



UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

DISEÑO DE UN SISTEMA DE MEJORA PARA LOS PROCESOS OPERATIVOS, EN LA RECTIFICADORA RECTIMOTOR EN LA CIUDAD DE AMBATO

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial.

Autor:

Medranda Gutiérrez Edward José

Tutora:

Ing. Naranjo Mantilla Olga Marisol, Mg.

AMBATO - ECUADOR

2023

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Medranda Gutiérrez Edward José, declaro ser autor del Trabajo de Titulación con el nombre **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE MEJORA PARA LOS PROCESOS OPERATIVOS, EN LA RECTIFICADORA RECTIMOTOR EN LA CIUDAD DE AMBATO”**, como requisito para optar al grado de Ingeniero Industrial y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Ambato, a los 31 días del mes de julio de 2023, firmo conforme:

Autor: Medranda Gutiérrez Edward José

Firma: 

Número de Cédula: 1805306014

Dirección: Provincia Tungurahua, Cantón Ambato

Correo Electrónico: edwardjm@hotmail.es

Teléfono: 0992618055

APROBACIÓN DE LA TUTORA

En mi calidad de Tutora del Trabajo de Titulación “**DISEÑO DE UN SISTEMA DE MEJORA PARA LOS PROCESOS OPERATIVOS, EN LA RECTIFICADORA RECTIMOTOR EN LA CIUDAD DE AMBATO**” presentado por el Sr. Medranda Gutiérrez Edward José, para optar por el Título de Ingeniero Industrial.

CERTIFICO

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Tribunal Examinador que se designe.

Ambato, 31 de julio del 2023



Ing. Naranjo Mantilla Olga Marisol, Mg.

Tutora

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Ambato, 31 de julio del 2023



.....
Medranda Gutiérrez Edward José

C.I. 1805306014

APROBACIÓN TRIBUNAL

El trabajo de Titulación ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE MEJORA PARA LOS PROCESOS OPERATIVOS, EN LA RECTIFICADORA RECTIMOTOR EN LA CIUDAD DE AMBATO”**, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del trabajo de titulación.

Ambato, 31 de julio del 2023

.....

Ing. Cáceres Miranda Lorena Elizabeth, Mg
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

.....

Ing. Sánchez Díaz Patricio Eduardo, Mg
VOCAL

.....

Ing. Lara Calle Andrés Rogelio, Mg
VOCAL

DEDICATORIA

Dedico mi tesis a:

A Dios por darme la vida, la salud y fuerzas para seguir este camino de éxito.

A mis padres quienes han estado a mi lado apoyándome incondicionalmente para no tropezar en mi vida universitaria y en la vida.

A mis hermanos quienes me han ayudado sosteniéndome para no rendirme.

A mi pareja quien me ha sabido aconsejar, apoyar y levantar en los malos momentos viendo en mí una persona de bien y un gran profesional.

Edward José Medranda Gutiérrez

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Facultad de Ingeniería y Tecnologías de la información de la Universidad Tecnológica Indoamérica por abrirme las puertas y ayudarme a preparar profesionalmente.

A mis docentes por impartirme sus conocimientos, ayudándome en mi vida profesional.

A Dios, por proveer económicamente.

A mi familia y pareja por su paciencia, consejos y ayuda en esta etapa Universitaria.

Gracias

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	ii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	iv
APROBACIÓN TRIBUNAL.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xii
ÍNDICE DE IMÁGENES	xiii
ÍNDICE DE FÓRMULAS	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xv
RESUMEN EJECUTIVO	xvii
ABSTRACT	xvii

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

Introducción.....	1
Antecedentes.....	3
Justificación.....	3
Objetivo General.....	4
Objetivos Específicos.....	4

CAPÍTULO II INGENIERÍA DEL PROYECTO

Diagnóstico de la situación actual de la empresa	5
Diagnóstico de RECTIMOTOR mediante encuesta	9
Layout actual de la empresa RECTIMOTOR	19
Determinación de causas	20
Diagrama de Ishikawa.....	20

Problemas encontrados en el proceso operativo	22
Diagrama de Pareto RECTIMOTOR	24
Estudio de tiempos	25
Área de estudio	36
Diagnóstico de RECTIMOTOR mediante entrevista	36
Modelo operativo.....	38

CAPÍTULO III

PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

Presentación de la propuesta	40
Diseño de la nueva distribución de planta.....	40
Diagrama del proceso operativo propuesto	51
Reducción de tiempo en las etapas del proceso.....	57
Análisis de costo de la propuesta.....	58
Curva de costos.....	60

