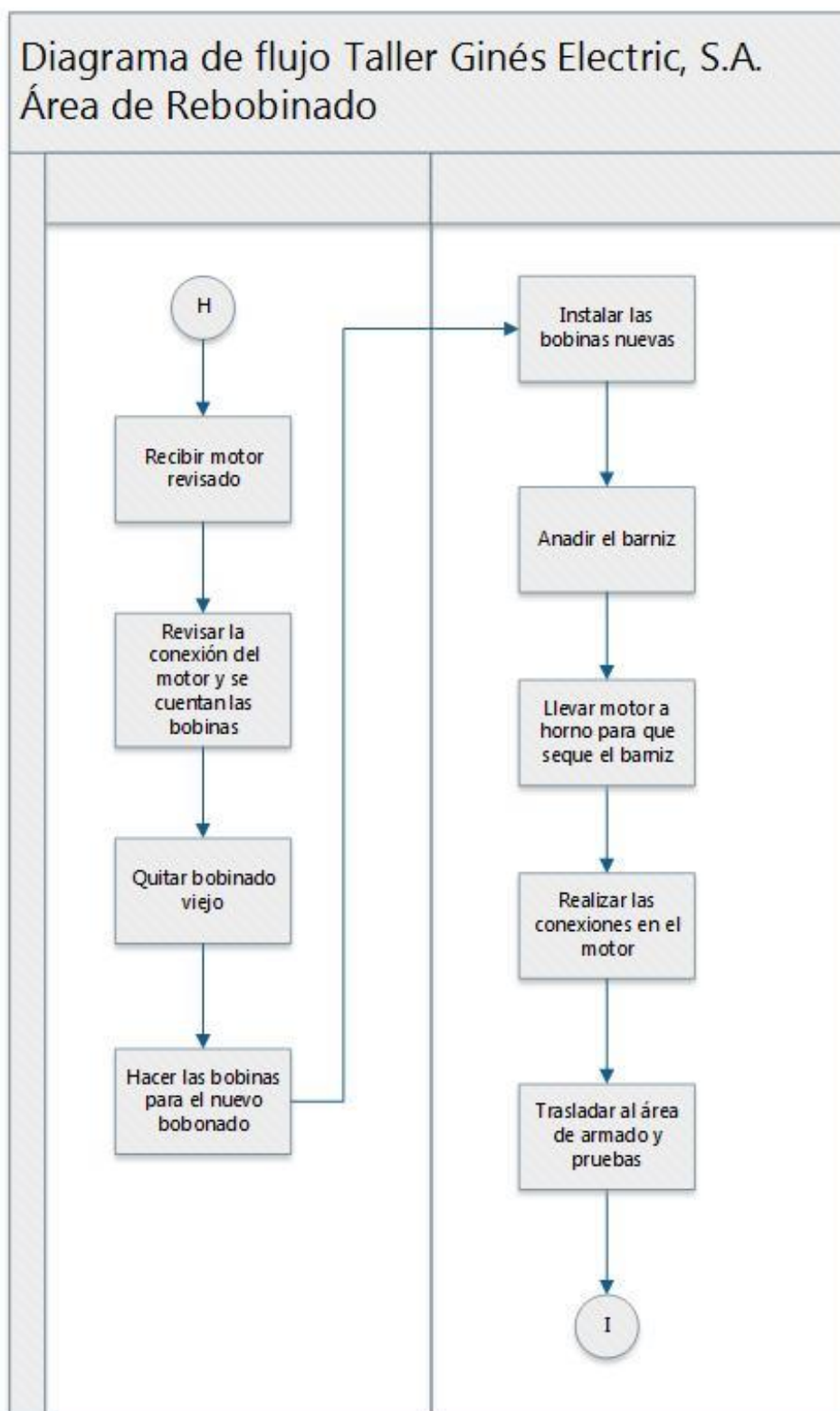
El diagrama de flujo en el área de revisión se encarga de diagnosticar el motor eléctrico, este diagnóstico es realizado por el jefe de taller, en la orden de trabajo el cliente explica lo que tiene y la recepcionista lo escribe, esto da una guía al jefe de taller para iniciar la revisión.

Luego de diagnosticar, llena la orden de trabajo con los datos que encontró y el costo de la reparación del motor eléctrico y traslada la orden de trabajo al área de recepción.

Luego de recibir la orden de trabajo aprobada, traslada el motor al área de rebobinado para que la encargada realice el proceso de rebobinado, las conexiones, barnizado y horneado del motor.

Cuando un motor reparado no pasa las pruebas de funcionamiento, se debe devolver al área de revisión para que el jefe de taller revise y averigüe que sucedió con este, cuando se soluciona el problema se traslada nuevamente al área de armado y pruebas.

Imagen 9 Diagrama de flujo Área de Rebobinado



Fuente: (Berrocal Loiza, 2020)

El área de rebobinado es el más importante en todo el proceso de reparación, ya que los motores que traen a reparación es para realizar el rebobinado de los mismos.

La persona encargada de este proceso es una mecánica, en el proceso se le identifica como Mecánico 1.

Su proceso inicia recibiendo el motor que el jefe de taller ya revisó, seguidamente toma los datos de la conexión que tiene el motor y la cantidad de bobinas. Luego debe quitar las bobinas que están quemadas y realizarlas nuevamente.

Para realizar las bobinas, el taller cuenta con una máquina para el conteo de las vueltas de estas; esta máquina funciona de manera manual, ya que el Mecánico 1, debe ir dando vueltas y esta tiene un contador en la parte superior, que le va indicando la cantidad de vueltas que lleva.

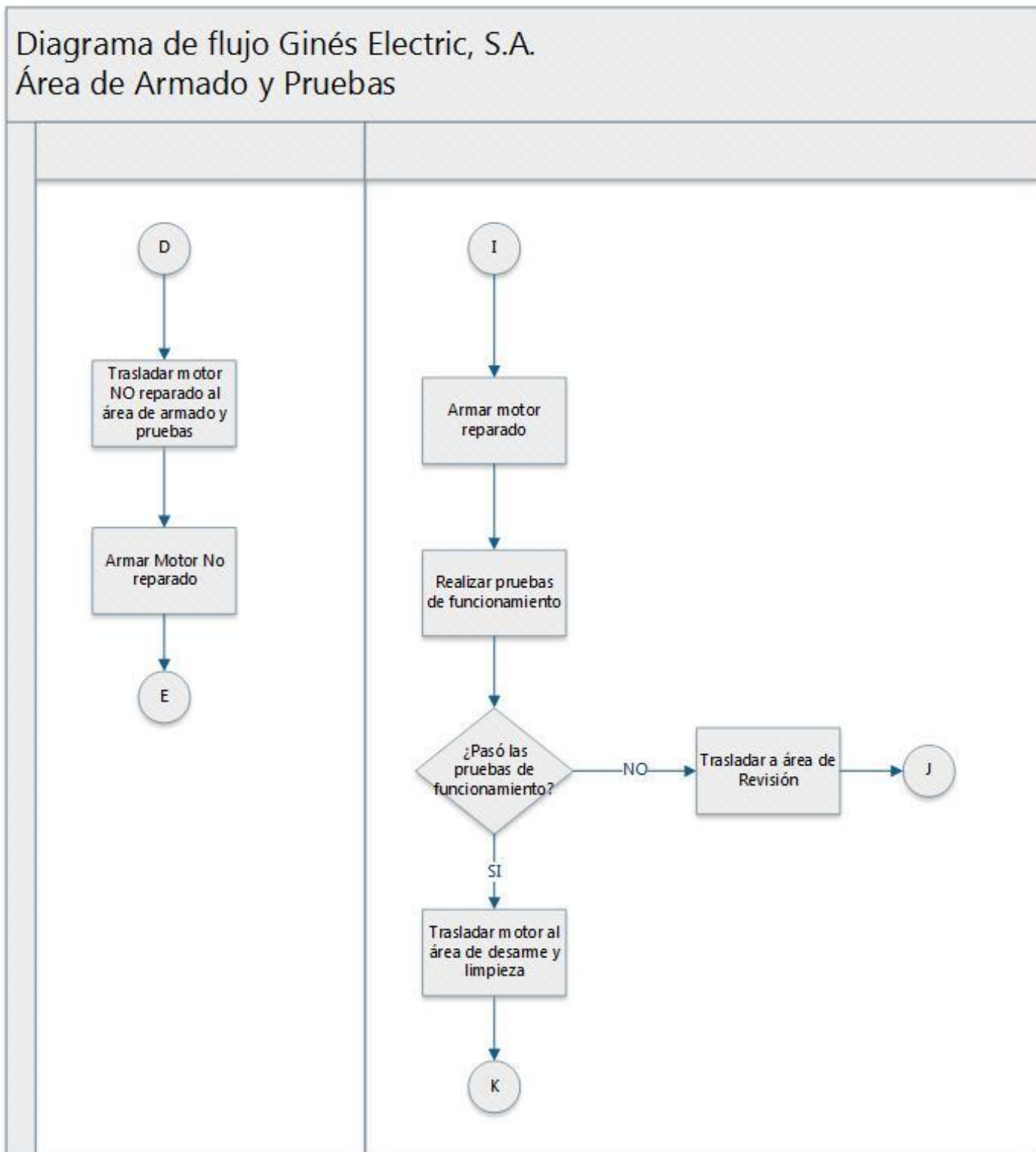
Al tener las bobinas realizadas, las instala al motor y le añade barniz, este es un barniz especial para bobinado.

Para que este barniz seque, se debe llevar el motor a un horno para que se cocine y se pegue en las bobinas.

Luego del secado del barniz la encargada con los apuntes realizados anteriormente de las conexiones, realiza las mismas al motor, de lo contrario el motor no va a funcionar.

Cuando ya esté listo el motor, el Mecánico 2 lo traslada al área de Armado y pruebas.

Imagen 10 Diagrama de Flujo Área de Armado y Pruebas



Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

El área de armado y pruebas es una de las últimas que visita el motor, cuando este no fue reparado porque el cliente no aprobó la cotización, esta solamente debe armar el motor y avisarle al ayudante de taller que ya lo puede empacar para su entrega.

Cuando el motor sí es reparado, pasa a esta área y se inicia con las pruebas de funcionamiento por el Mecánico 2.

Si no pasa las pruebas de funcionamiento, lo traslada al área de revisión. Si pasa las pruebas de funcionamiento, lo traslada al área de limpieza y pintura para que lo pinte y empaque.

Como se describe en los diagramas anteriores (ver imágenes 6, 7, 8, 9 y 109) se detalla más a fondo el proceso que tiene la reparación de los motores en el taller, teniendo en total, 2 decisiones y 50 operaciones, si se ve por área sería de la siguiente manera (ver tabla N°9).

**Tabla 9 Total de Operaciones en Proceso de Reparación**

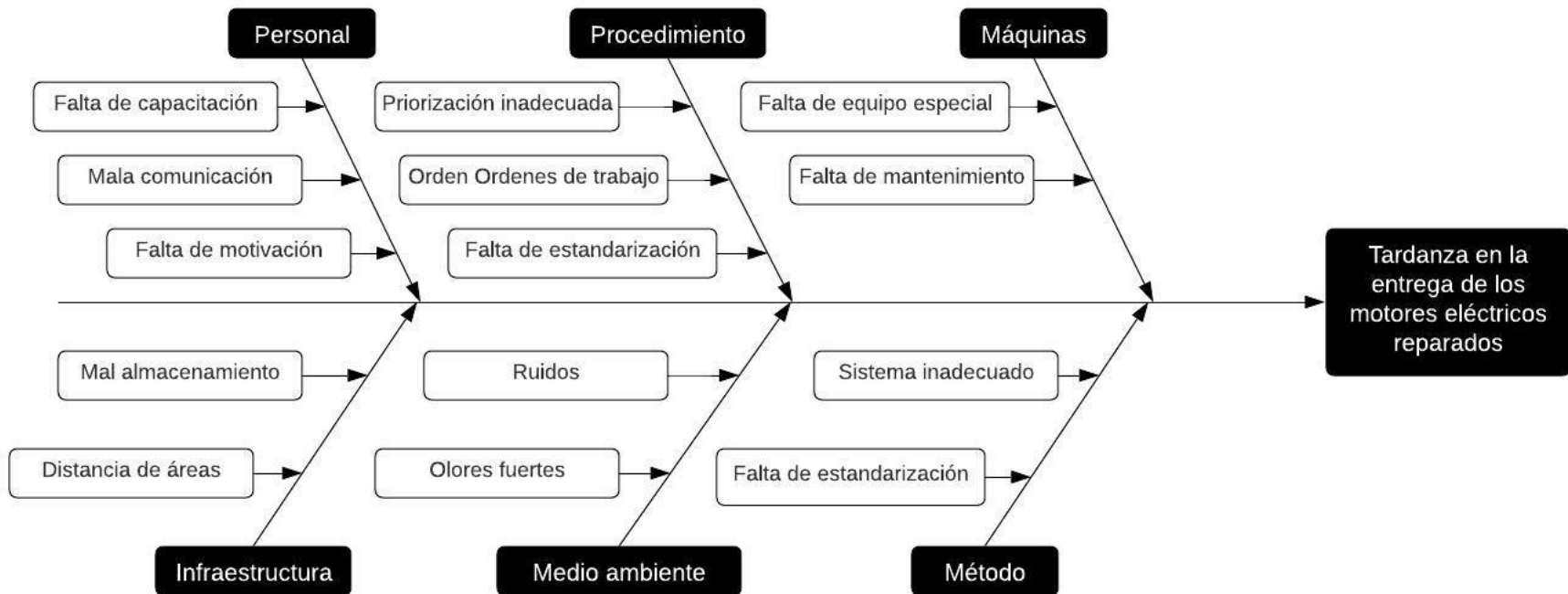
<b>Total de Operaciones en Proceso de reparación de motores en Taller Ginés Electric.</b>						
	Área					
	Recepción	limpieza y pintura	Revisión	Rebobinado	Armado y Pruebas	Total
<b>Decisión</b>	1	0	0	0	1	2
<b>Proceso</b>	16	10	9	9	6	50

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

### **Diagrama de Ishikawa**

Al realizar observación del proceso de reparación de rebobinado de los motores eléctricos y también poder conversar con el Sr Ginés Artavia sobre su taller y su funcionalidad, se realiza el siguiente diagrama de Ishikawa (ver imagen N° 11).

**Imagen 11 Diagrama de Ishikawa**



Fuente: (Berrocal Loiza, 2020)

La tardanza en la entrega de motores eléctricos reparados es un problema que afecta a la empresa Ginés Electric, esto se refleja en la cantidad de motores que tienen pendientes de repararse o los que tienen en proceso de reparación.

Analizando cada una de las ramas que se presentan en el Diagrama de Ishikawa (ver imagen N° 11), en el personal, la falta de capacitación y motivación no los deja tomar iniciativa para realizar el trabajo de una manera distinta y mucho mejor que ayuda a una fluidez de los trabajos. Hay una mala comunicación, ya que en algunos casos el jefe de taller no da las indicaciones correctas y se comenten errores en algún punto del proceso causando atrasos.

Con el procedimiento, no les dan una priorización adecuada a las órdenes de trabajo, según indica el Sr Ginés, Gerente del taller, ellos dan prioridad a los clientes VIP, si la persona de rebobinado tiene un motor en proceso, pero ingresa un motor de cliente VIP, deja de lado el motor que está en proceso para iniciar con el del cliente VIP. El taller no cuenta con un turno en las órdenes de trabajo, no va reparando como ingresa, como se indicó, es dependiendo del cliente. Uno de los puntos más importantes, es que no tienen estandarización en el proceso, se dura lo que se debe durar, la reparación en promedio debe durar 15 horas por motor, pero al no tener un estándar en el proceso se puede extender hasta 40 horas, es importante indicar que en algunas situaciones la reparación se complica, pero han sido casos muy escasos.

Con respecto a las máquinas, no cuentan con mucha tecnología, el trabajo de rebobinado es en su totalidad manual, en herramientas lo que se utiliza son taladros, destornilladores, sopladores, las mesas de trabajo que tienen un sistema de grúa para poder mover el motor y un tecla para mover los motores más pesados; aun así, esas herramientas mencionadas son las básicas para realizar la labor. Aparte de las pocas herramientas que tienen, no llevan un control de mantenimiento para su buen funcionamiento.

El conteo de las bobinas se realiza con una herramienta 90% manual, la encargada, debe dar vuelta a la máquina para que vaya contando las vueltas que necesita en las bobinas.

La infraestructura que tiene el taller es amplia, tiene mucho espacio, pero el taller tiene muchos motores en los pasillos, lo cual causa atrasos cuando se traslada el motor, porque puede toparse con algún motor que estorba en el pasillo, además de que es importante por seguridad de los colaboradores que los pasillos estén libres.

El almacenamiento de los motores listos, no reparados o en proceso, no tienen un lugar específico de acomodo, se encuentran por el área de revisión, el área de recepción o en los pasillos.

El medio ambiente se ve afectado porque cuando realizan el horneado del motor para que el barniz se seque, del horno salen fuertes olores que afecta a todo el taller, no tienen una salida de estos gases, si no, que quedan dentro del taller, ese es el más preocupante. Además de ese olor fuerte, se suma el de pintura, cuando el área de limpieza y pintura realiza la pintura de los motores que están reparados, aquí si hay una salida de aire, pero no es muy eficiente porque el olor se filtra a las otras áreas.

Y por último la rama del método, en esta rama también afecta la falta de estandarización y un sistema de información inadecuado, ya que la única persona que tiene acceso al sistema es el área de recepción, lo demás se realiza de manera manual, por medio de papel, esto también genera atrasos, porque es muy frecuente que los documentos se pierdan y no sepan que se le ha realizado al motor o por cuál área se encuentra.

### **Diagrama de Pareto**

Luego de realizar el diagrama de Ishikawa, para identificar por medio de una ponderación a cada causa se aplica un diagrama de Klee antes de realizar el diagrama de Pareto.