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones.....	61
Bibliografía.....	65
Recomendaciones.....	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cuadro de trabajadores de la empresa	9
Tabla 2. Capacitación.....	10
Tabla 3. Método de las 5S	11
Tabla 4. Ubicación herramientas	12
Tabla 5. Retraso de entrega	13
Tabla 6. Áreas de trabajo.....	14
Tabla 7. Lugar de trabajo	15
Tabla 8. Resumen de las encuestas	16
Tabla 9. Problemas identificados en el proceso operativo	23
Tabla 10. Número recomendado de ciclos de observación de General Electric ..	26
Tabla 11. Calificación del desempeño según el Sistema Westinghouse.....	27
Tabla 12. Holguras recomendadas por ILO	28
Tabla 13. Ficha de observación	29
Tabla 14. Cursograma analítico de proceso	30
Tabla 15. Toma de muestras para el proceso de evaluación del estado del motor.	31
Tabla 16. Calificación del desempeño	32
Tabla 17. Cálculo de suplementos	33
Tabla 18. Resultados del estudio de tiempos.....	34
Tabla 19. Área de estudio.....	36
Tabla 20. Áreas de la empresa.....	41
Tabla 21. Motivo para relación de procesos.....	41
Tabla 22. Valor de proximidad.....	42
Tabla 23. Pares ordenados de relaciones.....	43
Tabla 24. Ahorro de tiempo con la distribución de planta propuesta	48
Tabla 25. Indicadores de medición del proceso de rectificación.....	50
Tabla 26. Diagrama de flujo del proceso de Rectimotor.....	52

Tabla 27. Procesos y subprocesos estratégicos	53
Tabla 28. Procesos y subprocesos operativos.....	54
Tabla 29. Procesos y subprocesos de apoyo.....	55
Tabla 30. Presupuesto del desarrollo de la propuesta de mejora.....	58
Tabla 31. Cronograma para la implantación de la propuesta durante 6 meses. ...	59

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Capacitación.....	10
Gráfico 2 Método de las 5S.....	11
Gráfico 3. Ubicación herramientas.....	12
Gráfico 4 Retraso de entrega.....	13
Gráfico 5. Áreas de trabajo.....	14
Gráfico 6. Lugar de trabajo.....	15
Gráfico 7. Layout de la empresa Rectimotor.....	19
Gráfico 8. Diagrama Causa Efecto RECTIMOTOR, (Great Container Compañía, 2020).....	21
Gráfico 9. Representación gráfica del Diagrama de Pareto.....	24
Gráfico 10. Modelo Operativo.....	38
Gráfico 11. Relaciones entre áreas.....	43
Gráfico 12. Flujo de proceso con la distribución de planta actual.....	45
Gráfico 13. Flujo de proceso con la distribución de planta propuesta.....	47
Gráfico 14. Ahorro de tiempo y distancia.....	48
Gráfico 15. Mapa de procesos de la empresa RECTIMOTOR.....	56
Gráfico 16. Organigrama propuesto para la empresa RECTIMOTOR.....	57
Gráfico 17. Curva de costos.....	60

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Recepción del elemento	5
Imagen 2. Medición	6
Imagen 3. Lavado.....	6
Imagen 4. Maquinado.....	7
Imagen 5. Limpieza.....	8
Imagen 6. Inspección	8
Imagen 7. Entrega	9

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Tiempo observado.....	34
Ecuación 2. Tiempo normal	35
Ecuación 3. Tiempo estandar.....	35
Ecuación 4. Maquinado.....	7
Ecuación 5. Limpieza.....	8
Ecuación 6. Inspección.....	8
Ecuación 7. Entrega	9

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Problemas encontrados en la empresa	678
Anexo 2 Formato de encuesta al personal operativo	69
Anexo 3 Diseño de entrevista.....	70
Anexo 4 Carta de confirmidad de la empresa Rectimotor	71
Anexo 5 Tabla de la OIT.....	72

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA: “DISEÑO DE UN SISTEMA DE MEJORA PARA LOS PROCESOS OPERATIVOS, EN LA RECTIFICADORA RECTIMOTOR EN LA CIUDAD DE AMBATO”.

AUTOR: Medranda Gutiérrez Edward José

TUTORA: Ing. Naranjo Mantilla Olga Marisol, Mg.

RESUMEN EJECUTIVO

En el presente trabajo de titulación se trazó como objetivo diseñar un sistema de mejora para los procesos operativos para la Rectificadora Rectimotor de la ciudad de Ambato, para lo cual se realizó un diagnóstico del estado actual de la empresa, identificando los procesos que son: distribución de la planta, tiempos, entre otras características, para ello, se aplicó una encuesta a los trabajadores, así como de herramientas de calidad como el diagrama causa-efecto y diagrama de Pareto, de donde se obtienen los puntos críticos susceptibles de mejora que son las bases para diseñar la propuesta que se enfocó en un modelo operativo de cuatro fases, diseño de la nueva distribución de planta para optimizar los espacios de trabajo en los procesos productivos, diagrama del proceso operativo propuesto con el propósito de definir la estructura operativa y definir actividades específicas para cada etapa del proceso de rectificación de motores, reducción de tiempo en las etapas del proceso con el objetivo de maximizar en volumen de producción y aumentar ventas en determinados tiempos y el análisis de costo de la propuesta para conocer si la implementación de este plan de mejora tendrá repercusiones positivas en los procesos productivos de la empresa de rectificación de motores “Rectimotor”.

Descriptor: Procesos, rectificado, redistribución, tiempos.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

THEME: “DESIGN OF AN IMPROVEMENT SYSTEM FOR OPERATING PROCESSES, IN THE RECTIMOTOR GRINDER IN THE CITY OF AMBATO”

AUTHOR: Medrada Gutiérrez Edward José

TUTORA: Ing. Naranjo Mantilla Olga Marisol, Mg.

ABSTRACT

The objective of this degree work was to design an improvement system for the operative processes of Rectimotor Rectifier in the city of Ambato, for which a diagnosis of the current state of the company was made, identifying the processes that are: Plant distribution, times, among other characteristics, for this, a survey was applied to workers, as well as quality tools such as the cause-effect diagram and Pareto diagram, from which the critical points susceptible to improvement are obtained which are the basis for designing the proposal that focused on a four-phase operating model, design of the new plant distribution to optimize the work spaces in the productive processes, diagram of the proposed operating process with the purpose of defining the operating structure and defining specific activities for each stage of the engine rectification process, reduction of time in the stages of the process with the objective of maximizing production volume and increasing sales in certain times, and the cost analysis of the proposal to determine if the implementation of this improvement plan will have positive repercussions in the production processes of the engine rectification company "Rectimotor".

Descriptors: Processes, grinding, redistribution, times.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Tema:

“Diseño de un sistema de mejora para los procesos operativos, en la rectificadora Rectimotor en la ciudad de Ambato”

Introducción

En la actualidad existen varias empresas dedicadas a la rectificación de motores, cada una cuenta con diferentes métodos y varios objetivos, pero el más importante es la calidad de servicio, ganándose al cliente. La empresa cuenta actualmente con los procesos de recepción del elemento a ser trabajado, medición y diagnóstico, lavado, maquinado, limpieza, inspección y entrega del motor. Hay que tener en cuenta que los procesos tienen un valor fundamental por ello es importante que cada uno de ellos, esté ordenado y cumpla sus funciones. La organización en el taller garantiza la calidad del servicio, naciendo una cultura en cada trabajador manteniendo sus líneas de trabajo de forma continua sin necesidad de parar perdiendo tiempo y dinero. De modo que, se hace indispensable conocer el significado de calidad. En el transcurso del tiempo nacen nuevos conceptos, se analizarán las definiciones de algunos gurús de la calidad (Great Container Compañia, 2020).

Crosby (1979), estableció que la calidad se lograría cuando la producción pudiera entregar productos que cumplieran con los estándares establecidos por la gerencia. Cuando se habla de calidad se habla de estándares, procesos y de mejora continua; no se supervisión ni correcciones (Deming, 1982).

De esta manera las empresas que desean crecer tienen que implementar la calidad en sus procesos para obtener un producto o servicio competitivo en el mercado, siendo un punto fuerte para lograr la excelencia en la gestión de las organizaciones, los cuales se han visto en la necesidad de permitir que el personal invierta conocimiento en la misma para explotar al máximo y así llegando a cumplir el potencial de la empresa.

El presente trabajo se adapta para hacer un diagnóstico de la empresa Rectimotor en los procesos operativos describiendo propuestas que ayuden en el mantenimiento y crecimiento del mismo.

En el capítulo I se presenta los antecedentes como bases teóricas para la elaboración del presente trabajo, así como los objetivos planteados en el mismo.

En el capítulo II se presenta la ingeniería del proyecto, en donde se expone el diagnóstico de la situación actual de la empresa con su layout para una mejor ubicación de sus instalaciones y se determinan las causas que provocan el problema mediante el diagrama Ishikawa y su representación gráfica en el diagrama de Pareto lo que se apoya de la entrevista aplicada a la empresa Rectimotor (Anexo 1). Al final se detalla el modelo operativo a seguir el cual está estructurado por la filosofía, la estructura y el mapa de procesos organizacional, además del diagrama general del proceso de rectificación y el proceso de reparación de motores.

En el capítulo III se presenta los resultados de la aplicación del estudio de tiempos y la distribución de planta como propuesta dejando asentado los indicadores de medición de procesos.

Finalmente, el capítulo IV está compuesto por las conclusiones y recomendaciones en relación a los objetivos planteados.

Antecedentes

Actualmente la empresa no cuenta con un sistema para los procesos operativos, en la rectificadora se lleva a cabo los procesos de una forma empírica, partiendo de la llegada del motor al Taller RECTIMOTOR y luego levantándose la información de una proforma corriente con la cual se describe el daño, pasa por una máquina descarbonizadora para poder ser rectificado y armado, esta línea de trabajo ocasiona desorden en su proceso; es evidente que los automotores hoy en día es una de las principales herramientas de trabajo del ser humano, viéndose un incremento considerable en las vías y en los talleres que proporcionan el servicio de mantenimiento, al existir este aumento de trabajo las rectificadoras se ha sobrecargado en más de una ocasión obteniendo problemas para cumplir con el horario de entrega y con el problemas en el proceso dispuesto a cada motor, ya que por culminar la rectificación del motor apresuradamente no se cumple estrictamente la calidad del servicio en la rectificación de cada automotor, generando molestias en los clientes.