Para aplicar este diagrama de Klee se consultó con el Sr Ginés que porcentaje le daría a cada causa, teniendo la siguiente ponderación (ver tabla N°10);

Tabla 10 Diagrama de Klee

## Algoritmo de Klee y Pareto

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M		
Nota Empresa	25	25	25	25	50	50	50	25	25	50	25	25	50		
Nota de Investigadora	50	50	50	75	75	75	50	50	50	75	50	50	75		
Áreas	Falta de capacitación	Mala Comunicación	Falta de motivación	Priorización inadecuada	Orden en Ordenes de trabajo	Falta de Estandarización	Falta de equipo especial	Falta de mantenimiento al equipo	Mal almacenamiento	Distancia de áreas	Ruidos	Olores Fuertes	Sistema inadecuado	Sumatoria	Peso
Falta de capacitación		0,5	0,75	0,5	0,5	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	2,75	0,084
Mala Comunicación	0,5		0,5	0,75	0,5	0,25	0,25	0,25	0,25	0,75	0,25	0,25	0,25	2,75	0,084
Falta de motivación	0,5	0,25		0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	1,75	0,053
Priorización inadecuada	0,25	0,75	0,25		0,75	0,75	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,75	0,75	3	0,092
Orden en Ordenes	0,75	0,5	0,25	0,5		0,75	0,25	0,25	0,5	0,5	0,25	0,75	0,75	3	0,092

de trabajo																
Falta de Estandarización	0,25	0,25	0,25	0,75	0,75		0,5	0,25	0,25	0,75	0,25	0,25	0,75	2,75	0,084	F
Falta de equipo especial	0,5	0,25	0,5	0,25	0,25	0,25		0,5	0,25	0,25	0,5	0,5	0,25	2	0,061	G
Falta de mantenimiento al equipo	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5		0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	2	0,061	H
Mal almacenamiento	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5	0,5	0,25	0,25		0,5	0,25	0,25	0,75	2,25	0,069	I
Distancia de áreas	0,25	0,5	0,25	0,25	0,25	0,75	0,25	0,25	0,5		0,25	0,25	0,75	2,5	0,076	J
Ruidos	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5	0,25	0,25	0,25		0,25	0,25	2	0,061	K
Olores Fuertes	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,5	0,25	0,25	0,25	0,25		0,25	2	0,061	L
Sistema inadecuado	0,75	0,5	0,25	0,75	0,75	0,75	0,25	0,25	0,75	0,75	0,25			4	0,122	M
	4,75	4,5	4	5	5,25	5,25	4	3,25	4	5	3,25	3,25	5,5	32,75	1,000	

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

Luego de realizado el algoritmo de Klee, se presenta un cuadro de resumen con los datos anteriores (ver tabla N° 11),

**Tabla 11 Cuadro de Resumen algoritmo de Klee**

Calculo de datos		
Áreas	LETRA	Resultado
Falta de capacitación	A	105
Mala comunicación	B	105
Falta de motivación	C	67
Priorización inadecuada	D	172
Turno en órdenes de trabajo	E	344
Falta de estandarización	F	315
Falta de equipo especial	G	153
Falta de mantenimiento al equipo	H	76
Mal almacenamiento	I	86
Distancia de áreas	J	286
Ruidos	K	76
Olores fuertes	L	76
Sistema inadecuado	M	458
	Total	2319

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

Al tener las ponderaciones de cada una de las causas que pueden influir en la tardanza de la entrega de motores eléctricos reparados, se realiza el diagrama de Pareto; primeramente, se presenta la tabla de datos con el orden de las causas por su peso. (Ver tabla N° 12)

**Tabla 12 Datos Ordenados**

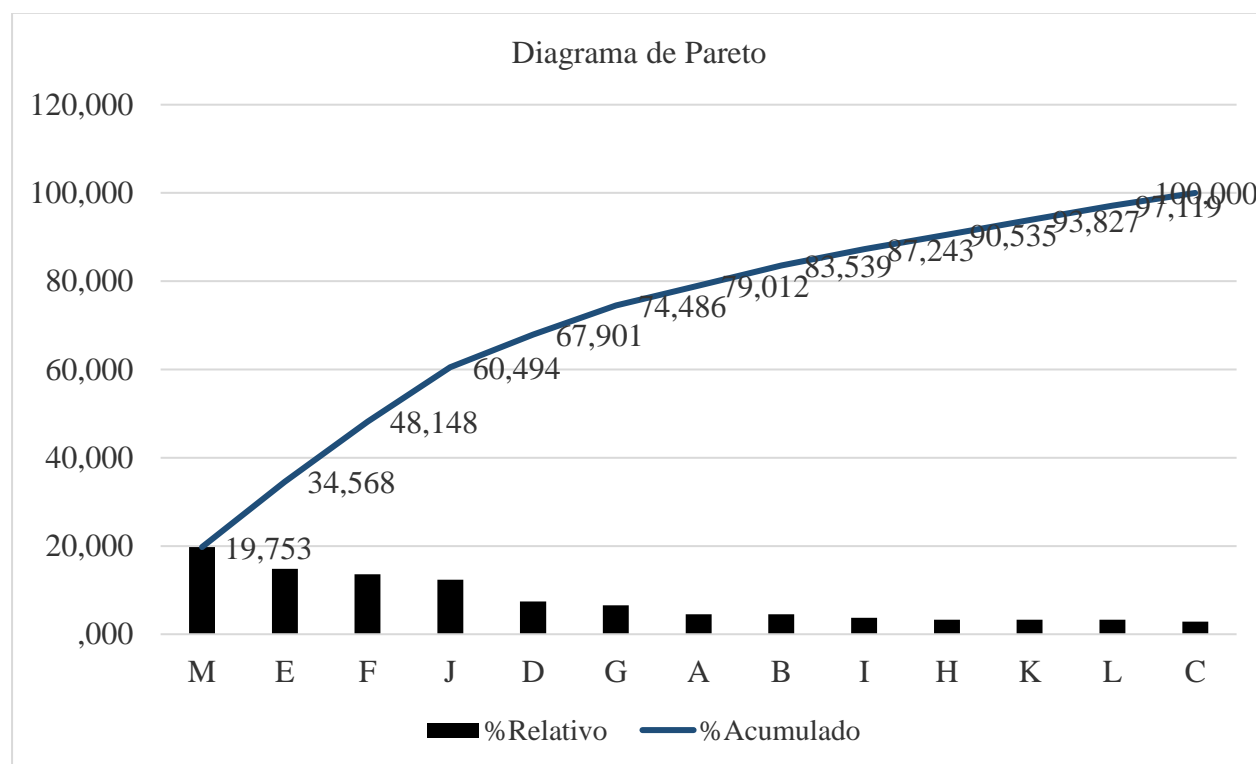
Datos Ordenados según su resultado				
	Áreas	Resultado	%Relativo	%Acumulado
<b>A</b>	M	458	19,75	19,75
	E	344	14,81	34,57
	F	315	13,58	48,15
	J	286	12,35	60,49
	D	172	7,41	67,90
	G	153	6,58	74,49
	A	105	4,53	79,01
<b>B</b>	B	105	4,53	83,54
	I	86	3,70	87,24

C	H	76	3,29	90,53
	K	76	3,29	93,83
	L	76	3,29	97,12
	C	67	2,88	100,00
	Total	2319	100	

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

Como se observa en la tabla N° 12, los datos están ordenados de mayor a menor, esto para poder identificar las causas que tienen mayor ponderación y así crear el diagrama (Ver figura N° 9).

**Figura 9 Diagrama de Pareto**



Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

Al realizar la ponderación de las causas se tiene: en el A del diagrama de Pareto las causas corresponde al sistema inadecuado (M), turno en las órdenes de trabajo (E), falta de estandarización (F), distancias de áreas (J), priorización inadecuada (D), falta de equipo especial (G), falta de capacitación (A), el total en porcentaje de esas causas es de 79,01%, por consiguiente se debe trabajar con 9 causas, la empresa no puede atacarlas todas de una sola vez, es por esto que se debe realizar un segundo análisis, siendo este un nuevo Klee y un nuevo Pareto para las Causas A.

Para las causas B del diagrama de Pareto, se llega al 93.83% y corresponden a: mala comunicación (B), mal almacenamiento (I), falta de mantenimiento al equipo (H), ruidos (K).

Y en las causas C, se completa el 100%, estas son: olores fuertes (L) y falta de motivación (C).

### **Diagrama de Pareto Causas A.**

Para realizar un análisis más profundo de las causas que afectan a la reparación de rebobinado de motores, se realiza un segundo diagrama de Klee y Pareto, esto para que el taller enfoque sus recursos a mejorar las causas más problemáticas, y como se mencionó anteriormente, no se pueden atacar todas las 7 causas de una vez.

En la siguiente tabla (ver tabla N°13) se muestra el diagrama de Klee para las causas A.

**Tabla 13 Diagrama de Klee (Causas A)**

**Algoritmo de Klee y Pareto**

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>		
Nota Empresa	25	50	25	50	25	25	25		
Nota Grupal	75	50	75	75	75	50	50		
Áreas	Sistema inadecuado	Orden en Ordenes de trabajo	Falta de Estandarización	Distancia de áreas	Priorización inadecuada	Falta de equipo especial	Falta de capacitación	Sumatoria	Peso
Sistema inadecuado		0,75	0,5	0,75	0,5	0,25	0,5	3,25	0,171
Turno en órdenes de trabajo	0,75		0,75	0,25	0,75	0,25	0,75	3,5	0,184
Falta de estandarización	0,75	0,75		0,75	0,5	0,25	0,25	3,25	0,171
Distancia de áreas	0,5	0,25	0,75		0,25	0,25	0,25	2,25	0,118
Priorización inadecuada	0,75	0,75	0,5	0,25		0,25	0,25	2,75	0,145
Falta de equipo especial	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25		0,25	1,5	0,079
Falta de capacitación	0,5	0,25	0,75	0,5	0,25	0,25		2,5	0,132
	3,5	3	3,5	2,75	2,5	1,5	2,25	19	1,000

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

La tabla de resumen del Diagrama de Klee se presenta a continuación; (ver tabla N°14)

**Tabla 14 Resumen Diagrama de Klee**

<b>Resumen Diagrama de Klee</b>		
<b>Áreas</b>	<b>LETRA</b>	<b>Resultado</b>
<b>Sistema inadecuado</b>	A	321
<b>Turno en órdenes de trabajo</b>	B	461
<b>Falta de estandarización</b>	C	321
<b>Distancia de áreas</b>	D	444
<b>Priorización inadecuada</b>	E	271
<b>Falta de equipo especial</b>	F	99
<b>Falta de capacitación</b>	G	164

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

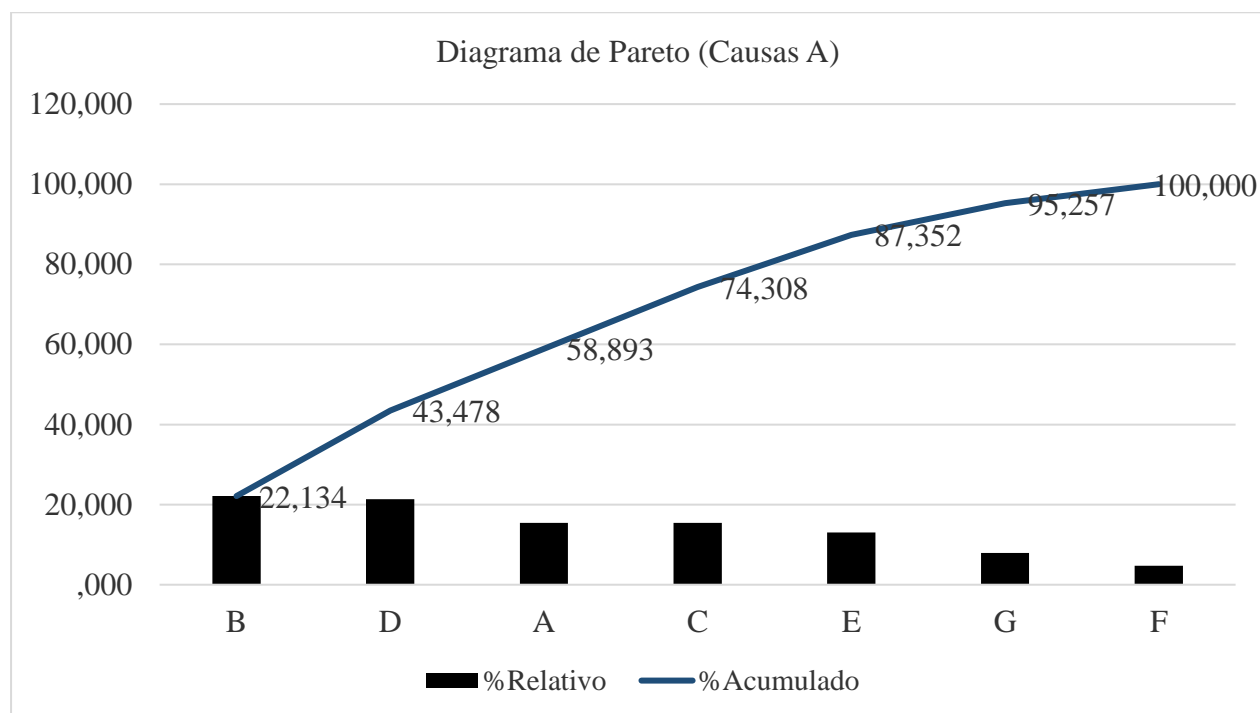
Al tener las ponderaciones las causas A, se realiza el diagrama de Pareto, primeramente, se presenta la tabla de datos con el orden de las causas por su peso. (Ver tabla N° 15)

**Tabla 15 Datos ordenados según su resultado (Causas A)**

<b>Datos Ordenados según su resultado</b>				
	<b>Áreas</b>	<b>Resultado</b>	<b>%Relativo</b>	<b>%Acumulado</b>
<b>A</b>	B	461	22,13	22,13
	D	444	21,34	43,48
	A	321	15,42	58,89
	C	321	15,42	74,31
<b>B</b>	E	271	13,04	87,35
	G	164	7,91	95,26
	F	99	4,74	100,00
	<b>Total</b>	<b>2081</b>	<b>100</b>	

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

Al tener las causas ordenadas y con su respectivo porcentaje, se realiza el diagrama de Pareto de la siguiente manera; (ver Figura N°10)

**Figura 10 Diagrama de Pareto (Causas A)**

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

Como se observa en el Diagrama de Pareto (ver figura N° 10) el 74.31% de las causas corresponden a Turno en órdenes de trabajo (B), Distancia de áreas (D), Sistema inadecuado (A), Falta de estandarización (C).

Al analizar cada causa de las causas A del diagrama de Pareto, en Turno en las órdenes de trabajo, se observó que el jefe de taller maneja las órdenes de trabajo en su oficina sobre el escritorio, pero sin ningún orden o turno; si alguna persona requiere un número en específico, debe buscar por todo el escritorio para encontrarla, en algunos casos las órdenes se pierden y le piden a la recepcionista que realice una reimpresión de la misma. Esto suma atrasos en el proceso.

La causa distancia de áreas, es importante que las distancias entre las áreas de trabajo no sea mucha, porque el recorrido del motor se alarga y esto suma minutos al proceso, además que por el peso de los motores el esfuerzo físico de los colaboradores es mayor; actualmente el taller presenta una distribución de planta deficiente, porque durante el proceso, el motor debe realizar muchos traslados para completar su reparación.

En sistema inadecuado se observó que solo una persona alimenta y tiene acceso al sistema, cuando el jefe de taller realiza la cotización en la orden de trabajo, lo efectúa en una hoja, si él tuviera acceso a este sistema puede hacer las anotaciones en el sistema para que sea más rápido, lo mismo sucede cuando se requiere consultar algún histórico o una orden de trabajo en específico, la recepcionista es quien tiene esa información, deben ir al área de recepción a solicitar los datos, si se tiene acceso, lo pueden consultar de inmediato quien lo necesite.

Y la última causa, falta de estandarización es muy notoria en todo el taller, no se tiene ninguna pauta, los precios los pone el gerente, sin realizar previo un análisis; las cotizaciones, como se mencionó anteriormente, se realizan en una hoja a pesar de tener un sistema donde se puede colocar la información; en el tiempo de proceso no hay tiempo estándar, esta causa es muy importante porque la estandarización ayudaría al orden del taller y no tener atrasos.

Luego de realizado el análisis, se determina que la empresa debe mejorar en estas primeras 4 causas para que su proceso sea más fluido y debe explotar las herramientas que ya tiene, por ejemplo, el sistema de información.

### **Estudio de tiempos**

En este estudio se analizarán las técnicas utilizadas para la toma de tiempos en el proceso del rebobinado de motores del Taller Ginés Electric, S.A.

El propósito de este estudio es la recolección de información que permita determinar las distintas variables numéricas que se analizan para puntualizar los factores que den paso a los puntos de mejora del proceso realizado, por ejemplo, los retrasos que puedan surgir en el proceso por traslados del motor eléctrico en proceso.

#### **Seleccionar operación y operario.**

Se selecciona proceso del rebobinado de motores eléctricos del Taller Ginés Electric, S.A, para establecer estándares de tiempos, ya que no cuenta con los tiempos establecidos en sus operaciones.

En relación con el operario, se selecciona un operario por operación, este es el personal calificado para cada proceso.

**Registrar información.**

Se realiza por medio de observación del proceso total, se toman apuntes de cada paso realizado por los operarios, la información se toma de los diagramas de flujo anteriormente descritos (ver imágenes N° 5, 6, 7, 8, y 9).

**Comprobar el método.**

El método actual utilizado en el taller se deja igual para la toma de tiempos, en este punto debido al tipo de actividad, la observación del método solo se puede realizar en una sola etapa debido a su naturaleza y nula repetición de la actividad.

**Determinar en ciclos o elementos.**

Se realiza el estudio de tiempos por elemento para cada operación, este comienza al inicio de la operación y termina hasta que concluya.