Ante esta situación que presenta en la empresa Rectimotor se propone el sistema de mejora para los procesos operativos, permitiendo ubicarse como una empresa poderosa y competitiva en el mercado nacional.

Justificación

La investigación que se realizó es de suma **importancia** para la empresa Rectimotor ya que se busca dar una solución al problema que es el desorden de los procesos de la rectificadora, este problema ha llevado a que la empresa no tenga un crecimiento, por lo que se buscó erradicar el problema, para así permitir que la empresa trabaje de forma eficiente, pero teniendo en mente la calidad de servicio y gestionando ordenadamente sus procesos.

El **impacto** de esta investigación provoca que la empresa pueda darse cuenta del desorden en sus líneas de trabajo, poniendo en práctica el sistema de mejora para sus procesos propuestos.

La **utilidad** de esta investigación no solo es para la Rectificadora RECTIMOTOR ya que cualquier otro taller que desarrolle las mismas actividades puede poner en práctica esta teoría, llevando así, a que muchas empresas del país puedan considerar ordenar sus procesos para que así desarrollen sus actividades al 100%.

Los principales **beneficiarios** de esta investigación son el área administrativa y operativa ya que pueden ordenar sus procesos vinculando a la calidad en los mismos, para que así, la Rectificadora pueda seguir creciendo y tener prestigio ante los clientes.

La **factibilidad** de este proyecto investigativo es buena ya que la propuesta de un sistema de mejora facilitará la agilidad en sus líneas de trabajo provocando un ajuste y crecimiento organizacional a la empresa.

Objetivo General

Diseñar un sistema de mejora para los procesos operativos, en la Rectificadora Rectimotor en la ciudad de Ambato.

Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual de la empresa, con el fin de identificar los factores que son considerados como débiles, aplicando el diagrama causa-efecto.
- Examinar a través de las herramientas de calidad los resultados encontrados en el diagnóstico para crear los puntos críticos dispuestos para mejora.
- Diseñar una propuesta que permitan eliminar los factores débiles, buscando brindar soluciones efectivas a los procesos productivos de la rectificadora Rectimotor.

CAPÍTULO II

INGENIERÍA DEL PROYECTO

Diagnóstico de la situación actual de la empresa

Rectimotor se encuentra ubicada en el cantón Ambato, teniendo como actividad principal rectificación de motores de auto. Para conocer el estado actual de la empresa es importante definir el proceso que se realiza para llevar a cabo su actividad comercial. A continuación, se describen las actividades mostradas:

1. Recepción del elemento a ser maquinado

El cliente es el encargado de llevar el motor hasta la empresa para su recepción, allí se le crea un código para el ingreso del motor. En la Imagen 1 se puede observar varias partes de motor en el área de recepción.



Imagen 1. Recepción del elemento
Fuente. Empresa Rectimotor

2. Medición y diagnóstico del equipo

Para llevarlas a las dimensiones específicas se saca a las piezas la cantidad exacta de metal, como se observa en la imagen 2.



Imagen 2. Medición de las piezas del cabezote.

Fuente. Empresa Rectimotor

3. Lavado

Es necesario realizar el lavado del motor para seguir con los procesos de rectificado, en la imagen 3 se evidencia como se introduce los componentes del motor en tanques que contienen químicos de alto rendimiento. Lo que ayuda a que el motor o sus partes obtengan una limpieza total.



Imagen 3. Lavado profundo del cabezote

Fuente. Empresa Rectimotor

4. Maquinado

Se inspecciona todo en detalle para ver su condición, decidir si todas las partes son reparables y determinar que operaciones de maquinado se necesitan o si deben ser reemplazadas y se procede a verificar la tolerancia de guías y válvulas, esto implica redimensionarlas mediante moleteado y rimado, también se determinan el estado de los asientos de válvulas y el pandeo del cabezote (Imagen 4). Finalmente se realizan los ensayos hidráulicos previo a la inspección del desgaste de blocks y de los cabezotes, esta inspección es importante por cuanto pueden haber fisuras, tornillos rotos, corrosión o roscas arrasadas.



Imagen 4. Calibración de un motor
Fuente. Empresa Rectimotor

5. Limpieza

En la imagen 5, se puede observar cigüeñales gastados, dañados o rayados o que requieren rectificación, la carga del cojinete sobre un lado del eje provoca que el desgaste se muestre como falta de redondez, las partículas metálicas llevadas en el aceite a través del motor pueden causar el rayado, que también puede ser por suciedad.



Imagen 5. Área de limpieza.
Fuente. Empresa Rectimotor

6. Inspección

En este proceso como se observa en la imagen 6, se procede a dar las calibraciones necesarias para el sentamiento del cigüeñal en el block y se realizan las pruebas respectivas para verificar la calidad del trabajo.



Imagen 6. Inspección de cabezotes
Fuente. Empresa Rectimotor

7. Entrega del elemento maquinado

Se procede a entregar al cliente la pieza maquinada con la garantía pertinente. En la imagen 7 se observa el producto final.

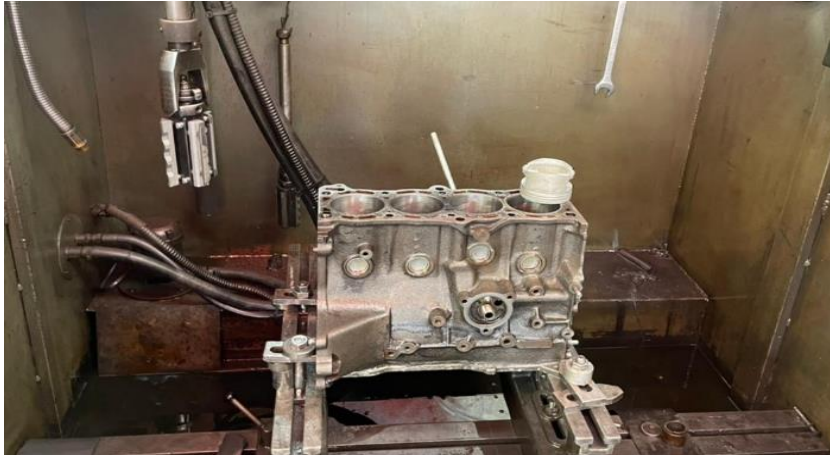


Imagen 7. Entrega del producto final
Fuente. Empresa Rectimotor

Diagnóstico de RECTIMOTOR mediante encuesta

- **Población y muestra**

Para el desarrollo de la investigación se considera a toda la población que está conformada por los diferentes puestos de trabajo, ya que están directamente afectados con los problemas identificados en la empresa; en la Tabla 1 se detalla:

Tabla 1. Puestos de trabajo de la empresa

Puesto de trabajo	Cantidad
Gerente General	1
Secretaria	1
Contadora	1
Encargado de producción	1
Operarios	6
TOTAL	10

Fuente: Empresa Rectimotor
Elaborado por Medranda, Edward (2023).

Para la determinación del problema se van a considerar a los 10 trabajadores que conforman la empresa Rectificadora RECTIMOTOR.

- **Encuesta**

La presente encuesta se la realiza a toda la población de la Rectificadora RECTIMOTOR ya que la población es pequeña no se determina una muestra para la investigación del presente proyecto.

1. ¿Le han impartido a usted alguna capacitación de la mejora de procesos?

Tabla 2. Capacitación

ÍTEM	CATEGORÍAS	FRECUENCIAS	PORCENTAJE
1	SI	2	20,00%
	NO	8	80,00%
	TOTAL	10	100,00%

Fuente: Empresa Rectimotor

Elaborado por Medranda, Edward (2023).



Gráfico 1 Capacitación

Fuente: Empresa Rectimotor.

Elaborado por Medranda, Edward (2023).

Interpretación

En la Tabla 2, Gráfico 1, se puede determinar de la pregunta realizada a la población de la empresa RECTIMOTOR que el 80% no ha recibido ninguna capacitación sobre la mejora de procesos y que el 20% si ha sido capacitado.

Análisis

La mayoría de la población de la empresa no ha sido capacitada en el mejoramiento de procesos lo que puede ocasionar que la empresa no trascienda y no se consiga la visión organización en un corto tiempo.

2. ¿Conoce Ud. el método de las 5S?

Tabla 3. Método de las 5S

ÍTEM	CATEGORÍAS	FRECUENCIAS	PORCENTAJE
2	SI	1	10,00%
	NO	9	90,00%
	TOTAL	10	100,00%

Fuente: Empresa Rectimotor.

Elaborado por Medranda, Edward (2023)



Gráfico 2 Método de las 5S

Fuente: Empresa Rectimotor.

Elaborado por Medranda, Edward (2023).

Interpretación

De la encuesta realizada se puede determinar en la Tabla 3, Gráfico 2 que de la población de la empresa RECTIMOTOR el 90% no conoce el Método de las 5S y que el 10% si lo conoce por algún motivo.

Análisis

Se puede evidenciar que casi todos los trabajadores de la empresa Rectimotor no conocen el Método de las 5S, lo que provoca que las áreas de trabajo no estén limpias y ordenadas.

3. ¿Conoce Ud. donde están las herramientas, máquinas y accesorios de trabajo?

Tabla 4. Ubicación herramientas

ÍTEM	CATEGORÍAS	FRECUENCIAS	PORCENTAJE
3	SI	5	50,00%
	NO	5	50,00%
	TOTAL	10	100,00%

Fuente: Empresa Rectimotor.

Elaborado por Medranda, Edward (2023).