Para realizar la toma de tiempos por elementos, se divide cada operación de la siguiente manera (ver tabla N° 16)

**Tabla 16 División del Proceso en Ciclos**

<b>Ciclo 1 HP</b>	
<b>N°</b>	<b>Actividad</b>
1	Recepción de motor en área de recepción
2	Traslado del motor al área de limpieza y pintura
3	Desarmar y limpiar motor
4	Traslado de motor al área de revisión
5	Revisión de motor
6	Realizar Cotización y llevar orden de trabajo al área de recepción
7	Realizar y enviar cotización a cliente

8	Traslado de motor al área de rebobinado
9	Rebobinar motor
10	Realizar conexiones y barnizado del motor
11	Traslado de motor barnizado a horno
12	Horneado de motor
13	Traslado de motor al área de armado y pruebas
14	Armado y pruebas de motor
15	Solo armado (cliente no aprobó reparación)
16	Traslado de motor al área de limpieza y pintura
17	Pintar y empacar motor
18	Trasladar motor al área de recepción
19	Avisar a cliente que motor está listo
20	Facturar y entregar motor

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

### **Tamaño de la muestra**

Para determinar el tamaño de muestra se toma inicialmente una muestra de 10 observaciones, seguidamente se debe calcular el promedio, la desviación estándar y coeficiente de variación y sus fórmulas son las siguientes (ver figuras N° 11, 12 y 13):

**Figura 11 Fórmula para calcular el promedio**

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{n}$$

**Figura 12 Fórmula para calcular la desviación estándar**

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N}}$$

**Figura 13 Fórmula para calcular el coeficiente de variación**

$$cv = \frac{\sigma_x}{|\bar{x}|}$$

Para el nivel de confianza se trabaja con un 95% porque se tiene la confianza de que estas observaciones aleatorias representan ese porcentaje y por ende la precisión o error típico es de un 5%, se calcula la muestra utilizando la siguiente fórmula (ver figura N° 14):

**Figura 14 Fórmula para Tamaño de muestra**

$$N = \left( \frac{\frac{T_\alpha}{2} \times s}{K \times \bar{X}} \right)^2$$

Primeramente, se toma una muestra inicial de 10 tiempos, seguidamente se calcula el promedio, la desviación estándar y el coeficiente de variación, se obtienen los siguientes resultados de cada elemento del proceso de rebobinado de motores eléctricos (ver tablas N° 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36);

Tabla 17 Toma de tiempos Elemento A

<b>Elemento A: Recepción de motor en área de Recepción</b>	
<b>Actividad</b>	<b>Tiempo</b>
1	5,10
2	5,25
3	5,05
4	5,03
5	5,18
6	5,07
7	5,05
8	5,20
9	5,23
10	5,10
<b>Promedio</b>	5,13
<b>Desviación estándar</b>	0,08
<b>Coefficiente de variación</b>	1,59%

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

Tabla 18 Toma de tiempos Elemento B

<b>Elemento B: Traslado del motor al área de limpieza y pintura</b>	
<b>Muestra</b>	<b>Tiempo</b>
1	3,80
2	4,10
3	4,08
4	3,98
5	4,06
6	4,07
7	4,11
8	3,98
9	3,85
10	4,11
<b>Promedio</b>	4,01
<b>Desviación Estándar</b>	0,11
<b>Coefficiente de Variación</b>	2,76%

Nota: (Berrocal Loaiza, 2020)

**Tabla 19 Toma de tiempos Elemento C**

<b>Elemento C: Desarmar y limpiar motor</b>	
<b>Muestra</b>	<b>Tiempo</b>
<b>1</b>	44,30
<b>2</b>	44,20
<b>3</b>	44,35
<b>4</b>	44,20
<b>5</b>	44,50
<b>6</b>	44,28
<b>7</b>	44,15
<b>8</b>	44,20
<b>9</b>	44,55
<b>10</b>	44,18
<b>Promedio</b>	44,29
<b>Desviación estándar</b>	0,14
<b>Coefficiente de variación</b>	0,31%

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

**Tabla 20 Toma de Tiempos Elemento D**

<b>Elemento D: Traslado de motor al área de revisión</b>	
<b>Muestra</b>	<b>Tiempo</b>
<b>1</b>	44,30
<b>2</b>	44,20
<b>3</b>	44,35
<b>4</b>	44,20
<b>5</b>	44,50
<b>6</b>	44,28
<b>7</b>	44,15
<b>8</b>	44,20
<b>9</b>	44,55
<b>10</b>	44,18
<b>Promedio</b>	44,29
<b>Desviación estándar</b>	0,14
<b>Coefficiente de variación</b>	0,31%

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

**Tabla 21 Toma de tiempos Elemento E**

<b>Elemento E: Revisión de motor</b>	
<b>Muestra</b>	<b>Tiempo</b>
<b>1</b>	59,10
<b>2</b>	59,50
<b>3</b>	60,00
<b>4</b>	59,98
<b>5</b>	59,70
<b>6</b>	59,50
<b>7</b>	59,10
<b>8</b>	59,60
<b>9</b>	58,90
<b>10</b>	57,90
<b>Promedio</b>	59,33
<b>Desviación estándar</b>	0,62
<b>Coefficiente de variación</b>	1,05%

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

**Tabla 22 Toma de tiempos Elemento F**

<b>Elemento F: Realizar Cotización y llevar orden de trabajo al área de recepción</b>	
<b>Muestra</b>	<b>Tiempo</b>
<b>1</b>	4,98
<b>2</b>	4,50
<b>3</b>	3,75
<b>4</b>	5,10
<b>5</b>	4,85
<b>6</b>	4,90
<b>7</b>	5,25
<b>8</b>	5,60
<b>9</b>	6,10
<b>10</b>	5,65
<b>Promedio</b>	5,07
<b>Desviación estándar</b>	0,66
<b>Coefficiente de variación</b>	12,93%

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

**Tabla 23 Toma de tiempos Elemento G**

<b>Elemento G: Realizar y enviar cotización a cliente</b>	
<b>Muestra</b>	<b>Tiempo</b>
<b>1</b>	8,06
<b>2</b>	7,85
<b>3</b>	7,95
<b>4</b>	7,99
<b>5</b>	8,10
<b>6</b>	6,50
<b>7</b>	8,20
<b>8</b>	7,65
<b>9</b>	7,98
<b>10</b>	7,99
<b>Promedio</b>	7,83
<b>Desviación estándar</b>	0,49
<b>Coefficiente de variación</b>	6,25%

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

**Tabla 24 Toma de tiempos Elemento H**

<b>Elemento H: Traslado de motor al área de rebobinado</b>	
<b>Muestra</b>	<b>Tiempo</b>
<b>1</b>	3,50
<b>2</b>	3,50
<b>3</b>	3,20
<b>4</b>	4,10
<b>5</b>	3,60
<b>6</b>	3,48
<b>7</b>	3,98
<b>8</b>	3,50
<b>9</b>	3,20
<b>10</b>	2,99
<b>Promedio</b>	3,51
<b>Desviación estándar</b>	0,34
<b>Coefficiente de variación</b>	9,70%

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

**Tabla 25 Toma de tiempos Elemento I**

<b>Elemento I: Rebobinar motor</b>	
<b>Muestra</b>	<b>Tiempo</b>
<b>1</b>	339,30
<b>2</b>	340,10
<b>3</b>	350,00
<b>4</b>	339,45
<b>5</b>	335,10
<b>6</b>	320,10
<b>7</b>	337,40
<b>8</b>	340,65
<b>9</b>	390,00
<b>10</b>	360,75
<b>Promedio</b>	345,29
<b>Desviación estándar</b>	18,79
<b>Coefficiente de variación</b>	5,44%

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

**Tabla 26 Toma de tiempos Elemento J**

<b>Elemento J: Realizar conexiones y barnizado del motor</b>	
<b>Muestra</b>	<b>Tiempo</b>
<b>1</b>	15,25
<b>2</b>	15,10
<b>3</b>	15,08
<b>4</b>	15,14
<b>5</b>	14,98
<b>6</b>	15,07
<b>7</b>	15,12
<b>8</b>	15,26
<b>9</b>	15,10
<b>10</b>	15,09
<b>Promedio</b>	15,12
<b>Desviación estándar</b>	0,08
<b>Coefficiente de variación</b>	0,55%

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

**Tabla 27 Toma de tiempos Elemento K**

<b>Elemento K: Traslado de motor barnizado a Horno</b>	
<b>Muestra</b>	<b>Tiempo</b>
<b>1</b>	3,50
<b>2</b>	3,40
<b>3</b>	3,15
<b>4</b>	3,90
<b>5</b>	3,80
<b>6</b>	4,10
<b>7</b>	3,50
<b>8</b>	3,98
<b>9</b>	2,98
<b>10</b>	3,10
<b>Promedio</b>	3,54
<b>Desviación Estándar</b>	0,39
<b>Coefficiente de Variación</b>	11,08%

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

**Tabla 28 Toma de tiempos Elemento L**

<b>Elemento L: Horneado de motor</b>	
<b>Muestra</b>	<b>Tiempo</b>
<b>1</b>	60,00
<b>2</b>	60,00
<b>3</b>	60,00
<b>4</b>	60,00
<b>5</b>	60,00
<b>6</b>	60,00
<b>7</b>	60,00
<b>8</b>	60,00
<b>9</b>	60,00
<b>10</b>	60,00
<b>Promedio</b>	60,00
<b>Desviación estándar</b>	0,00
<b>Coefficiente de variación</b>	0,00%

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

**Tabla 29 Toma de tiempos Elemento M**

<b>Elemento M: Traslado de motor al área de armado y pruebas</b>	
<b>Muestra</b>	<b>Tiempo</b>
1	3,50
2	2,98
3	3,69
4	2,96
5	3,70
6	2,96
7	3,65
8	4,10
9	2,98
10	3,10
<b>Promedio</b>	3,36
<b>Desviación estándar</b>	0,42
<b>Coefficiente de variación</b>	12,35%

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

**Tabla 30 Toma de tiempos Elemento N**

<b>Elemento N: Armado y pruebas de motor</b>	
<b>Muestra</b>	<b>Tiempo</b>
1	61,10
2	60,99
3	67,50
4	69,10
5	62,05
6	61,90
7	60,50
8	59,98
9	61,05
10	61,03
<b>Promedio</b>	62,52
<b>Desviación estándar</b>	3,13
<b>Coefficiente de variación</b>	5,00%

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

**Tabla 31 Toma de tiempos Elemento Ñ**

<b>Elemento Ñ: Solo armado (cliente no aprobó reparación)</b>	
<b>Muestra</b>	<b>Tiempo</b>
<b>1</b>	18,50
<b>2</b>	18,65
<b>3</b>	17,98
<b>4</b>	18,25
<b>5</b>	19,01
<b>6</b>	19,10
<b>7</b>	18,65
<b>8</b>	18,33
<b>9</b>	18,45
<b>10</b>	18,69
<b>Promedio</b>	18,56
<b>Desviación estándar</b>	0,34
<b>Coficiente de variación</b>	1,82%

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

**Tabla 32 Toma de tiempos Elemento O**

<b>Elemento O: Traslado de motor al área de limpieza y pintura</b>	
<b>Muestra</b>	<b>Tiempo</b>
<b>1</b>	2,50
<b>2</b>	2,35
<b>3</b>	2,56
<b>4</b>	2,18
<b>5</b>	2,35
<b>6</b>	2,48
<b>7</b>	2,56
<b>8</b>	2,50
<b>9</b>	2,05
<b>10</b>	2,98
<b>Promedio</b>	2,45
<b>Desviación estándar</b>	0,25
<b>Coficiente de variación</b>	10,21%

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

**Tabla 33 Toma de tiempos Elemento P**

<b>Elemento P: Pintar y empacar motor</b>	
<b>Muestra</b>	<b>Tiempo</b>
<b>1</b>	23,99
<b>2</b>	24,05
<b>3</b>	23,98
<b>4</b>	23,94
<b>5</b>	24,01
<b>6</b>	23,98
<b>7</b>	24,05
<b>8</b>	24,10
<b>9</b>	23,97
<b>10</b>	23,60
<b>Promedio</b>	23,97
<b>Desviación estándar</b>	0,14
<b>Coficiente de variación</b>	0,57%

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

**Tabla 34 Toma de tiempos Elemento Q**

<b>Elemento Q: Trasladar motor al área de recepción</b>	
<b>Muestra</b>	<b>Tiempo</b>
<b>1</b>	4,10
<b>2</b>	4,02
<b>3</b>	3,98
<b>4</b>	4,10
<b>5</b>	4,25
<b>6</b>	4,10
<b>7</b>	3,98
<b>8</b>	3,99
<b>9</b>	3,95
<b>10</b>	4,10
<b>Promedio</b>	4,06
<b>Desviación estándar</b>	0,09
<b>Coficiente de variación</b>	2,23%

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

**Tabla 35 Toma de tiempos Elemento R**

<b>Elemento R: Avisar a cliente que motor está listo</b>	
<b>Muestra</b>	<b>Tiempo</b>
1	2,89
2	2,98
3	2,89
4	2,98
5	2,78
6	3,10
7	2,98
8	3,01
9	3,05
10	2,99
<b>Promedio</b>	2,97
<b>Desviación estándar</b>	0,09
<b>Coefficiente de variación</b>	3,06%

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

**Tabla 36 Toma de Tiempos Elemento S**

<b>Elemento S: Facturar y entregar motor</b>	
<b>Muestra</b>	<b>Tiempo</b>
1	7,05
2	6,85
3	6,95
4	6,99
5	7,10
6	6,50
7	7,20
8	6,65
9	6,98
10	6,99
<b>Promedio</b>	6,93
<b>Desviación estándar</b>	0,21
<b>Coefficiente de variación</b>	3,03%

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

Al tener todos los datos de coeficiente de variación de cada elemento del proceso de rebobinado de motores eléctricos, se escoge el elemento que tenga mayor porcentaje para realizar el cálculo del tamaño de muestra (ver tabla N° 37).

**Tabla 37 Resumen de coeficiente de variación**

<b>Cuadro de Resumen</b>	
<b>Coeficiente de variación</b>	
<b>Elemento A</b>	1,59%
<b>Elemento B</b>	2,76%
<b>Elemento C</b>	0,31%
<b>Elemento D</b>	0,31%
<b>Elemento E</b>	1,05%
<b>Elemento F</b>	12,93%
<b>Elemento G</b>	6,25%
<b>Elemento H</b>	9,70%
<b>Elemento I</b>	5,44%
<b>Elemento J</b>	0,55%
<b>Elemento K</b>	11,08%
<b>Elemento L</b>	0,00%
<b>Elemento M</b>	12,35%
<b>Elemento N</b>	5,00%
<b>Elemento Ñ</b>	1,82%
<b>Elemento O</b>	10,21%
<b>Elemento P</b>	0,57%
<b>Elemento Q</b>	2,23%
<b>Elemento R</b>	3,06%
<b>Elemento S</b>	3,03%

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

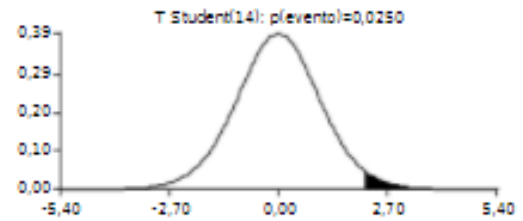
Según la tabla N°37, el elemento con mayor coeficiente de variación es el elemento F, siendo la operación “Realizar cotización y llevar orden de trabajo al área de recepción” del área de revisión.

Seguidamente, se debe ubicar el valor del nivel de confianza utilizando la tabla de distribución t de *Student* (ver imagen N°12),

### Imagen 12 Tabla de distribución t de Student

#### Tabla de distribución t de Student

En el margen superior se lee  $P(T \leq t)$  para los valores de  $t$  que figuran en el cuerpo de la tabla y en el margen izquierdo los grados de libertad ( $\delta$ ).



$\delta$	probabilidad				
	0,1	0,05	0,025	0,01	0,005
1	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657
2	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925
3	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841
4	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604
5	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032
6	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707
7	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499
8	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355
9	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250
10	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169

Fuente: (Salta, 2019)

En la imagen 8, se muestra el valor del nivel de confianza, siendo este 1.833.

Al tener todos los valores necesarios para utilizar la fórmula del tamaño de muestra, se realiza la sustitución (ver figura N° 15);

#### Figura 15 Cálculo de Tamaño de muestra

$$N = \left( \frac{1,833 \times 0,66}{0,05 \times 5,07} \right)^2 = 22,77$$

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

El total de la muestra es de 22.77 tomas de tiempos de cada elemento, al no poder realizar 0.77 tomas, se redondea a 23 tomas de tiempos por elementos.

Como ya se tomaron 10 tomas de tiempo, se deben realizar las restantes, las cuales corresponden a 13 tomas más.

Para este proyecto las observaciones que se van a realizar son 10 tomas de tiempos, esto porque no se puede visitar el taller por la emergencia nacional debido al Covid-19. La toma de tiempos mostrada fue tomada de históricos.

### **Toma y registro de datos.**

Los datos se tomaron de un dato histórico, para este dato se utilizó un cronometro acumulado, iniciando el tiempo desde que inicia el elemento hasta que termina el proceso.

El taller Ginés Electric, trabaja de lunes a sábado, con un horario de 7:00 am a 6:00 pm.

### **Valoración del ritmo de trabajo.**

Tomando en cuenta los comentarios brindados por el Gerente del Taller Ginés Electric, para este proyecto, la escala de valoración utilizada es de 0,75 siendo trabajo constante, 0,50 siendo trabajo lento.

Los factores que se tomaron en cuenta para la obtención de las calificaciones, fueron;

- Variaciones en la concentración mental, a la hora rebobinar el motor, el mecánico 1, debe estar verificando la conexión de cada bobina, si hay alguna distracción debe verificar nuevamente la conexión.
- En el área de revisión, el Jefe de Taller es de avanzada edad y los movimientos no son tan rápidos.

### **Tiempo normal.**

Para obtener el tiempo normal se necesita el tiempo observado por elemento y la valoración del ritmo de trabajo, al tener ambos valores se procede a calcular el tiempo normal. El tiempo observado que se va a utilizar es el promedio utilizado en el cálculo del tamaño de muestra para cada elemento.

A continuación, se presenta el cálculo del tiempo normal para cada elemento del proceso de rebobinado de motores eléctricos (ver tabla N° 38).

Tabla 38 Cálculo de tiempo normal

Elementos del proceso de rebobinado de motores eléctricos				
Elemento	Actividad	Promedio	Valoración	Tiempo Normal
A	Recepción de motor en área de recepción	5,13	0,75	3,84
B	Traslado del motor al área de limpieza y pintura	4,01	0,75	3,01
C	Desarmar y limpiar motor	44,29	0,75	33,22
D	Traslado de motor al área de revisión	4,99	0,75	3,74
E	Revisión de motor	59,33	0,50	29,66
F	Realizar cotización y llevar orden de trabajo al área de recepción	5,07	0,50	2,53
G	Realizar y enviar cotización a cliente	7,83	0,75	5,87
H	Traslado de motor al área de rebobinado	3,51	0,75	2,63
I	Rebobinar motor	345,29	0,75	258,96
J	Realizar conexiones y barnizado del motor	15,12	0,75	11,34
K	Traslado de motor barnizado a horno	3,54	0,75	2,66
L	Horneado de motor	60,00	0,75	45,00
M	Traslado de motor al área de armado y pruebas	3,36	0,75	2,52
N	Armado y pruebas de motor	62,52	0,75	46,89
Ñ	Solo armado (cliente no aprobó reparación)	18,56	0,75	13,92
O	Traslado de motor al área de limpieza y pintura	2,45	0,75	1,84
P	Pintar y empacar motor	23,97	0,75	17,98
Q	Trasladar motor al área de recepción	4,06	0,75	3,04
R	Avisar a cliente que motor está listo	2,97	0,75	2,22
S	Facturar y entregar motor	6,93	0,75	5,19

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

### Tolerancias

Al realizar la observación del proceso de rebobinado de motores eléctricos, se observaron ciertas tolerancias que se deben tomar en cuenta para este estudio de tiempos, siendo estas las siguientes (ver tabla N° 39),

**Tabla 39 Tolerancias**

<b>Tolerancias Motor 1 HP</b>			
<b>Suplemento</b>	Mecánico 1 (mujer)	Recepción	Jefe de Taller, Mecánico 2, ayudante de Taller
<b>Necesidades personales</b>	7%	7%	5%
<b>Fatiga básica</b>	4%	4%	4%
<b>Esfuerzo estático (de pie)</b>	4%	0%	2%
<b>Esfuerzo dinámico (10 kilos)</b>	5%	0%	3%
<b>Ruido</b>	2%	2%	2%
	22%	13%	16%

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

El área de rebobinado la tiene a cargo Mecánico 1, es una mujer, por eso es que tiene tolerancias distintas a los otros dos, el trabajo que ella realiza es siempre de pie, el movimiento de motores los realiza por medio de una mesa de trabajo que tiene ruedas.

En el área de recepción, también atiende una mujer, pero su trabajo lo efectúa en su mayoría sentada, no debe mover motores, pero el ruido del taller sí le afecta en sus labores, por ejemplo, cuando atiende el teléfono.

En las áreas de limpieza y pintura, revisión y armado y pruebas las tareas las realizan hombres, ellos tienen las mismas tolerancias que Mecánico 1.

### **Tiempo estándar**

Al tener todos los cálculos anteriores, se puede continuar con el tiempo estándar. Se muestra la tabla N° 40 con los resultados.

Tabla 40 Tiempo estándar

<b>Tiempo estándar del proceso de rebobinado de motores eléctricos</b>				
<b>Elemento</b>	<b>Actividad</b>	<b>Tiempo Normal</b>	<b>Tolerancias</b>	<b>Tiempo Estándar</b>
<b>A</b>	Recepción de motor en área de Recepción	3,84	0,13	4,34
<b>B</b>	Traslado del motor al área de Desarme y Limpieza	3,01	0,16	3,49
<b>C</b>	Desarmar y limpiar motor	33,22	0,16	38,53
<b>D</b>	Traslado de motor al área de revisión	3,74	0,16	4,34
<b>E</b>	Revisión de motor	29,66	0,16	34,41
<b>F</b>	Realizar Cotización y llevar orden de trabajo al área de recepción	2,53	0,16	2,94
<b>G</b>	Realizar y enviar cotización a cliente	5,87	0,13	6,63
<b>H</b>	Traslado de motor al área de rebobinado	2,63	0,16	3,05
<b>I</b>	Rebobinar motor	258,96	0,22	315,94
<b>J</b>	Realizar conexiones y barnizado del motor	11,34	0,22	13,83
<b>K</b>	Traslado de motor barnizado a Horno	2,66	0,22	3,24
<b>L</b>	Horneado de motor	45,00	0,22	54,90
<b>M</b>	Traslado de motor al área de armado y pruebas	2,52	0,22	3,08
<b>N</b>	Armado y pruebas de motor	46,89	0,16	54,39
<b>Ñ</b>	Solo armado (cliente no aprobó reparación)	13,92	0,16	16,15
<b>O</b>	Traslado de motor al área de desarme y limpieza	1,84	0,16	2,13
<b>P</b>	Pintar y empacar motor	17,98	0,16	20,85
<b>Q</b>	Trasladar motor al área de recepción	3,04	0,16	3,53
<b>R</b>	Avisar a cliente que motor está listo	2,22	0,13	2,51
<b>S</b>	Facturar y Entregar motor	5,19	0,13	5,87
		<b>Total Tiempo Estándar:</b>		<b>594,16</b>

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

**Razón de producción**

En la razón de producción se indica cuántos motores se realizan por minuto de producción dentro de cada elemento, ello da como resultado (ver tabla N° 41)

Tabla 41 Razón de producción

<b>Razón de Producción del Proceso de Rebobinado de Motores Eléctricos</b>			
<b>Elemento</b>	<b>Actividad</b>	<b>Tiempo Estándar</b>	<b>Razón de Producción</b>
<b>A</b>	Recepción de motor en área de recepción	4,34	0,2302
<b>B</b>	Traslado del motor al área de limpieza y pintura	3,49	0,2864
<b>C</b>	Desarmar y limpiar motor	38,53	0,0260
<b>D</b>	Traslado de motor al área de revisión	4,34	0,2306
<b>E</b>	Revisión de motor	34,41	0,0291
<b>F</b>	Realizar cotización y llevar orden de trabajo al área de recepción	2,94	0,3402
<b>G</b>	Realizar y enviar cotización a cliente	6,63	0,1508
<b>H</b>	Traslado de motor al área de rebobinado	3,05	0,3279
<b>I</b>	Rebobinar motor	315,94	0,0032
<b>J</b>	Realizar conexiones y barnizado del motor	13,83	0,0723
<b>K</b>	Traslado de motor barnizado a horno	3,24	0,3086
<b>L</b>	Horneado de motor	54,90	0,0182
<b>M</b>	Traslado de motor al área de armado y pruebas	3,08	0,3251
<b>N</b>	Armado y pruebas de motor	54,39	0,0184
<b>Ñ</b>	Solo armado (cliente no aprobó reparación)	16,15	0,0619
<b>O</b>	Traslado de motor al área de limpieza y pintura	2,13	0,4690
<b>P</b>	Pintar y empacar motor	20,85	0,0480
<b>Q</b>	Trasladar motor al área de recepción	3,53	0,2833
<b>R</b>	Avisar a cliente que motor está listo	2,51	0,3980
<b>S</b>	Facturar y entregar motor	5,87	0,1704

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

Al realizar el análisis del estudio de tiempos, primeramente, se obtiene el total del tiempo estándar utilizando un histórico sobre el proceso de reparación de los motores especiales que el taller recibe para su reparación, al tener estos datos se utiliza la información aprendida en los cursos llevados para calcular la muestra que se necesita.

Por la situación que atraviesa el país con la emergencia del Covid-19, la muestra que se va a utilizar es del histórico obtenido, en este caso corresponde a 10 observaciones por cada elemento.

Estos datos sirvieron para se realizará el cálculo del tiempo estándar para la empresa.

Como se comenta anteriormente, la empresa presente atrasos en los tiempos de entrega de los motores, porque no se cuenta con un tiempo establecido por cada elemento, al tener el tiempo

estándar se puede obtener cuánto la empresa tarda en la reparación de cada motor, en la tabla N° 42, se muestra esta comparación.

**Tabla 42 Tiempo total en reparación con tiempo estándar**

<b>Elemento</b>	<b>Actividad</b>	<b>Tiempo Estándar</b>
<b>A</b>	Recepción de motor en área de recepción	4,34
<b>B</b>	Traslado del motor al área de limpieza y pintura	3,49
<b>C</b>	Desarmar y limpiar motor	38,53
<b>D</b>	Traslado de motor al área de revisión	4,34
<b>E</b>	Revisión de motor	34,41
<b>F</b>	Realizar cotización y llevar orden de trabajo al área de recepción	2,94
<b>G</b>	Realizar y enviar cotización a cliente	6,63
<b>H</b>	Traslado de motor al área de rebobinado	3,05
<b>I</b>	Rebobinar motor	315,94
<b>J</b>	Realizar conexiones y barnizado del motor	13,83
<b>K</b>	Traslado de motor barnizado a horno	3,24
<b>L</b>	Horneado de motor	54,90
<b>M</b>	Traslado de motor al área de armado y pruebas	3,08
<b>N</b>	Armado y pruebas de motor	54,39
<b>Ñ</b>	Solo armado (cliente no aprobó reparación)	16,15
<b>O</b>	Traslado de motor al área de limpieza y pintura	2,13
<b>P</b>	Pintar y empacar motor	20,85
<b>Q</b>	Trasladar motor al área de recepción	3,53
<b>R</b>	Avisar a cliente que motor está listo	2,51
<b>S</b>	Facturar y entregar motor	5,87
<b>Total en minutos</b>		594,16
<b>Total en horas</b>		9,90

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

Según la tabla N° 42, el taller tarda con cada motor 9,90 horas para realizar todo el proceso de reparación de rebobinado.

### **Rutas del proceso**

Teniendo en cuenta el diagrama de flujo y el estudio de tiempos, se puede determinar el tiempo total del proceso; dependiendo de la ruta que tome el producto, en este proceso se pueden tener 3 rutas distintas:

- Ruta 1, donde el proceso se realiza de manera normal, sin ningún retraso.
- Ruta 2, cuando el cliente no aprueba la reparación del motor
- Y ruta 3, es cuando el motor no pasa las pruebas y debe haber un reproceso de reparación.

A continuación, se muestra las tablas de los tiempos dependiendo de las rutas, el horario del taller es de lunes a sábado de 7:00a.m. a 6:00 p.m., se toma media hora de almuerzo, 15 minutos para desayuno y 15 minutos de café en la tarde.

Con el estudio de tiempos y el diagrama de flujo, se calcula el tiempo para cada una de las áreas, es importante aclarar que el tiempo que se utiliza es el tiempo estándar. (Ver tabla N° 43)

**Tabla 43 Tiempo total en Ruta 1**

<b>Ruta 1</b>	<b>Total (min)</b>
Área de recepción	19,36
Área de limpieza y pintura	70,74
Área de revisión	40,40
Área de rebobinado	387,91
Área de armado y pruebas	59,60
<b>Total del proceso (min)</b>	<b>578,01</b>

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

Para la ruta 1 se toma 664.34 minutos realizar el proceso de reparación de rebobinado de motores sin ningún tipo de retraso.

Para la ruta 2 se obtienen los siguientes tiempos por área, recordando que la ruta 2 es cuando el cliente no aprueba el motor. (Ver tabla N° 44)

**Tabla 44 Tiempo total en Ruta 2**

<b>Ruta 2</b>	<b>Total (min)</b>
Área de recepción	19,36
Área de limpieza y pintura	49,89
Área de revisión	40,40
Área de Rebobinado	0,00
Área de armado y pruebas	16,15
<b>Total del proceso (min)</b>	<b>125,80</b>

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

Para la ruta 2 se toma un total de 166.65 minutos, en esta ruta el área de limpieza y pintura no realiza la pintura del motor, el área de rebobinado no tiene tiempo porque el motor no se repara y el área de armado y pruebas, solo arma el motor.

En la ruta 3 se obtienen los siguientes tiempos. (Ver tabla N° 45)

**Tabla 45 Tiempo total en Ruta 3**

<b>Ruta 3</b>	<b>Total (min)</b>
Área de recepción	19,36
Área de limpieza y pintura	70,74
Área de revisión	74,81
Área de rebobinado	387,91
Área de armado y pruebas	117,07
<b>Total del proceso (min)</b>	<b>669,89</b>

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

En la ruta 3 se toma un total de 789.55 minutos, en esta ruta el área de revisión y área de armado y pruebas deben realizar un reproceso porque el motor no pasó las pruebas de funcionamiento.

### **Distribución y localización de planta**

#### **Tipo de distribución.**

El taller de servicio Ginés Electric cuenta con tipo de distribución por producto, aunque el motor en algunas ocasiones es pesado, es un proceso en el que el producto es el que se mueve a lo largo de cada área para ser reparado.

El taller ofrece una mesa de trabajo con rodines para que al momento de trasladar el motor no sea complicado para el mecánico o utilice mucho esfuerzo para moverlo.

Como se ha mencionado anteriormente, el motor debe pasar por 5 áreas para su reparación total, primeramente, el área de recepción donde se recibe el motor, luego es trasladado a la segunda área de limpieza y pintura, donde se desarma y se limpia, se traslada a la número tres, área de revisión donde se diagnostica, después se traslada a la cuarta área de rebobinado donde se repara parte del motor, se traslada al área número cinco, siendo el de armado y pruebas, el motor se arma y para finalizar se devuelve al área de limpieza y pintura para que lo pinten y empaquen.

## **Factores que afectan la distribución de planta.**

### ***Material.***

El Taller Ginés Electric cuenta con el factor Material, desde materias primas, material entrante, en proceso hasta aquel de desecho. El utilizado constituye la materia prima para la reparación de los motores eléctricos.

El principal material del taller de servicio es el cable de cobre, este es el que se utiliza para realizar las bobinas de los motores, sin este no se pueden reparar los motores eléctricos. Seguidamente los materiales que le siguen es el barniz para el bobinado, la soldadura que se utiliza para realizar las conexiones del motor, además de la pintura, entre otros.

### ***Maquinaria.***

La maquinaria que utiliza el Taller de servicio es casi nula, porque el trabajo en su mayoría es de tipo manual, para lo cual utiliza en su mayor parte herramientas de mano, como destornilladores, martillos, mazos, alicata, entre otros.

Dentro de la maquinaria, se utiliza un contador de vueltas de bobina o bobinadora, la cual se considera como equipo liviano porque solo se debe colocar el cable de cobre y dar vueltas para que vayan contando. Además, se utiliza un horno en el cual se pone a “cocinar” el bobinado del motor con el barniz que se le debe colocar con el fin de que este se adhiera correctamente a las vueltas de cobre.

El taller cuenta con una Pistola a presión tanto para la limpieza de los motores como para pintarlos en aerosol al terminar la reparación de los motores y cuenta con un tecla para poder mover los motores de mayor peso.

### ***Mano de Obra.***

El personal corresponde al factor más flexible, pues se adapta a cualquier distribución, se le puede trasladar y entrenar para nuevas operaciones.

El Taller Ginés Electric cuenta con un total de 5 colaboradores, los cuales están asignados a una función específica

Se cuenta con un jefe de taller con muchos años de experiencia que se encarga de hacer la revisión preliminar y el diagnóstico del motor, también una operaria se encarga de toda la parte de bobinado

de motores, solo ella se encarga del rebobinado de todos los motores que ingresan al taller, otro de los técnicos se encarga de armar el motor una vez reparado y el ayudante de taller quien realiza la limpieza y pintura.

### ***Movimiento.***

El movimiento dentro del taller si se refiere a los colaboradores es particularmente poco, en el caso del motor, es lo que más se mueve dentro del taller, pues es el que pasa por todas las áreas de trabajo, sin embargo, el taller cuenta con bodegas donde se almacena la materia prima para la reparación de los motores. Dentro del material con mayor movimiento son las carruchas de cobre que se mueven a bodega y a la estación de bobinado.

Dentro del equipo para contener el material se encuentran estantes, mesas de trabajo y soportes metálicos.

Igualmente se nota que existen movimientos dentro del proceso que requieren ser eliminados para alcanzar el modo más conveniente y económico de realizar cada operación, además de la seguridad para los colaboradores.

### ***Cambio.***

El cambio en general es un factor que siempre va a estar presente para cualquier empresa, industria y no es diferente para el taller Ginés Electric, por lo tanto, se deben tomar en cuenta elementos básicos como lo son la maquinaria, recurso humano y materiales. Para el taller es necesario diseñar un método flexible que se adapte a los cambios y además cumpla con los requerimientos de economía.

### ***Edificio.***

El edificio es el factor que recubre la actividad en general del taller, de los operarios, máquinas y materia prima. En el edificio se cuenta con instalaciones para transporte y un patrón de flujo dentro de la planta, estaciones de trabajo, bodegas, áreas de espera, servicios sanitarios y oficinas.

El edificio cuenta con un amplio terreno con parqueo, oficinas administrativas, áreas por donde pasa el motor en sus distintas etapas de reparación, algunas alejadas; sin embargo, no cuenta con áreas demarcadas, áreas de seguridad y principalmente cuentan con un horno en una de las salas del edificio donde ponen los motores a secar una vez se ha barnizado el bobinado, lo que hace que

se expandan reacciones químicas en el aire que llega a todas las áreas del taller y expone la salud de todo el personal.

### **Plano de distribución de planta**

El edificio del taller Ginés cuenta con dos partes en su edificio, una de ellas es el taller y la otra corresponde a ventas de otros equipos que no tiene relación con la parte del taller de servicio, la planta está constituida por: (ver imagen N°13)

- Área de recepción
- Oficina de taller
- Área de limpieza y pintura de motores
- Bodegas de taller
- Área de trabajo de jefe de taller
- Área de rebobinado
- Área donde se realizan las bobinas
- Área de pruebas y armado
- Área de horneado

Imagen 13 Plano del Taller Ginés Electric.



Fuente: (Berrocal Loiza, 2020)

## Análisis P-Q

Como se ha indicado en esta tesis, el proceso que se analiza es el de reparación de rebobinado de motores eléctricos, con este análisis se obtiene el tipo de distribución que tiene el taller de servicio.

Se divide el proceso en familias, con ello la familia de las áreas con su unidad de medida en m<sup>2</sup> (metros cuadrados) y la de traslados con la unidad de medida de tiempos en minutos.

A continuación, se presenta el análisis P-Q de las áreas; (ver tabla N° 46)

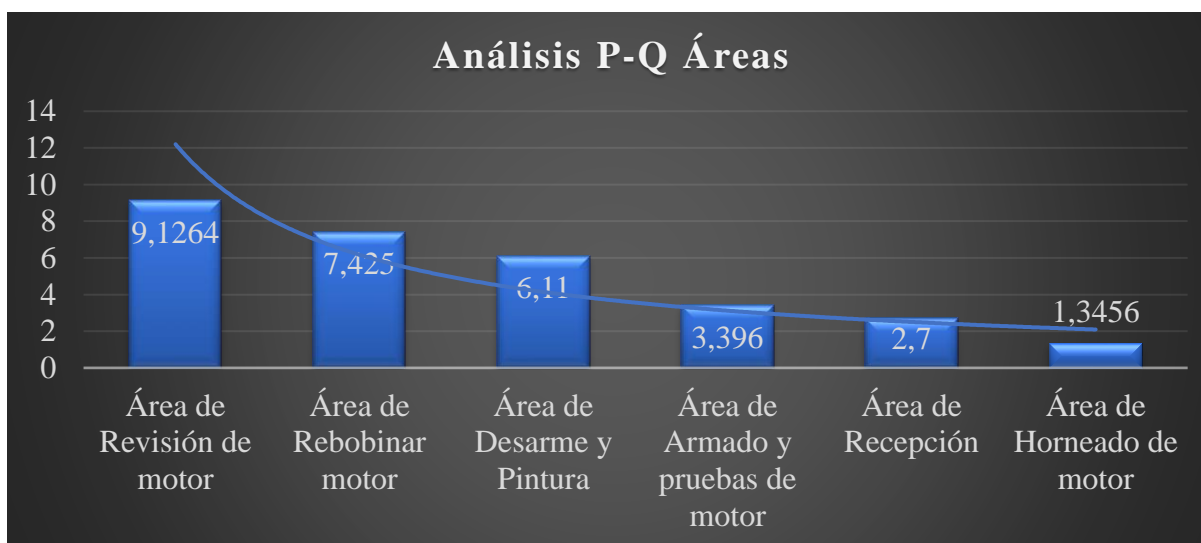
**Tabla 46 Análisis P-Q Áreas**

Operación	Atención	Cantidad
Área de revisión de motor	m2	9,1264
Área de rebobinar motor	m2	7,425
Área de desarme y pintura	m2	6,11
Área de armado y pruebas de motor	m2	3,396
Área de recepción	m2	2,7
Área de horneado de motor	m2	1,3456

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

La información que se coloca en la tabla N° 43 se toma del plano, se tiene cada área por donde pasa el motor con su medida en m<sup>2</sup>, con estos datos se realiza el diagrama para analizar la distribución que presenta. (Ver figura 16)

**Figura 16 Diagrama Análisis P-Q Áreas**



Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

En la figura N° 16, se observa la línea de tendencia curva y poco pronunciada, esto quiere decir que la distribución es por proceso, que el producto va pasando a cada área para ser reparado.