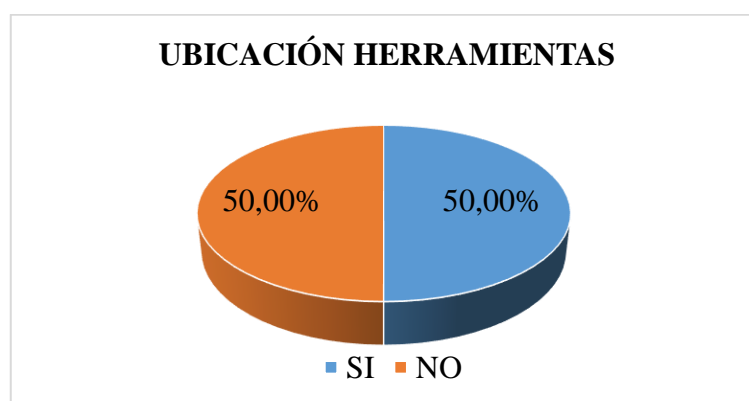


Gráfico 3. Porcentaje de Conocimiento sobre la ubicación de herramientas.

Fuente: Empresa Rectimotor.

Elaborado por Medranda, Edward (2023).

Interpretación

De acuerdo a la Tabla 4, Gráfico 3, el 50% de la población de la empresa RECTIMOTOR no conocen la ubicación de las herramientas, máquinas y accesorios de trabajo, mientras que el 50% de los trabajadores si conocen.

Análisis

Se puede señalar que debido al desorden existente en la empresa RECTIMOTOR los trabajadores no saben dónde se encuentran sus implementos de trabajo, lo que ocasiona el incremento de los tiempos muertos entre sus procesos.

4. ¿Cree Ud. que existen retrasos en la entrega de los elementos maquinados?

Tabla 5. Retraso de entrega

ÍTEM	CATEGORÍAS	FRECUENCIAS	PORCENTAJE
4	SI	7	70,00%
	NO	3	30,00%
	TOTAL	10	100,00%

Fuente: Empresa Rectimotor.

Elaborado por Medranda, Edward (2023).

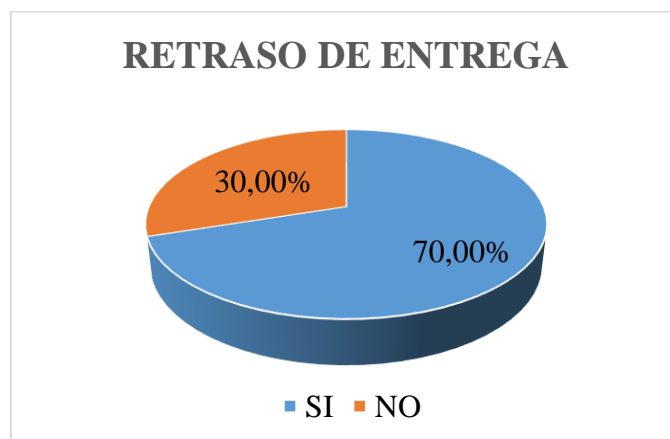


Gráfico 4. Porcentaje de Retraso de entrega.

Fuente: Empresa Rectimotor.

Elaborado por Medranda, Edward (2023)

Interpretación

De la encuesta realiza en la Tabla 5, Gráfico 4 se puede determinar que el 70% de la población piensa que existen retrasos en la entrega de los elementos maquinados y que el 30% consideran que no existen retrasos.

Análisis

Se determina que existen retrasos en la entrega de los elementos maquinados, lo que está ocasionando insatisfacción a los clientes por los tiempos de espera.

5. ¿Se encuentran señalizadas las áreas de trabajo?

Tabla 6. Áreas de trabajo

ÍTEM	CATEGORÍAS	FRECUENCIAS	PORCENTAJE
5	SI	0	0,00%
	NO	10	100,00%
	TOTAL	10	100,00%

Fuente: Empresa Rectimotor.

Elaborado por Medranda, Edward (2023)

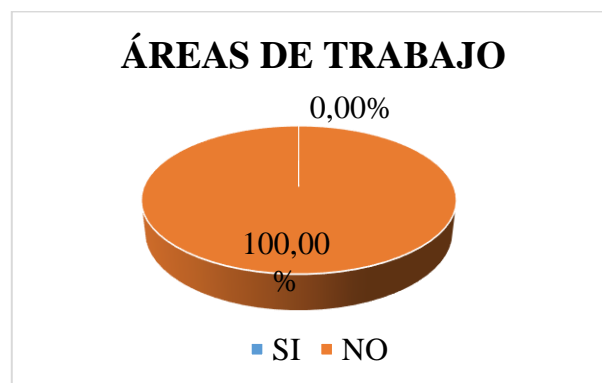


Gráfico 5. Porcentajes de personas que saben las señaléticas en el área de trabajo.

Fuente: Empresa Rectimotor.

Elaborado por Medranda, Edward (2023).

Interpretación

El 100% de la población de la empresa de acuerdo a la Tabla 6, Gráfico 5 indica que no se encuentran señalizadas las áreas de trabajo

Análisis

Se determina que no están señalizadas las diferentes áreas de los procesos operativos por lo cual las operaciones generan movimientos improductivos al momento de mover los elementos a mecanizar, disminuyendo la productividad de las operaciones.

6. ¿Su lugar de trabajo es adecuado para realizar sus actividades?