Se realiza el análisis de la familia por traslados- (Ver tabla N° 47)

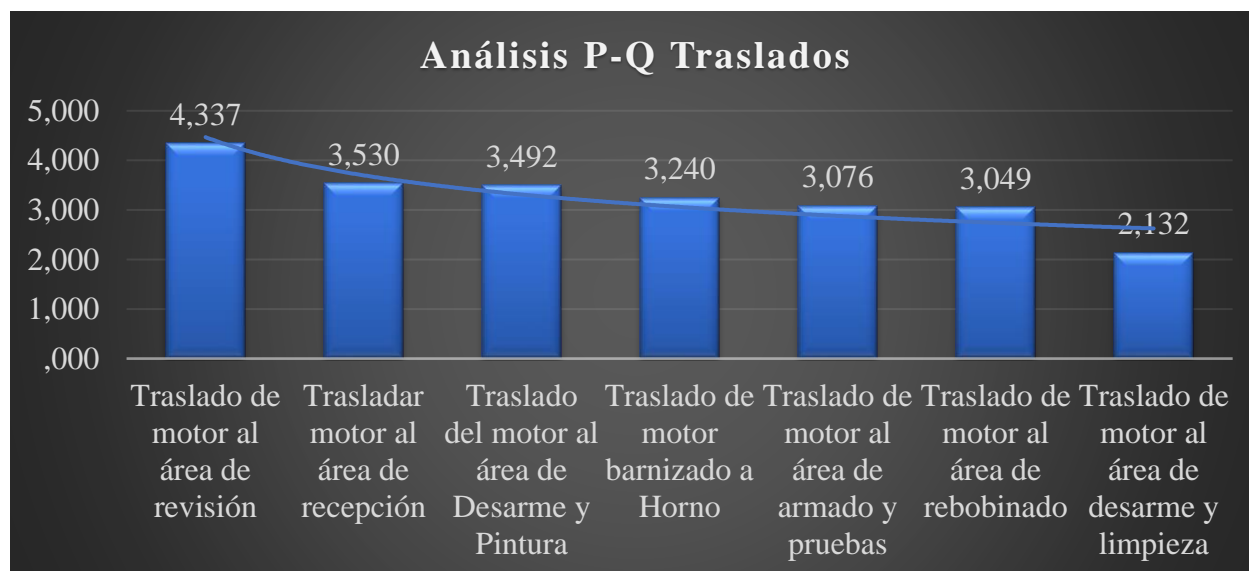
**Tabla 47 Análisis P-Q Traslados**

Operación	Atención	Cantidad
Traslado de motor al área de revisión	Tiempo	4,34
Trasladar motor al área de recepción	Tiempo	3,53
Traslado del motor al área de limpieza y pintura	Tiempo	3,49
Traslado de motor barnizado a horno	Tiempo	3,24
Traslado de motor al área de armado y pruebas	Tiempo	3,08
Traslado de motor al área de rebobinado	Tiempo	3,05
Traslado de motor al área de limpieza y pintura	Tiempo	2,13

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

Los datos de la tabla N° 47 se toman del tiempo estándar calculado anteriormente, estos traslados son los que realiza el motor para pasar por cada área del taller y ser reparado. (Ver figura N° 17)

**Figura 17 Análisis P-Q Traslados**



Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

En la figura N° 17 se observa igual que la figura anterior N° 16, una curva poco pronunciada, dando como tipo de distribución por proceso.

### Diagrama de relaciones

El diagrama de relaciones se va a referir a todas las actividades que tienen que ver con el proceso de reparación del rebobinado de los motores del Taller Ginés.

Se realiza el cálculo de la regla del dedo, tomando en cuenta el total de todas las actividades, esto corresponde a 171 relaciones entre actividades. (Ver tabla N°48)

**Tabla 48 Regla del dedo**

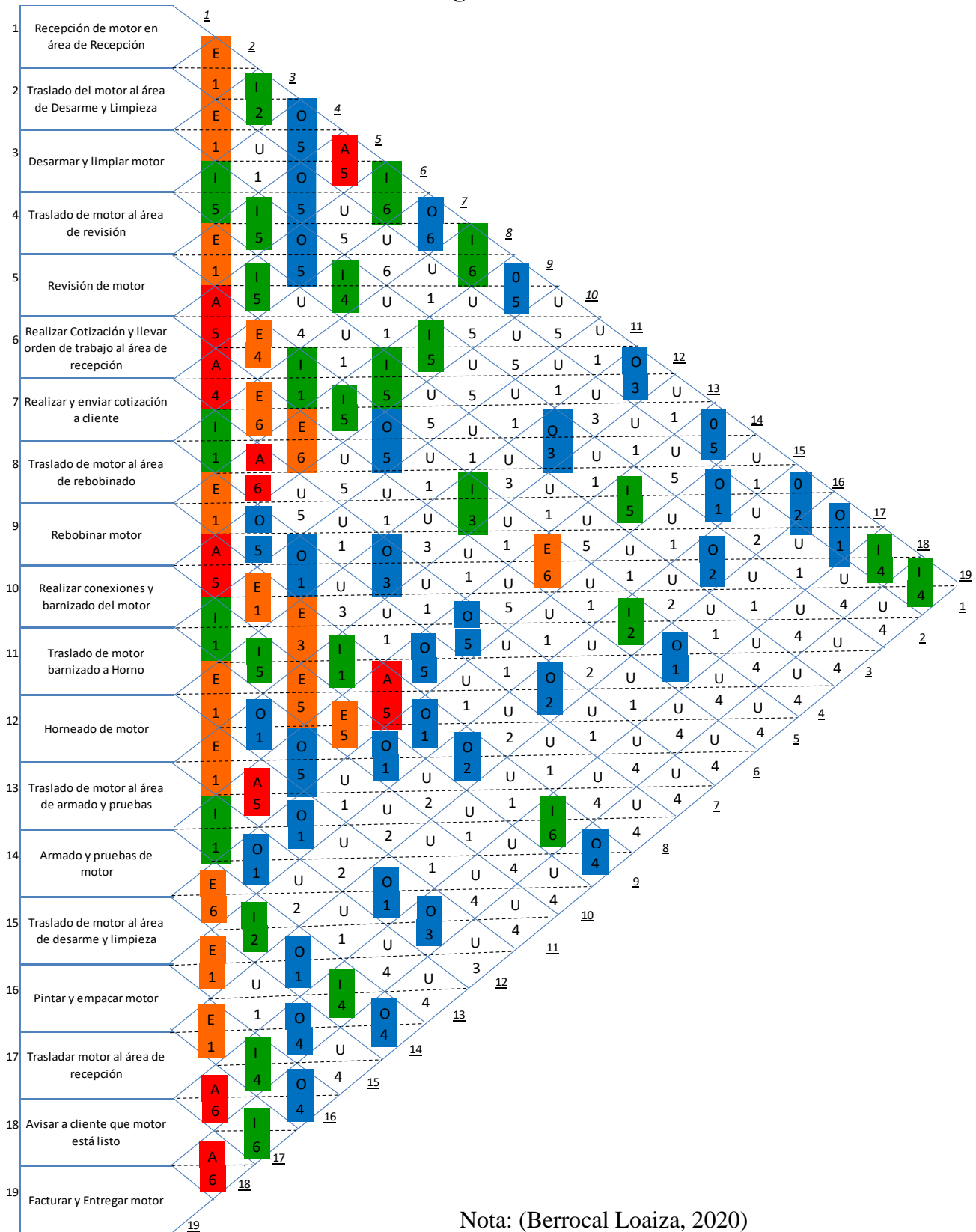
<b>Actividades: 171</b>			
	<b>%</b>	<b>Actividades</b>	
<b>A / X</b>	5%	8,55	9
<b>E</b>	10%	17,10	17
<b>I</b>	15%	25,65	26
<b>O</b>	20%	34,20	34
<b>U</b>	50%	85,50	85
<b>Total:</b>		<b>171</b>	

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

Como se observa en la tabla N°48 de la regla del dedo, se realiza primeramente un redondeo para que queden números enteros, se encuentran 9 actividades que son absolutamente importantes, 17 actividades especialmente necesarias, 26 actividades importantes, 34 actividades ordinarias y 85 actividades sin importancia.

Teniendo la cantidad de actividades se realiza el diagrama de relaciones, obteniendo el siguiente diagrama (ver tabla N° 49)

**Tabla 49 Diagrama de Relaciones**



Nota: (Berrocal Loiza, 2020)

Se presentan los motivos que se tomaron en cuenta, (ver tabla N°50)

**Tabla 50 Motivos Diagrama de relaciones**

<b>Cód.</b>	<b>MOTIVOS</b>
<b>1</b>	Distancia recorrida
<b>2</b>	Ruido
<b>3</b>	Seguridad
<b>4</b>	Atención
<b>5</b>	Orden
<b>6</b>	Comunicación

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

Para los motivos utilizados en el diagrama de relaciones (ver tabla N° 50) se tomaron en cuenta las distancias recorridas, esto relacionado con los traslados de los motores, como se observa en el plano las estaciones de trabajo están ubicadas con mucha distancia; el segundo motivo corresponde a los ruidos, estos se realizan por algunas actividades como la limpieza de los motores y al pintar el motor, se utilizan un compresor para generar aire a presión, y una pistola de pintura; el tercer movimiento es la seguridad, en la actividad de horneado de motor se generan gases del barniz y no tiene un escape por lo que esos gases se distribuyen dentro del taller, también cuando se pinta el motor el olor a pintura se distribuye por todo el taller, el cuarto motivo es la atención, especialmente en el área de recepción, esto es importante por el servicio al cliente que se brinda, ya que este debe estar informado de todo el proceso que se realiza con su motor, especialmente cuando está listo para su entrega. El orden es el motivo más importante desde que se desarma y limpia el motor, porque en esta parte las piezas se sueltan y si alguna se pierde, se debe suplantar y esto puede generar atrasos, además se le debe indicar al cliente que la pieza fue cambiada. El ultimo motivo corresponde a la comunicación, pues el taller debe de estar en constante comunicación para que cada área sepa cómo va el proceso en cada una de ellas, además porque el cliente llama para saber el estado de su motor y todos deben saber el estatus del mismo.

En el diagrama de relaciones (ver tabla N° 49) las actividades absolutamente importantes se escogieron por las siguientes razones:

- Recepción del motor, en este proceso el cliente indica qué problema tiene el motor para que el Jefe de taller cuando realice la revisión lo tome en cuenta.
- Revisión del motor con realizar cotización y llevar orden de trabajo al área de recepción, si el jefe de taller no detalla algún adicional a la reparación y no se cotiza, el taller debe cubrir ese costo.
- Realizar cotización y llevar orden de trabajo al área de recepción con, realizar y enviar cotización a cliente, esta relación es importante el tiempo que lleva realizar la cotización y el tiempo que el cliente tarde en dar el visto bueno.
- Realizar y enviar cotización a cliente con rebobinado de motor, el tiempo que transcurra en el visto bueno por parte del cliente, este considera más tiempo en el taller.
- Rebobinar motor con realizar conexiones y barnizado del motor, si las conexiones se realizan de manera incorrecta el motor no funciona o se vuelve a quemar el bobinado realizado cuando se realicen las pruebas.
- Rebobinar motor con armado y pruebas de motor, en el área de pruebas si el rebobinado está mal, el motor no funciona y se debe realizar un reproceso.
- Horneado de motor con armado y pruebas de motor, el horneado es muy importante, si el barniz no se seca de la manera correcta el motor no puede pasar al área de armado y pruebas.
- Trasladar motor al área de recepción con avisar a cliente que el motor está listo; cuando se realiza este traslado, el área de recepción debe estar atenta para llamar al cliente e indicarle que el motor ya está listo.
- Avisar a cliente que motor está listo con facturar y entregar motor; cuando se avisa el cliente y se entrega el motor, se debe verificar que haya sido facturado, especialmente en los casos que son emergencia.

### **Diagrama de relaciones de recorrido**

Al tener la información del diagrama de relaciones (ver tabla N° 49), se puede realizar el diagrama de recorrido, este va a revelar todo el trayecto que recorre el producto, para este proyecto sería el motor eléctrico.

Primeramente se presenta la tabla de actividades con su nombre y número para poder identificarlas dentro del diagrama, se toman las operaciones que solo forman parte del movimiento del motor eléctrico dentro del proceso de reparación de rebobinado. (Ver tabla N°51)

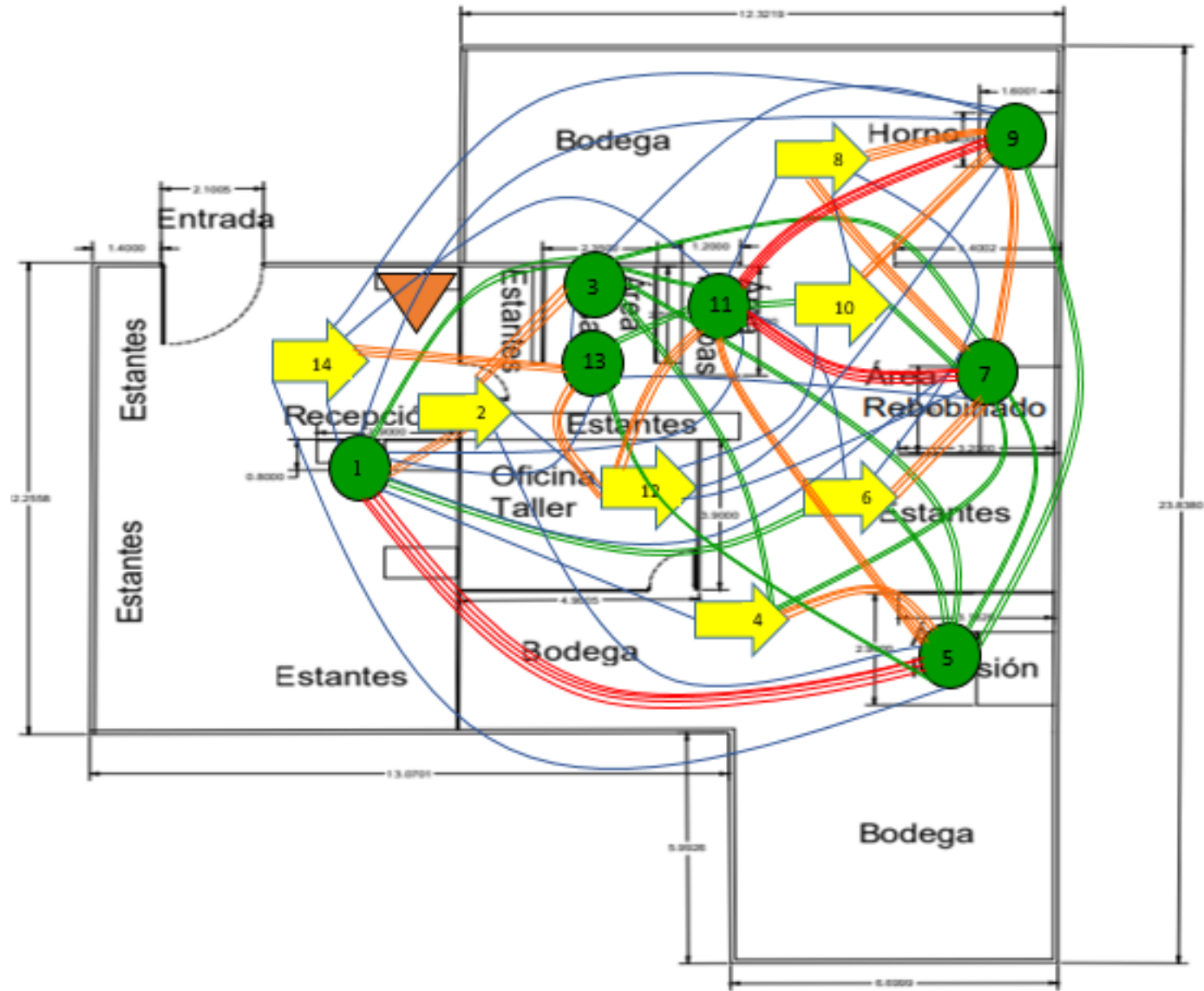
**Tabla 51 Numeración de Actividades para Diagrama de recorrido**

<b>Numeración de actividades</b>	
<b>Actividad</b>	<b>Descripción</b>
<b>1</b>	Recepción de motor en área de recepción
<b>2</b>	Traslado del motor al área de limpieza y pintura
<b>3</b>	Desarmar y limpiar motor
<b>4</b>	Traslado de motor al área de revisión
<b>5</b>	Revisión de motor
<b>6</b>	Traslado de motor al área de rebobinado
<b>7</b>	Rebobinar motor
<b>8</b>	Traslado de motor barnizado a Horno
<b>9</b>	Horneado de motor
<b>10</b>	Traslado de motor al área de armado y pruebas
<b>11</b>	Armado y pruebas de motor
<b>12</b>	Traslado de motor al área de limpieza y pintura
<b>13</b>	Pintar y empacar motor
<b>14</b>	Traslado de motor al área de recepción

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

A continuación se presenta el diagrama de recorrido que realiza el motor eléctrico. (ver imagen N°14)

Imagen 14 Diagrama de Recorrido



Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

Como se observa en la imagen N°14, los transportes son muchos y el motor transita por todo el taller para poder finalizar su reparación, además de que las estaciones de trabajo se encuentran muy distanciadas, es por esto que el motor tiene tanto recorrido.

El motor eléctrico visita dos veces un mismo puesto de trabajo, cuando se limpia y desarma y regresa para ser pintado y empacado.

El horno para el secado del barniz de las bobinas está completamente al otro lado del puesto de rebobinado y de armado y pruebas, generando más movimientos del motor.

## **CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **Conclusiones**

Se ha evidenciado que a pesar de que la empresa cumple con sus funciones, no necesariamente lo hace de la manera más eficiente, ya que no se contemplan tiempos estándar en sus procesos, distribuciones de planta adecuados y retrasos que puedan presentar, sea esto por la falta de flexibilidad, crecimiento acelerado o por el tipo de administración.

En la parte de distribución de planta muchos factores pueden incidir en que una empresa crezca a nivel de infraestructura de una forma desordenada, y que no tome en cuenta los factores que afectan de manera directa.

También en la empresa es muy importante que cuente con tiempo estándar en cada una de sus áreas, para trabajar de una forma más ordenada y cumplir con los tiempos de entrega a los clientes.