Tabla 7. Lugar de trabajo

ÍTEM	CATEGORÍAS	FRECUENCIAS	PORCENTAJE
6	SI	2	20,00%
	NO	8	80,00%
	TOTAL	10	100,00%

Fuente: Empresa Rectimotor.

Elaborado por Medranda, Edward (2023).

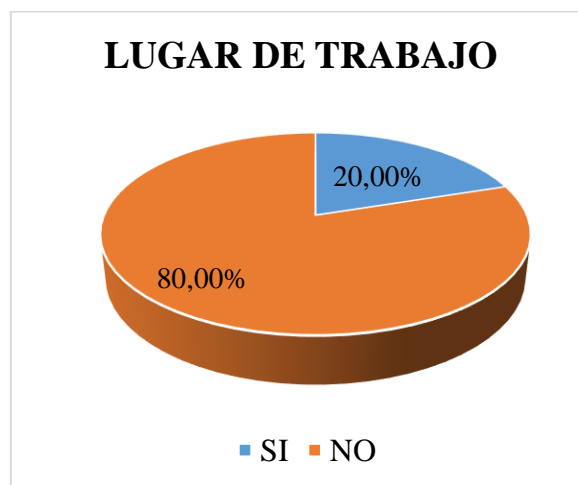


Gráfico 6. Porcentaje de personas que saben su lugar de trabajo.

Fuente: Empresa Rectimotor.

Elaborado por Medranda, Edward (2023).

Interpretación

En la Tabla 7, Gráfico 6, se determina que el 80% de la población de la empresa indica que su lugar de trabajo no es el adecuado para realizar sus actividades diarias, mientras que el 20% indica que si son las correctas.

Análisis

La mayoría de los puestos de trabajo no están bien definidos para la realización de sus actividades laborales, así como también no están bien distribuidas; ocasionando que el clima laboral no sea el adecuado.

- **Resumen de las encuestas**

En la Tabla 8 se detalla el resumen de las encuestas realizadas a los trabajadores de la empresa RECTIMOTOR.

Tabla 8. Resumen de las encuestas

ÍTEM	PREGUNTA	CATEGORÍAS	FRECUENCIAS	PORCENTAJE	ANÁLISIS
1	¿Le han impartido a usted alguna capacitación de la mejora de procesos?	SI	2	20,00%	La mayoría de la población de la empresa no ha sido capacitada en el mejoramiento de procesos lo que puede ocasionar que la empresa no trascienda y no se consiga la visión organización en un corto tiempo.
		NO	8	80,00%	
2	¿Conoce Ud. el método de las 5S?	SI	1	10,00%	Se puede evidenciar que casi todos los trabajadores de la empresa RECTIMOTOR no

ÍTEM	PREGUNTA	CATEGORÍAS	FRECUENCIAS	PORCENTAJE	ANÁLISIS
		NO	9	90,00%	conocen el Método de las 5S, lo que provoca que las áreas de trabajo no estén limpias y ordenadas.
3	¿Conoce Ud. donde están las herramientas, máquinas y accesorios de trabajo?	SI	5	50,00%	Se puede señalar que debido al desorden existente en la empresa RECTIMOTOR los trabajadores no saben dónde se encuentran sus implementos de trabajo, lo que ocasiona el incremento de los tiempos muertos entre sus procesos.
		NO	5	50,00%	
4	¿Cree Ud. que existen retrasos en la entrega de los elementos maquinados?	SI	7	70,00%	Se determina que existen retrasos en la entrega de los elementos maquinados, lo que está ocasionando insatisfacción a los clientes por los tiempos de espera.
		NO	3	30,00%	
5	¿Se encuentran señalizadas las áreas de trabajo?	SI	0	0,00%	Se determina que no están señalizadas las diferentes áreas de los procesos operativos por lo cual las operaciones generan movimientos improductivos al momento de mover los elementos a
		NO	10	100,00%	

ÍTEM	PREGUNTA	CATEGORÍAS	FRECUENCIAS	PORCENTAJE	ANÁLISIS
					mecanizar, disminuyendo la productividad de las operaciones.
6	¿Su lugar de trabajo es adecuado para realizar sus actividades?	SI	2	20,00%	La mayoría de los puestos de trabajo no están bien definidos para la realización de sus actividades laborales, así como también no están bien distribuidas; ocasionando que el clima laboral no sea el adecuado.
		NO	8	80,00%	

Elaborado por Medranda, Edward (2023).

Layout actual de la empresa RECTIMOTOR

En la representación del Gráfico 7, se indica como actualmente está distribuida la empresa RECTIMOTOR.