Al respecto se concluye que se tiene una identificación del proceso que sigue actualmente la reparación de motores en el taller Ginés Electric SA, esto para poder entender y razonar los movimientos actuales del motor dentro del proceso y cuáles pueden ser modificados.

Gracias a la observación de cada operación dentro del proceso, se pudo calcular la duración de reparación de los motores, calculando el tiempo estándar de cada operación y del total del proceso.

Además el taller no tiene clara su capacidad real, solamente recibe motores sin tener en cuenta en qué tiempo puede entregarlo.

El taller no cuenta con un lugar de almacenamiento para los motores entrantes, los cuales simplemente son colocados en el piso a la entrada del sitio, sin orden o manejo específico, solamente se distinguen por su orden de trabajo, cuando es colocada en el área de recepción.

Las estaciones de trabajo no están ordenadas de manera que el motor vaya pasando de forma lineal por cada puesto, si no que los colaboradores deben moverlos por todo el taller para ir completando su reparación.

Las órdenes de trabajo no tienen un turno establecido para ser reparadas, el gerente es quien decide cuál orden de trabajo reparan primero, dando prioridad a los clientes VIP.

## **Recomendaciones**

Con base al estudio realizado obtenido gracias a la recopilación de información, la cual permitió conocer distintos problemas que afectan el proceso de la empresa se recomienda lo siguiente:

En primera instancia, el cumplimiento del tiempo estándar establecido, para que la empresa tenga claro la duración del proceso de reparación.

Lograr el desarrollo de la distribución propuesta para reducir los tiempos de recorridos, así como los traslados del motor eléctrico que no agregan ningún valor al proceso, más bien al contrario, aumenta el tiempo de reparación.

Es importante considerar la recomendación de la instalación de un equipo de ventilación, para el bienestar y comodidad de los trabajadores y cliente, ya que por estaciones como el horneado que genera olores muy fuertes llegar a afectar la salud de los colaboradores o clientes.

Capacitar al personal del taller en cuanto a la nueva distribución de planta para que los colaboradores respeten y utilicen de buena forma las secciones y centros de trabajo, para un funcionamiento eficiente de la propuesta que se obtuvo.

Determinar un tiempo de entrega máximo el cual debe ser cumplido como compromiso de la empresa, logrando esto por medio de la propuesta de un sistema para el mejoramiento del manejo de las órdenes de trabajo.

Con el plan de producción, capacitar a una sola persona para que lleve el control de las reparaciones que se deben realizar por semana e informar cuando esto se cumple. Dentro de esta recomendación poner una pizarra o en algún lugar visible el avance de este plan para que los operarios puedan observar el avance de estas.

Y como última recomendación, se aconseja que el profesional en ingeniería industrial realice revisiones cada 3 o 6 meses al taller, dependiendo de la evolución, para verificar su funcionamiento y continuar con la mejora continua.

## **CAPÍTULO VI: PROPUESTA**

Para el capítulo de propuesta de este proyecto, la tarea por realizar primeramente corresponde a distribución de planta, ya que para finalizar la herramienta SLP se deben realizar tres diseños de redistribución del taller.

Esto tiene como finalidad escoger la mejor propuesta del plano de distribución que ayudará al taller Ginés Electric en disminuir sus tiempos de traslado del motor y volver su proceso más eficiente para responderle al cliente de una manera más rápida.

Seguidamente de las propuestas de redistribución de planta, se mostrará un plan de producción para que el taller realice su programación de las reparaciones y así controle los retrasos que puedan tener estas reparaciones.

Con este plan de producción se espera que el taller tenga más orden con sus órdenes de trabajo y que tenga una respuesta oportuna y para cuando llame, el cliente se tenga un estimado del tiempo de entrega del motor ya reparado.

### **Propuesta**

#### **Redistribución de planta.**

Para realizar las propuestas fue necesario la utilización de las herramientas desarrolladas en el capítulo de diagnóstico, siendo lo más importante la observación mediante la cual se logró un análisis de la distribución actual y una visualización de posibles propuestas para una redistribución que permitiera un proceso más fluido, con un mejor aprovechamiento del espacio y además, acortando tiempos improductivos, especialmente en el traslado del motor de un área a otra.

#### ***Propuesta de redistribución de planta N° 1***

Para la primera propuesta se muestra un movimiento de áreas, el área de recepción se queda en el mismo lugar, ya que se encuentra a la entrada del taller, es quien recibe a los clientes y a los motores para realizar la orden de trabajo.

El área de limpieza y pintura se queda en el mismo lugar porque es donde se encuentra instalado el compresor y una salida de aire que ya está colocado en esa área.

En el área de revisión, sí hay una modificación, se traslada a la par del área de limpieza y pintura, este puesto se encuentra actualmente al final del taller, junto a las bodegas. Seguido se mueve el

horno a la par del área de rebobinado, en la distribución actual el horno se encuentra en otro cuarto alejado de todas las áreas que visita el motor para su reparación.

El área de armado y pruebas se traslada al cuarto vacío que presenta actualmente el taller, al lado del área de rebobinado.

El último paso que se realiza con el motor eléctrico reparado es colocarlo en el estante de los motores reparados, estos estantes se mueven a la par de la entrada, pensando en el traslado de ese motor al vehículo del cliente.

Esta propuesta muestra un patrón de flujo vertical con entrada y salida por diferente nivel y costado, pero con la que se logra una secuencia más lineal del proceso de reparación.

Con esta propuesta se eliminarían dos traslados de motor porque las áreas ya se encuentran en línea, en la siguiente tabla se muestra los traslados que se descartarían. (Ver tabla N°52)

**Tabla 52 Traslados eliminados en Propuesta N° 1**

<b>Traslados eliminados en Propuesta N° 1</b>		
<b>Elemento</b>	<b>Actividad</b>	<b>Tiempo Estándar (min)</b>
<b>D</b>	Traslado de motor al área de revisión	4,34
<b>K</b>	Traslado de motor barnizado a Horno	3,24
<b>Total en minutos de traslados eliminados:</b>		<b>7,58</b>

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

A continuación se muestra el plano de distribución de planta para la propuesta N° 1. (Ver imagen N°15)

Imagen 15 Plano. Propuesta N° 1



Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

### ***Propuesta de redistribución de planta N° 2***

En la propuesta número 2, se realiza también por movimiento de áreas. La recepción queda en el mismo lugar por lo mencionado anteriormente, la atención al cliente.

El primer cambio es dividir el área de desarme y pintura. Se mueve el área de limpieza y desarme donde actualmente está el área de revisión, para este cambio se traslada el compresor y el extractor.

A la par de esta área se coloca el área de revisión, y seguida el área de rebobina con su horno. El área de armado y pruebas se coloca a la par de pintura y empaque.

Se realiza una división del área de limpieza y pintura, pensando en que el motor no realice dos visitas a la misma área, aunque no se le realice el mismo procedimiento, ya que uno es limpieza y pintura y el otro, pintura y empaque.

Con esta distribución se pretende lograr un patrón de flujo horizontal en U, con entrada y salida en el mismo costado.

Con la propuesta número 2, se eliminarían cuatro traslados de motor porque las áreas que fueron movidas se encuentran en línea, en la siguiente tabla se muestra los traslados que se descartarían. (Ver tabla N°53)

**Tabla 53 Traslados eliminados en Propuesta N° 2**

<b>Traslados eliminados en Propuesta N° 2</b>		
<b>Elemento</b>	<b>Actividad</b>	<b>Tiempo Estándar (min)</b>
<b>D</b>	Traslado de motor al área de revisión	4,34
<b>H</b>	Traslado de motor al área de rebobinado	3,05
<b>K</b>	Traslado de motor barnizado a horno	3,24
<b>M</b>	Traslado de motor al área de armado y pruebas	3,08
<b>Total en minutos de traslados eliminados:</b>		<b>13,70</b>

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

En esta propuesta al dividir el área de limpieza y pintura, el taller debe invertir en el movimiento de compresor, la instalación de la tubería y también el movimiento del extractor que tienen en este cuarto.

A continuación se muestra el plano de la distribución de planta de la propuesta N° 2. (Ver imagen N°16)

Imagen 16 Plano. Propuesta N° 2



Fuente: (Berrocal Loiza, 2020)

### ***Propuesta de redistribución de planta N° 3***

En esta propuesta el área de recepción y área de limpieza y pintura quedan en el mismo lugar dentro del taller.

Se mueve el área de revisión, se traslada al lado del área de limpieza y pintura, también se realiza el movimiento del área de rebobinado y horno para que queden uno al lado del otro. Y al lado del horno se mueve el área de armado y pruebas.

Se coloca el estante de motores reparados al lado izquierdo de la entrada principal del taller, al frente del área de recepción.

Esta propuesta muestra un patrón de flujo vertical con entrada y salida por el mismo nivel y costado.

Y por último con la propuesta número 3, se eliminan los mismos cuatro traslados de motor que en la propuesta número 2; la diferencia es que el área de limpieza y pintura se deja donde actualmente está en el taller y no se debe invertir en para acondicionar el área de desarme y limpieza, en la siguiente tabla se muestra los traslados que se descartarían. (Ver tabla N°54)

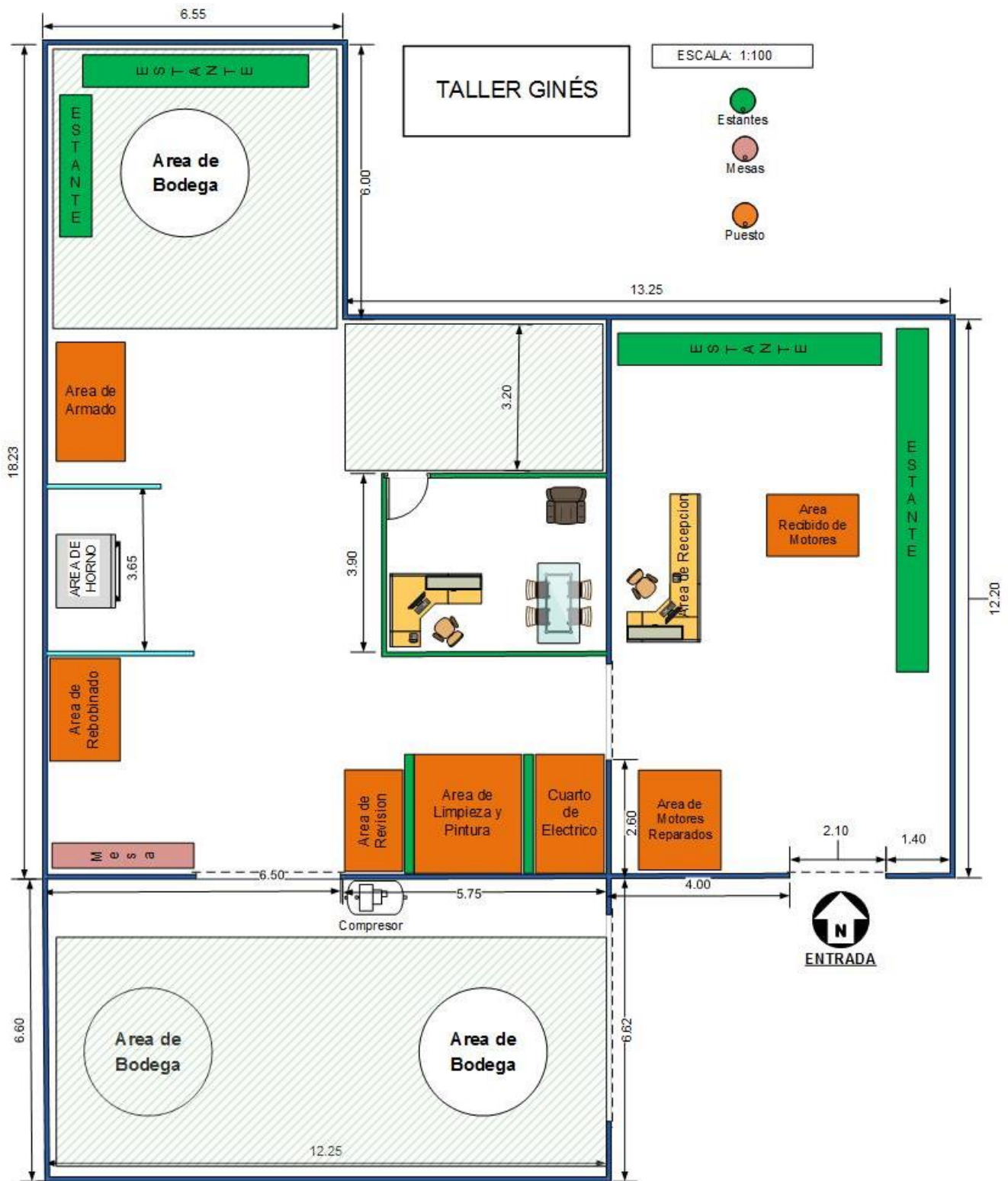
**Tabla 54 Traslados eliminados en Propuesta N° 3**

<b>Traslados eliminados en Propuesta N° 3</b>		
<b>Elemento</b>	<b>Actividad</b>	<b>Tiempo Estándar (min)</b>
<b>D</b>	Traslado de motor al área de revisión	4,34
<b>H</b>	Traslado de motor al área de rebobinado	3,05
<b>K</b>	Traslado de motor barnizado a horno	3,24
<b>M</b>	Traslado de motor al área de armado y pruebas	3,08
<b>Total en minutos de traslados eliminados:</b>		<b>13,70</b>

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

A continuación se muestra el plano de la distribución de planta de la propuesta N° 3. (Ver imagen N°17)

Imagen 17 Plano. Propuesta N° 3



Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

Al realizar el análisis de las propuestas para la redistribución de la planta (ver imagen 15,16 y 17) se escoge la propuesta N°3, eliminando el tiempo de los traslados, realizando movimiento de áreas y la inversión que debe realizar el taller es la salida de aire caliente del horno a la hora del secado del barniz del motor.

Con los traslados eliminados, la razón de producción de ese tiempo, representa 0,0729 motores reparados diario.

### **Plan de producción.**

El taller de servicio, como se observa en el capítulo de diagnóstico, no sigue un plan de producción, por lo que sus tiempos de entrega a los clientes son inciertos.

La aplicación de este plan de producción ayudaría al taller a definir prioridades, estableciendo el turno en las órdenes de trabajo para que se cumpla sus tiempos de entrega y también para saber la capacidad que tiene el taller de reparación de motores, ya que este dato tampoco es conocido dentro del taller.

Primeramente se calcula la capacidad con la que cuenta el taller, para este cálculo se utiliza la herramienta OEE, con esta se obtiene el porcentaje de desempeño, siendo este la eficiencia del proceso de reparación del rebobinado de motores, luego de obtener el porcentaje de eficiencia, se debe averiguar la capacidad actual del taller. Al tener este dato se averigua el porcentaje de utilización y eficiencia, todos estos datos deben de tomarse en cuenta para proponer el plan de producción.

### ***OEE (Overall Equipment Effectiveness)***

El taller Ginés Electric brindó información en cuanto a las reparaciones realizadas desde enero a agosto del 2020. Por lo tanto el análisis del indicador OEE se realiza basado en los datos que el taller Ginés brindó con el fin de determinar la efectividad y desempeño con el que opera el taller. Se detallan datos importantes para la obtención de los datos para determinar el desempeño del taller. (Ver tabla N°55)

**Tabla 55 Datos Importantes para OEE**

<b>Datos Importantes</b>		
<b>Horario:</b>	Lunes a Sábado de 7 am a 6:00 pm	
	Horas	Minutos
<b>Total</b>	11	660
<b>Desayuno</b>	0,15	15
<b>Almuerzo</b>	0,5	30
<b>Café tarde</b>	0,15	15
<b>Idas al baño</b>	0,5	30
<b>Motores Reparados Enero a Febrero 2020</b>		
Mes	Unidades reparadas	Días trabajados
<b>Enero</b>	32	27
<b>Febrero</b>	30	25
<b>Marzo</b>	28	26
<b>Abril</b>	21	26
<b>Mayo</b>	24	26
<b>Junio</b>	28	26
<b>Julio</b>	22	27
<b>Agosto</b>	19	26

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

Tiempos de operación.

El taller Ginés Electric opera en un horario de lunes a sábado de 7 am a 6:00 pm y durante la jornada laboral de un día, se tienen un tiempo programado de 30 minutos de almuerzo, 30 minutos de café otorgados 15 minutos en la mañana y los otros 15 minutos en la tarde; se considera un tiempo aproximado de 30 minutos donde el empleado usualmente lo utiliza como tiempo de baño, el tiempo laboral consta de 660 minutos por día.

De esta forma el tiempo se distribuye de la siguiente manera:

- Tiempo almuerzo programado 30 minutos
- Tiempo de café programado 30 minutos
- Tiempo no programado 30 minutos (Down Time)

Con los datos anteriores se puede hacer el cálculo de la disponibilidad, para realizar este cálculo se necesita tiempo disponible y tiempo de operación, utilizando las formulas mencionadas en el capítulo de marco teórico.

$$\textit{Tiempo disponible} = \textit{Tiempo disponible por turno} - \textit{down time planeado}$$

$$\textit{Tiempo disponible} = 660 - 30 - 30 = 600 \textit{ minutos}$$

Se determina el tiempo disponible tomando el total del tiempo de la jornada en minutos, menos los tiempos muertos que están programados, siendo estos tiempos de almuerzo y café, dando como resultado 600 minutos.

$$\textit{Tiempo de operación} = \textit{Tiempo disponible} - \textit{down time no programados}$$

$$\textit{Tiempo de operación} = 600 - 30 = 570 \textit{ minutos}$$

El tiempo de operación se calcula tomando el tiempo disponible calculado anteriormente menos el tiempo muerto no programado, siendo esta los 30 minutos que tienen los operarios para las idas al servicio sanitario, dando 570 minutos.

Teniendo los datos de tiempo de operación y tiempo disponible, se puede calcular la disponibilidad que tiene el taller de servicio.

$$\textit{Disponibilidad} = \frac{\textit{Tiempo de operación}}{\textit{Tiempo disponible}}$$

$$\textit{Disponibilidad} = \frac{600}{570} = 1.05$$

Con los datos obtenidos se puede observar que el taller cuenta con una disponibilidad del 1.05, siendo un 105.55%

El porcentaje de disponibilidad es con el que se cuenta para todos los meses del 2020, se realiza el cálculo por mes para determinar la efectividad de la reparación de los motores y tener datos más exactos de los porcentajes que se van a obtener.

Con estos datos se puede continuar para calcular el desempeño de cada mes.

Desempeño mes de enero

Para el cálculo del desempeño se necesitan los valores de tasa de velocidad de operación y tasa neta de operación.

Primeramente se calcula la tasa de velocidad de operación, de acuerdo con los datos brindados por el taller Ginés Electric durante el mes de enero 2020, se repararon 32 motores, esto fue realizado durante 27 días de operación.

$$\text{Unidades Reparadas} = \frac{32}{27} = 1.1851 \text{ unidades diarias}$$

El resultado obtenido de 1.1851 unidades diarias es el valor teórico para el mes de enero.

Con valor teórico calculado se puede determinar el tiempo de ciclo teórico, utilizando el total de minutos del tiempo de operación.

$$\text{Tiempo de ciclo teorico} = 570 \times 1.1851 = 675.50$$

Este resultado indica que en el mes de enero tardaron en reparar los 32 motores en 675.50 minutos con el tiempo teórico.

Para realizar el cálculo en tiempo de ciclo real, se necesita el tiempo estándar total de la duración del proceso total, siendo de 594.16 (este dato se toma del estudio de tiempos realizado en el capítulo de diagnóstico).

Con la obtención del tiempo de ciclo teórico y ciclo real, se puede hacer el cálculo de la tasa de velocidad de la reparación de los motores del taller Ginés Electric.

$$\text{Tasa de velocidad de operación} = \frac{675.50}{594.16} = 1.1368$$

La tasa de velocidad es de 113.68% para el mes de enero.

Por otro lado se necesita la tasa neta de operación para el cálculo de desempeño, este se obtiene de la multiplicación de la cantidad de motores reparador por el tiempo de ciclo actual, dividido entre el tiempo de operación, ello da como resultado.

$$\text{Tasa neta de operación} = \frac{(1.1851 \times 594.16)}{570} = 1.2353$$

El resultado es 123.53% de tasa neta de operación, este porcentaje indica la estabilidad del proceso.

Teniendo los datos de tasa de velocidad de operación y tasa neta de operación, se obtiene el valor del desempeño del mes de enero;

$$\text{Desempeño} = 1.1368 \times 1.2353 = 1.4042$$

El desempeño realizado en el mes de enero es de 140.42%.

Tasa de calidad mes enero.

La tasa de calidad que se utiliza es de 0.95, siendo del 95%.

Para los siguientes meses se realiza el mismo cálculo, a continuación se muestra una tabla con los datos obtenidos para los meses de febrero, marzo, abril, mayo, junio, julio y agosto del 2020. (Ver tabla N°56)

**Tabla 56 Desempeño de los meses febrero, marzo, abril, mayo, junio, julio y agosto**

<b>Desempeño de los meses Febrero a Agosto 2020</b>							
<b>Descripción</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>	<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>
<b>Unidades reparadas</b>	1,20	1,08	0,81	0,92	1,08	0,81	0,73
<b>Tiempo de ciclo teórico</b>	684,00	613,85	460,38	526,15	613,85	464,44	416,54
<b>Tasa de velocidad de operación</b>	1,15	1,03	0,77	0,89	1,03	0,78	0,70
<b>Tasa neta de operación</b>	1,25	1,12	0,84	0,96	1,12	0,85	0,76
<b>Desempeño</b>	1,44	1,16	0,65	0,85	1,16	0,66	0,53
<b>Calidad</b>	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

En la tabla N° 56 se muestran los datos obtenidos sobre el desempeño del taller, para tener un dato de manera global y así calcular la capacidad del taller, se realiza por medio de promedio, como se observa en la siguiente tabla. (Ver tabla N° 57)

**Tabla 57 Desempeño Global del Taller Ginés Electric**

<b>Desempeño Global del Taller Ginés Electric</b>		
<b>Mes</b>	<b>Desempeño</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Enero</b>	1,40	140,00%
<b>Febrero</b>	1,44	144,00%
<b>Marzo</b>	1,16	116,00%
<b>Abril</b>	0,65	65,00%
<b>Mayo</b>	0,85	85,00%
<b>Junio</b>	1,16	116,00%
<b>Julio</b>	0,66	66,00%
<b>Agosto</b>	0,53	53,00%
<b>Promedio</b>	0,98	98,13%

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

Como se muestra en la tabla N°57, el porcentaje de desempeño del taller Ginés es de 98.13%.

El porcentaje obtenido se considera excelente, pero utilizando los datos que fueron suministrados, el taller no sabe si puede realizar más reparaciones al mes y así aumentar sus ventas, porque desconoce su capacidad. En este sentido, seguidamente se muestran los datos necesarios para realizar ese cálculo.

### ***Capacidad Actual del Taller.***

Para el cálculo de capacidad, primeramente se necesita la capacidad real del taller, los datos necesarios para realizar este cálculo son: total de reparaciones diarias, tiempo estándar, día/mes, horas/días, lo cual da como resultado la capacidad. Se toman los datos del mes con el más alto movimiento de motores reparados, siendo este enero del 2020, con 32 motores.

A continuación, se detallan los datos para obtener la capacidad real del taller.

$$\text{Total de reparaciones diarias} = \frac{32}{27} = 1.1851 \text{ motor por día}$$

En enero 2020 se reparó 1.1851 motores por día, el tiempo estándar es de 9.90 horas (este tiempo se calculó en el estudio de tiempos), este mes se trabajaron 27 días y 9.5 horas cada día.

Seguidamente, se calcula la capacidad actual del taller. (Ver tabla N°58)

**Tabla 58 Capacidad Real del Taller Ginés Electric**

<b>Capacidad Real del Taller Ginés Electric</b>				
<b>Total de reparaciones (diarias)</b>	<b>Tiempo observado</b>	<b>Día/mes</b>	<b>Horas/Día</b>	<b>Total de horas utilizadas</b>
<b>1,1851</b>	9,9	27	9,5	3009,38

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

Se obtiene que la capacidad real de taller, es de 3009.38 horas actualmente.

La finalidad de saber la capacidad real del taller, es averiguar el porcentaje de utilización y eficiencia que presenta actualmente; es importante aclarar que las personas encargadas del proceso de reparación del motor son 4 colaboradores (ayudante de taller, jefe de taller, mecánico 1 y mecánico 2), no se suma la recepcionista porque ella solamente recibe el motor y se encarga de la parte administrativa; por esto para saber la capacidad del taller, solo se toman los 4 colaboradores. En la siguiente tabla se obtienen los porcentajes. (Ver tabla N°59)

**Tabla 59 Porcentaje de utilización y eficiencia**

<b>Porcentaje de Utilización y Eficiencia del Taller Ginés Electric</b>									
<b>Número de colaboradores</b>	<b>Tiempo Estándar por motor</b>	<b>Día/mes</b>	<b>Horas/Día</b>	<b>Capacidad diseñada (teórica)/mes</b>	<b>Eficiencia</b>	<b>Capacidad efectiva</b>	<b>Capacidad real</b>	<b>Utilización</b>	<b>Eficiencia</b>
<b>4</b>	9,9	27	9,5	10 157,40	0,98	9.954,25	3.009,38	29,6%	30,2%

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

Al observar los porcentajes de utilización y eficiencia son muy bajos, la utilización corresponde a un 29.6%, ello indica que de la capacidad diseñada, solamente se está utilizando un 29.6%.

Con respecto a la eficiencia, esta indica que de la capacidad efectiva que es 9.954.25 horas, solamente se usa un 30.2%.

Antes de diseñar el plan de producción se proponen las siguientes mejoras para aumentar el porcentaje de utilización y eficiencia en el taller de servicio.

- Al utilizar el tiempo propuesto en la redistribución de planta, pasando de 9.9 horas a 9.64 horas por motor, se logra eliminar 4 de los traslados que se realizan actualmente.
- Se propone utilizar a la persona del área de limpieza y pintura y a la persona de área de armado y pruebas, para que realicen rebobinado de motores, como se ha mencionado, actualmente el taller solo tiene una persona realizando este trabajo, y el área de rebobinado es quien tarda más en el proceso de reparación.

Para reforzar el último punto propuesto, se presentan los cálculos, primeramente se debe saber cuánto tiempo disponen estos colaboradores para realizar la tarea de rebobinado, en las siguientes tablas se muestra el tiempo disponible de cada área. (Ver tabla N°60 y 61)

**Tabla 60 Tiempo disponible (Área de limpieza y pintura)**

<b>Tiempo disponible (Área de limpieza y pintura)</b>	
<b>Minutos utilizados por motor</b>	70,74
<b>Motores reparados por día</b>	1,19
<b>Total de minutos</b>	83,84
<b>Total de horas</b>	1,40
<b>Horas/día</b>	9,50
<b>Horas disponibles para rebobinar motores</b>	8,10

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

**Tabla 61 Tiempo disponible (Área de Armado y Pruebas)**

<b>Tiempo disponible (Área de Armado y Pruebas)</b>	
<b>Minutos utilizados por motor</b>	59,60
<b>Motores reparados por día</b>	1,19
<b>Total de minutos</b>	70,64
<b>Total de horas</b>	1,18
<b>Horas/día</b>	9,50
<b>Horas disponibles para rebobinar motores</b>	8,32

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

Como se observa en las tablas N°60 y 61, el ayudante de taller tiene 8,10 horas diarias disponibles y el mecánico 2 tiene 8.32 horas diarias, para realizar tareas de rebobinado y así poder aumentar las unidades reparadas.

Seguidamente se presenta información acerca de cuántos motores pudieron ser reparados en enero 2020 si los operarios los hubieran rebobinado. Se toma el mes de enero porque es el que tiene mayor número de motores reparados, además se toma el tiempo con la nueva redistribución de planta. (Ver tabla N°62 y 63).

**Tabla 62 Aumento en motores reparados (Ayudante de taller)**

<b>Aumento en motores reparados (Ayudante de taller)</b>	
Tiempo estándar por motor (horas)	9,64
Motores reparados por día (Uds.)	0,84
Días de enero 2020	27
<b>Aumento en motores reparados (Uds.)</b>	<b>22,69</b>

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

**Tabla 63 Aumento en motores reparados (Mecánico 2)**

<b>Aumento en motores reparados (Mecánico 2)</b>	
Tiempo estándar por motor (horas)	9,64
Motores reparados por día (Uds.)	0,86
Días de enero 2020	27
<b>Aumento en motores reparados (Uds.)</b>	<b>23,31</b>

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

Utilizando a los operarios, se aumentaron las unidades reparadas a 46, lo cual da un total de 78 motores reparados en enero.

$$\text{Total de reparaciones diarias} = \frac{78}{27} = 2.88 \text{ motores por día}$$

Con estos nuevos datos se recalcula la capacidad real y el porcentaje de utilización y eficiencia para ver el aumento en ambos con este cambio. Se siguen utilizando los datos del mes de enero del 2020 y el tiempo estándar con la nueva redistribución de planta. (Ver tabla N°64 y 65)

**Tabla 64 Capacidad Real Propuesta**

<b>Capacidad Real</b>				
<b>Total de reparaciones (diarias)</b>	<b>Tiempo observado</b>	<b>Día/mes</b>	<b>Horas/Día</b>	<b>Total de horas utilizadas</b>
<b>2,88</b>	9,64	27	9,5	7121,26

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

**Tabla 65 Porcentaje de utilización y eficiencia del Taller Ginés Electric (Propuesta)**

<b>Porcentaje de Utilización y Eficiencia del Taller Ginés Electric (Propuesta)</b>									
<b>Número de colaboradores</b>	<b>Tiempo Estándar por motor</b>	<b>Día/mes</b>	<b>Horas /Día</b>	<b>Capacidad diseñada(teórica)/mes</b>	<b>Eficiencia</b>	<b>Capacidad efectiva</b>	<b>Capacidad real</b>	<b>Utilización</b>	<b>Eficiencia</b>
4	9,64	27	9,5	9 891	0,98	9 693	7 121	72,0%	73,5%

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

Según la tabla N°65 hay un cambio en el porcentaje de utilización y eficiencia, un aumento positivo para el taller de servicio, en utilización hubo un aumento de 42.4% y la eficiencia de 43.2%.

Adicional a estos datos se realiza un pronóstico de motores reparados, basado en la información brindada por el taller de enero a agosto del 2020 y las unidades que pueden aumentar, si se realiza el cambio en el área de rebobinado; es así como se escoge este tipo de pronóstico porque los datos que se tienen son recientes, el producto no es estacional, y no presenta mucha variación, sus ventas son estables, como se muestra en la tabla N° 55, quedando el pronóstico de la siguiente manera. (Ver tabla N°66)

**Tabla 66 Pronóstico motores reparados**

<b>Pronóstico motores reparados</b>					<b>Promedio móvil simple</b>	
<b>Mes</b>	<b>Unidades reparadas</b>	<b>Días trabajados</b>	<b>Aumento de unidades reparadas</b>	<b>Total de motores reparados</b>	<b>2 meses</b>	<b>3 meses</b>
<b>Enero</b>	32	27	46,00	78,00		
<b>Febrero</b>	30	25	42,60	72,60	75	
<b>Marzo</b>	28	26	44,30	72,30	72	74
<b>Abril</b>	21	26	44,30	65,30	69	70
<b>Mayo</b>	24	26	44,30	68,30	67	69
<b>Junio</b>	28	26	44,30	72,30	70	69
<b>Julio</b>	22	27	46,00	68,00	70	70
<b>Agosto</b>	19	26	44,30	63,30	66	68
<b>Total unidades reparadas</b>	204		Total unidades reparadas (Pronóstico)	560,11		

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

De la información brindada por el taller, de enero a agosto del 2020 se repararon 204 motores, si se realiza el cambio de poner al ayudante de taller y al mecánico 2 a rebobinar, se aumenta a 560.11 unidades reparadas, una diferencia de 356.11 unidades.

Al tener la información completa, siendo la capacidad real el porcentaje de utilización y eficiencia mejorado y el pronóstico de motores, se puede realizar el plan de producción, este se realiza tomando el pronóstico promedio móvil simple con ponderación de 2 meses; se escoge este porque es el que tiene valores más próximos a las ventas reales.

Con el pronóstico realizado (ver tabla N°66), se toman los datos para realizar el plan de producción de septiembre, octubre, noviembre y diciembre del 2020, reparando la siguiente cantidad de motores. (Ver tabla N° 67)

**Tabla 67 Cantidad de motores a reparar (septiembre, octubre, noviembre y diciembre del año 2020)**

<b>Mes</b>	<b>Motores por reparar</b>	<b>Motores por día</b>
<b>Septiembre</b>	75	2,50
<b>Octubre</b>	72	3,00
<b>Noviembre</b>	69	2,88
<b>Diciembre</b>	67	3,72

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

En la tabla N° 67, se observa la cantidad de motores a reparar por mes y por día.

Y en la siguiente tabla, se presenta el disponible de horas por semana, ya que el plan de producción se realiza por semana, esto para poder tomar acciones casi de inmediato cuando no se cumpla con el plan de producción. (Ver tabla N°68)

**Tabla 68 Horas disponibles por semana**

<b>Horas disponibles</b>	
<b>Cantidad de operarios</b>	4
<b>Horas por día</b>	9,5
<b>Cantidad de Días al mes</b>	30
<b>Total de horas disponibles al mes</b>	1140
<b>Total de horas disponibles por semana</b>	228

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

Las horas por semana que dispone el taller son de 228 horas para realizar las reparaciones de rebobinado de los motores.

Seguidamente se presenta el plan de producción de los meses septiembre, octubre, noviembre y diciembre del 2020. (Ver tabla N°69).

Tabla 69 Plan de producción

Mes	Septiembre					Octubre				Noviembre				Diciembre		
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3
<b>Unidades por Reparar</b>	15	15	15	15	15	18	18	18	18	17	17	17	17	22	22	22
<b>Horas disponibles por semana</b>	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228
<b>Horas Utilizadas</b>	145	145	145	145	145	174	174	174	174	166	166	166	166	215	215	215
<b>Horas No utilizadas en reparación</b>	83	83	83	83	83	54	54	54	54	62	62	62	62	13	13	13
<b>Unidades No Reparadas</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

El plan de producción propuesto (ver tabla N°69) se realiza por semana, dependiendo de que el mes tenga 4 o 5 semanas; se está tomando en cuenta los motores que se deben reparar por semana para cumplir con el pronóstico de cada mes.

Las horas disponibles por semana son de 228 horas, dato calculado en la tabla N°68.

Las horas utilizadas es la multiplicación del tiempo estándar por motor, esto es 9.64 horas, y la cantidad de motores, lo cual da como resultado las horas que se deben invertir para reparar la cantidad establecida en esa semana.

Las horas no utilizadas en reparación corresponden a las que no son utilizadas en el proceso de reparación de rebobinado de motor, estas son las que el gerente don Ginés requiere de los operarios para indicarles otras labores no propias del proceso, como por ejemplo; lavado de vehículos, cuidado de plantas, actividades de carácter personal por parte del dueño del taller.

En unidades no reparadas se pondrían aquellas que no concluyen el proceso, para tomar en cuenta que la siguiente semana se deben reparar la cantidad propuesta más las que no fueron reparadas de la semana anterior.

Esta tabla del plan de producción se hizo pensando en que una persona pueda llevar el control sin tener mucho conocimiento en el tema, solamente debe alimentar la parte de unidades no reparadas.

### **Análisis económico**

Para saber que este proyecto es viable, se realiza un análisis costo-beneficio, primeramente se verán los costos de inversión que debe realizar el taller para implementar las mejoras propuestas.

El taller debe invertir en la contratación de un profesional en ingeniería industrial para realizar todos los cambios propuestos; este debe estar presente en su taller las 10 semanas que tarda la implementación. El salario de un profesional en ingeniería industrial según el Ministerio de trabajo es de ¢567.118,50 por mes.

Asimismo, se debe invertir en la fabricación del ducto para la extracción de aire del horno que realiza el secado del barniz del rebobinado, el monto que se dará es basado en una cotización realizada por el mismo taller, ya que este va ser realizado por un familiar del dueño del taller y le da buen precio por esta modificación.

También se debe tomar en cuenta el costo de la movilización de las áreas, este movimiento lo realizan los mismos colaboradores y está basado en el salario de estos; el taller de servicio brindó la información de los salarios, por lo cual se toma esa información para calcular el total para esa semana de movilización de áreas.

Las capacitaciones estarían incluidas en el costo de la contratación del profesional en ingeniería industrial para la capacitación del movimiento de áreas y el nuevo flujo del proceso y en el salario del jefe de taller la capacitación para los dos colaboradores que realizaran las actividades de rebobinado.

En la siguiente tabla, se presenta la información de los salarios de los colaboradores para incluirlo dentro del costo de inversión. (Ver tabla N°70)

**Tabla 70 Salarios colaboradores Taller Ginés Electric.**

<b>Salarios colaboradores Taller Ginés Electric.</b>	
<b>Ayudante de taller</b>	¢325 000,00
<b>Jefe de taller</b>	¢650 000,00
<b>Mecánico 1</b>	¢425 000,00
<b>Mecánico 2</b>	¢475 000,00
<b>Total de salarios al mes</b>	¢1 875 000,00
<b>Total de salarios por semana</b>	¢468 750,00

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

Seguidamente, en la tabla N°71 se muestra el costo total de la inversión que debe realizar el taller de servicio Ginés Electric. (Ver tabla N°71)

**Tabla 71 Costo total de inversión**

<b>Costo total de Inversión</b>		
<b>N° Costo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo</b>
<b>1</b>	Extractor de aire para horno	¢725 000,00
<b>2</b>	Contratación de ingeniero industrial (costo por las 10 semanas)	¢1 701 355,50
<b>3</b>	Movimiento de áreas para la redistribución	¢468 750,00
	<b>Total de inversión</b>	<b>¢2 895 105,50</b>

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

El taller de servicio debe realizar una inversión de ¢2.895.105,50 colones para implementar las mejoras propuestas, todas estas serán dirigidas por el profesional en Ingeniería Industrial, junto con el dueño del taller.

Con respecto a los ingresos, el taller no brindó un monto promedio del costo de las reparaciones; el promedio adquirido surge de la información que la responsable de esta tesis tiene, basado en otra investigación realizada anteriormente, este promedio es obtenido de las ventas de julio del 2018, se presenta la tabla N° 72 con los datos de las ventas. (Ver tabla N°72)

**Tabla 72 Ventas mes de julio 2018**

<b>Ventas Mes de Julio 2018</b>			
<b>N° de Orden</b>	<b>Fecha</b>	<b>Cliente</b>	<b>Monto</b>
14752	04/07/2018	Cliente de contado	¢141 444,00
14755	05/07/2018	El Ángel S.A.	¢227 699,52
14758	06/07/2018	Recolección de reciclaje S.A (2252-4016)	¢215 830,01
14759	06/07/2018	Cliente de contado	¢163 850,00
14763	09/07/2018	Electro Maz LTDA.	¢70 061,31
14766	10/07/2018	KAI Construcciones, S.A. (KAI Construcciones)	¢101 700,00
14777	13/07/2018	Climatiza Climatización Industrial S.A. (Climatiza Climatización Industrial S.A)	¢97 180,00
14779	13/07/2018	Coca Cola Femsa de Costa Rica S.A. (Coca Cola FEMSA)	¢247 357,00
14781	17/07/2018	Cliente de contado (Repuestos y Maquinaria REMAQ S.A)	¢56 950,00
14782	17/07/2018	Almon S.A.	¢265 507,85
14784	18/07/2018	Electro Atlántida SA	¢216 655,15
14788	19/07/2018	SUR Química, S.A. (SUR Química S.A.)	¢180 800,00
14789	19/07/2018	AYA (Acueductos y Alcantarillados El Roble)	¢218 000,16
14791	20/07/2018	Cliente de contado	¢124 300,00
14792	23/07/2018	Cliente de contado (Franklin Aguilar)	¢84 750,00
14793	23/07/2018	Cliente de contado (Electrónica Industrial)	¢50 850,00
14795	26/07/2018	Cliente de contado	¢231 424,00
14796	26/07/2018	Cliente de contado	¢78 560,00
14797	26/07/2018	Cliente de contado	¢95 711,00
14799	30/07/2018	Cliente de contado	¢175 000,00
14800	31/07/2018	ALMON S.A.	¢135 189,65
<b>Promedio de ventas</b>			<b>¢151 372,36</b>

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

Como se observa en la tabla N°72 el monto promedio del costo de la reparación del rebobinado de motores es de ¢151.372,36 colones por motor.

Al tener la información completa para realizar el análisis costo beneficio, se realiza la siguiente tabla. (Ver tabla N°73)

Tabla 73 Análisis Costo-Beneficio Taller Ginés Electric

<b>Análisis Costo Beneficio</b>				
<b>Costo</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Septiembre</b>	<b>Octubre</b>	<b>Noviembre</b>	<b>Diciembre</b>
<b>Extractor de aire para horno</b>	¢725 000,00			
<b>Contratación de Ingeniero Industrial</b>	¢680 542,20	¢680 542,20	¢340 271,10	
<b>Movimiento de áreas para la redistribución</b>	¢468 750,00			
<b>Total de Costos</b>	<b>¢1 874 292,20</b>	<b>¢680 542,20</b>	<b>¢340 271,10</b>	<b>¢0,00</b>
<b>Beneficio</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Septiembre</b>	<b>Octubre</b>	<b>Noviembre</b>	<b>Diciembre</b>
<b>Ingresos por ventas(Proyectado)</b>	¢11.352.927,32	¢10.898.810,23	¢10.444.693,14	¢10.141.948,41
<b>Diferencia (Beneficio-costos)</b>	¢9 478 635,12	¢10 218 268,03	¢10 104 422,04	¢10 141 948,41
<b>Relación Beneficio/costo</b>	<b>¢6,06</b>	<b>¢16,01</b>	<b>¢30,70</b>	<b>¢0,00</b>

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

Al realizar el análisis costo-beneficio para el taller Ginés Electric, se observa que las ventas sobrepasan los costos, en la diferencia (beneficio-costos) no queda ningún mes en negativo, lo que quiere decir que el proyecto es rentable.

En el dato de relación beneficio/costo, quiere decir que, por cada colón invertido en estas mejoras, se devuelven ¢6,06 en el primer mes, ¢16,01 en el segundo mes y ¢30,70 en el tercer mes.

### **Plan de implementación**

El plan de implementación describe cómo se va a ejecutar la mejora propuesta en el taller de servicio, a continuación se presenta las actividades a realizar. (Ver tabla N°74)

**Tabla 74 Plan de implementación de mejoras en Taller Ginés Electric**

<b>Plan de implementación de mejoras en Taller Ginés Electric</b>			
<b>N° de actividad</b>	<b>Actividad</b>	<b>Responsable</b>	<b>Duración aproximada (Semanas)</b>
<b>1</b>	Instalar extractor de aire para horno	Empresa contratada	2
<b>2</b>	Realizar los movimientos de las áreas para la nueva distribución de planta	Personal de taller	2
<b>3</b>	Capacitar al personal de taller para explicar el nuevo procedimiento de movimiento del motor	Ingeniera contratada	1
<b>4</b>	Capacitar al ayudante del taller y mecánico 2 para realizar labores de rebobinado de motores	Jefe de taller	4
<b>5</b>	Capacitar a Recepcionista para llevar el plan de producción	Ingeniera contratada	1
<b>Duración del Plan de implementación</b>			<b>10</b>

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

La actividad N°1, instalar el extractor de aire para el horno donde se realiza el secado del barniz del rebobinado; como se mencionó, este equipo actualmente no cuenta con ninguna salida de aire, esta instalación tarda 4 semanas en realizar el ducto e instalarlo en el taller.

La actividad N°2, cuando se tenga el ducto listo se realiza el movimiento de las áreas, este movimiento lo puede realizar los mismos colaboradores, ya que solo es movimiento de mesas de trabajo, estantes y herramientas de mano.

Con respecto a la actividad N°3, luego de realizar el cambio, se realiza una capacitación para explicarles cómo va funcionar el proceso del motor, eliminando varios traslados y mejorando las distancias para que el motor pase por cada área.

La actividad N°4 corresponde a la capacitación que se debe dar al ayudante de taller y mecánico 2 para realizar labores de rebobinado, la duración es de 4 semanas; se hace la salvedad de que estos colaboradores ya tienen estudios en mecánica y poseen la experiencia de muchos años en el taller de servicio, por lo que su comprensión a esta capacitación será más fácil que con una persona nueva.

Y, por último, la actividad N°5 corresponde a capacitar a la recepcionista para que lleve el control del plan de producción, esto al efectuarse en un documento de Excel, es fácil de modificar.

Seguidamente se presenta un diagrama de Gantt con los plazos de cada una de las actividades del plan de implementación. (Ver tabla N°71). Esta actividad tiene una duración de 8 semanas.





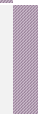





**Tabla 75 Plan de implementación de las mejoras en Taller de Servicio Ginés Electric.**

**Planificador de proyectos**

Plan de implementación de las mejoras en Taller de Servicio Gines Electric.

**Periodo resaltado: 1**


 Duración del plan

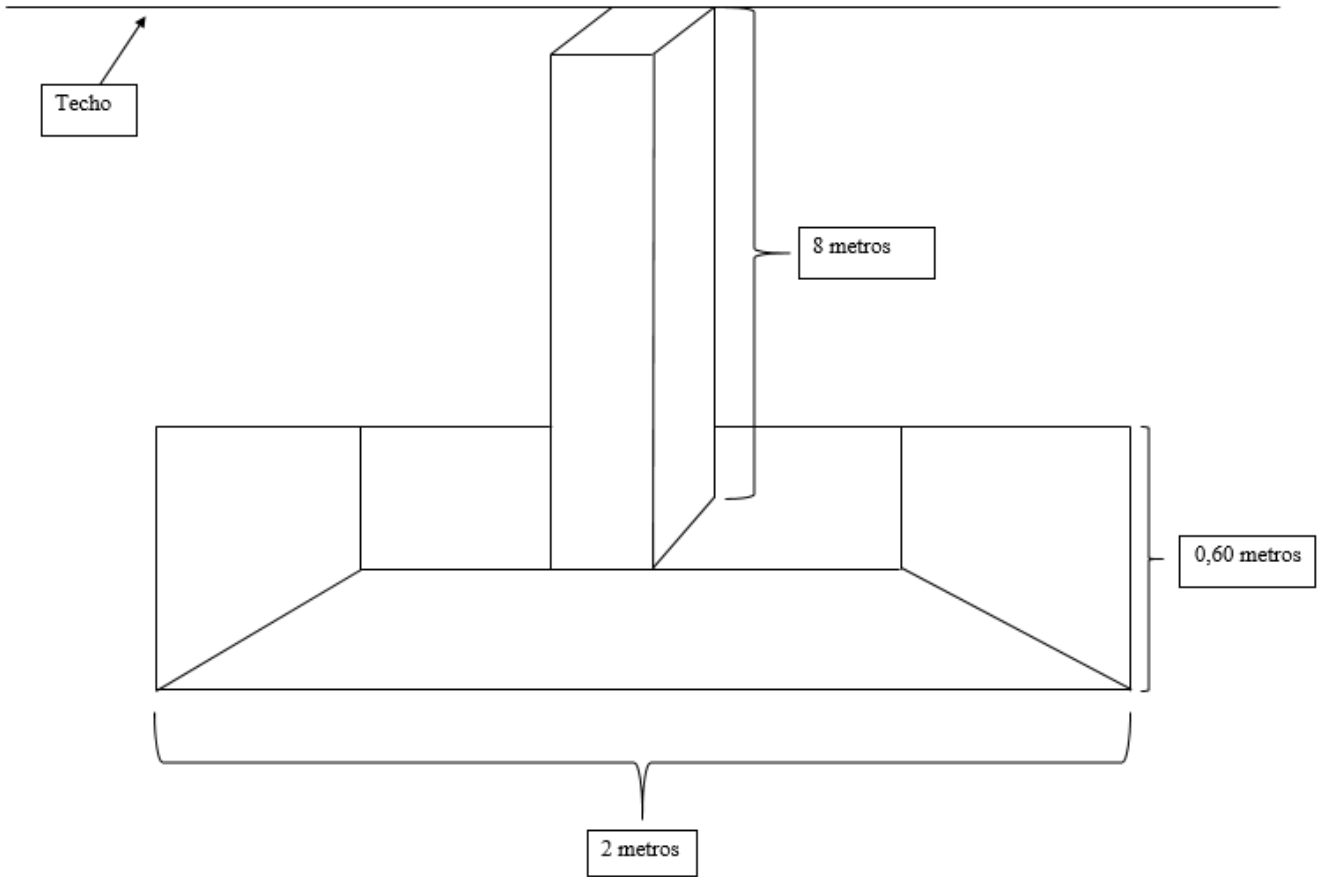
ACTIVIDAD	INICIO DEL PLAN	DURACIÓN DEL PLAN	INICIO REAL	DURACIÓN REAL	PORCENTAJE COMPLETADO	PERIODOS											
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Instalar extractor de aire para horno	1	2	1	2	0%												
Realizar los movimientos de las áreas	3	1	3	1	0%												
Capacitar al personal de taller para explicar sobre nueva redistribución de planta	4	1	4	1	0%												
Capacitar al ayudante del taller y mecánico 2 para realizar labores de rebobinado	5	4	5	4	0%												
Capacitar a recepcionista para llevar el plan de producción	5	1	5	1	0%												

Fuente: (Berrocal Loaiza, 2020)

## APÉNDICES

## Apéndice 1 Cotización Interna por el costo del extractor de aire

		
Cotización N° 001		
Fecha:	1/10/2020	
Cliente:	Taller de servicio	
Contacto:		
E-mail:		
N° de telefono:		
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Monto</b>
1	Extractor de aire manual Ducto de 50 cm x 50 cm Hierro #26 Inlcuye instalación	€ 725 000,00
	<b>Sub total</b>	<b>€ 725 000,00</b>
	<b>IVA</b>	<b>€ -</b>
	<b>Total</b>	<b>€ 725 000,00</b>
Garantía:		
Fecha de entrega:	2 semanas	
Forma de pago:	N/A	

**Apéndice 2 Diseño del extractor de aire**

## REFERENCIAS

- 50Minutos.es – Economía y empresa. (2016). *50Minutos.es – Economía y empresa*. Obtenido de <https://books.google.co.cr/books?id=3WDyCwAAQBAJ&pg=PT17&dq=como+hacer+un+diagrama+de+pareto&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwir0MDQj8bqAhVkJZN8KHYYbyDHYQ6AEwAHoECAEQAg#v=onepage&q=como%20hacer%20un%20diagrama%20de%20pareto&f=false>
- Agustín Cruelles, J. (2012). *Stocks, Procesos y dirección de Operaciones*. Barcelona: Marcombo, S.A.
- Baca Urbina, G., Cruz Valderrama, M., Vásquez, I., Gutiérrez Matus, J., Pacheco Espejel, A., Rivera González, A., y otros. (2014). *Introducción a la Ingeniería Industrial*. México: Grupo Editorial Patria, S.A. de C.V.
- Berrocal Loaiza, D. (2020).
- Buzón Quijada, J. (sf). Operaciones y procesos de producción. En J. A. Buzón Quijada, *Operaciones y procesos de producción* (pág. 270). España: Elearning S.L.
- Casals, M., Forcada, N., & Roca, X. (2008). *Diseño de complejos industriales. Fundamentos*. Barcelona: Edicions UPC.
- Caso Neira, A. (2003). Sistemas de incentivos a la producción. En A. Caso Neira, *Sistemas de incentivos a la producción* (pág. 43). Madrid: Fundación Confemetal.
- Cruelles, J. A. (2012). *Productividad e incentivos: Cómo hacer que los tiempos de fabricación se cumplan*. Barcelona: Marcombo, S.A.
- EcuRed. (sf). Obtenido de [https://www.ecured.cu/Caballo\\_de\\_fuerza#:~:text=Concepto%3A,'caballo%20de%20potencia'](https://www.ecured.cu/Caballo_de_fuerza#:~:text=Concepto%3A,'caballo%20de%20potencia')).
- Hernández Sampieri, R. (2014). Metodología de la Investigación. En R. Hernández Sampieri. México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Hernández Sampieri, R. (2018). Metodología de la Investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. En R. Hernández Sampieri, *Metodología de la Investigación: Las rutas*

*cuantitativa, cualitativa y mixta* (pág. 10). México: McGRAW-HILL INTERAMERICANA.

Hitpass, B. (2017). Business Process Management (BPM). En B. Hitpass, *Business Process Management (BPM)* (pág. 16). Santiago: Universidad Técnica Federico Santa María.

Instituto de Energía y Termodinámica. (2002). *Curso Motores Eléctricos*. COPYRIGHT.

Jaén, U. d. (sf). *Universidad de Jaén*. Obtenido de Universidad de Jaén: [http://www.ujaen.es/investiga/tics\\_tfg/enfo\\_cuanti.html](http://www.ujaen.es/investiga/tics_tfg/enfo_cuanti.html)

López Lemos, P. (2016). *Herramientas para la Mejora de la Calidad*. Madrid: Fundación Confemetal.

Maldonado Gómez, H., Sepúlveda Rico, C., & Vargas Abad, A. (sf). Guía para Diseño, Construcción e Interpretación de Indicadores. En H. Maldonado Gómez, C. E. Sepúlveda Rico, & A. Vargas Abad, *Guía para Diseño, Construcción e Interpretación de Indicadores* (pág. 13). Dane.

Marcillo Merino, M., Mero Lino, E., Mercedes Ortiz, M., Borja Gordillo, F., Andrade Álvarez, R., & Jaime Calderon, F. (2017). Elementos Básicos del Control de Procesos. En M. J. Marcillo Merino, E. A. Mero Lino, M. Mercedes Ortiz, F. Borja Gordillo, R. Andrade Álvarez, & F. E. Jaime Calderon, *Elementos Básicos del Control de Procesos* (pág. 13). Área de Innovación y Desarrollo, S.L.

Miranda González, F., Chamorro Mera, A., & Rubio Lacoba, S. (2007). *Introducción a la Gestión de la Calidad*. Madrid: Delta.

Monsalve Fonnegra, G. (2018). *Planificación de Operaciones de Manufactura y Servicios*. Medellín: Instituto Tecnológico Metropolitano.

Motores y Drives Eléctricos de las Californias. (sf). *Motores y Drives Eléctricos de las Californias*. Obtenido de <https://www.motoresydrives.com/rebobinado-reparacion-de-motores-electricos/>

Pérez Gómez, L. S., & Reato, C. (2019). *LEAN SIX SIGMA Sistema de Gestión para Liderar Empresas*. Barcelona: Marge Books.

- Platas García, J. A., & Cervantes Valencia, M. I. (2014). *Planeación, diseño y layout de instalaciones. Un enfoque por competencias*. México: Grupo Editorial Patria, S.A. de C.V.
- Rincón Soto, C., & Villarreal, F. (2014). *Contabilidad de Costos I*. Bogotá: Ediciones de la U.
- Salazar López, B. (2009). *Ingeniería Industrial Online*. Obtenido de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/que-es-el-estudio-de-tiempos/>
- Salta, U. C. (2019). *StuDocu*. Obtenido de <https://www.studocu.com/es-ar/document/universidad-catolica-de-salta/estadistica/apuntes-de-clase/tabla-t-de-student/3079569/view>
- Serrano Cobos, M. (2019). *Optimización de la Cadena Logística*. España: Elearning S.L.
- Tous Zamora, D., Guzmán Parra, V. F., Cordero Tous, M., & Sánchez Teba, E. M. (2019). *Sistemas de producción. Análisis de las actividades primarias de la cadena de valor*. Madrid: ESIC EDITORIAL.