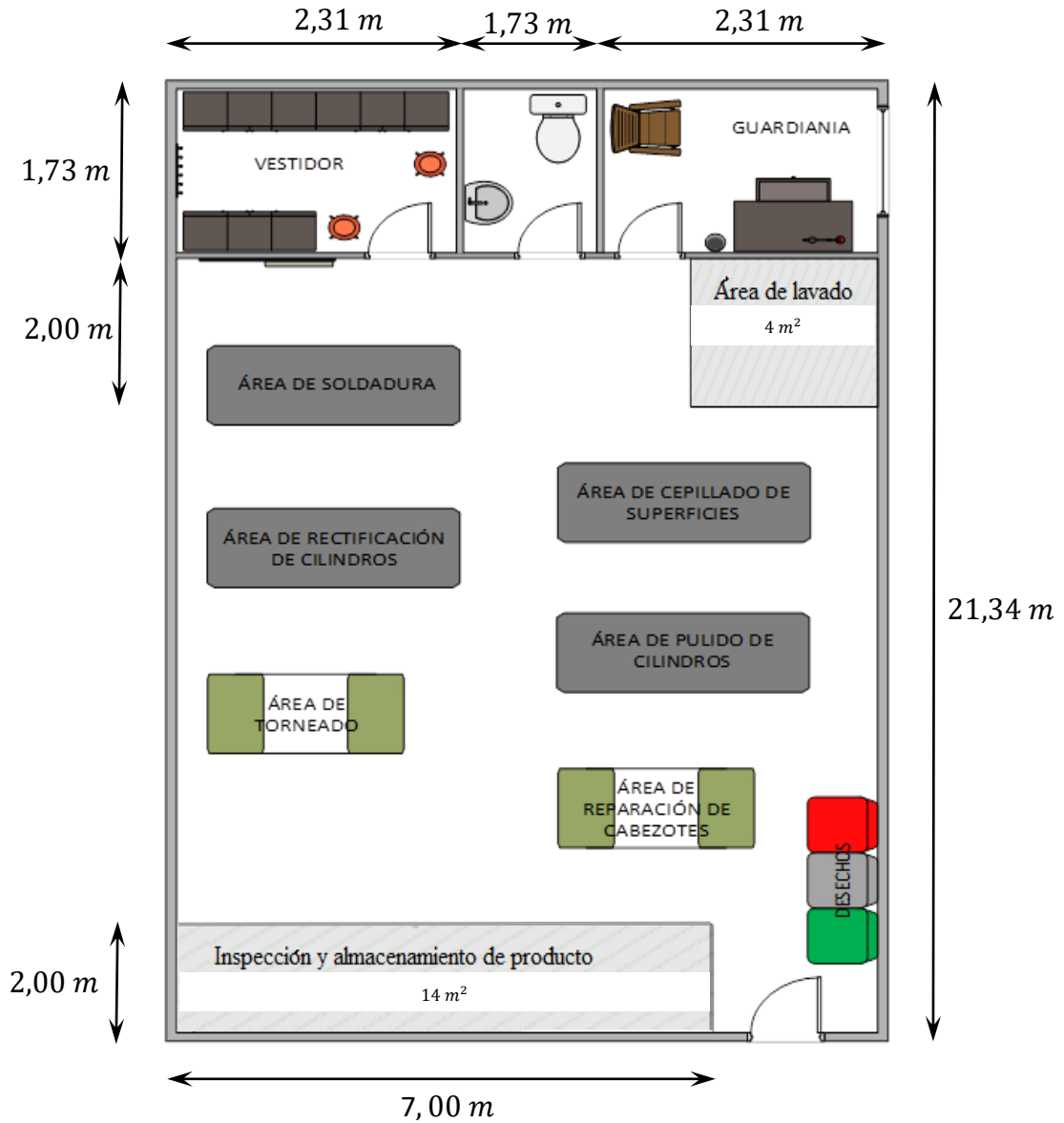


Gráfico 7. Layout de la empresa Rectimotor

Fuente: Empresa Rectimotor.

Elaborado por Medranda, Edward (2023).

Determinación de causas

Se procede a realizar el levantamiento de información referente a los procesos que actualmente se manejan en la empresa y sus respectivos documentos para determinar su situación actual; donde se evidencian problemas tales como un orden inadecuado para el manejo de las máquinas y herramientas y que los procesos son administrados de una forma empírica, sin evidenciar lo realizado en registros.

En los procesos operativos de la empresa Rectimotor no se realizan control de calidad lo que ocasiona que exista reprocesos y genera tiempos muertos elevados, lo que al final termina elevando el costo de los elementos procesados.

Se evidencia que no existe una cultura enfocada en el orden y la limpieza ya que las herramientas y componentes están regados en el piso y sobre las máquinas, lo que produce métodos de trabajo inadecuados y podría generar accidentes y enfermedades laborales. Por otro lado, las máquinas de mecanizado de la empresa Rectimotor presentan paros no programados debido a la falta de mantenimiento ya que su vida útil de servicio ha concluido.

Con el fin de determinar las causas que generan la problemática anteriormente descrita, se utiliza la herramienta de causa-efecto o espina de pescado como un medio para analizar lo que está llevando a la ocurrencia de percances o errores.

Diagrama de Ishikawa

En el gráfico 8, se observa el diagrama causa-efecto, que detalla y evidencia los problemas descritos en la rectificación de motores, que pueden provocar demoras o retrasos o demoras en su entrega.

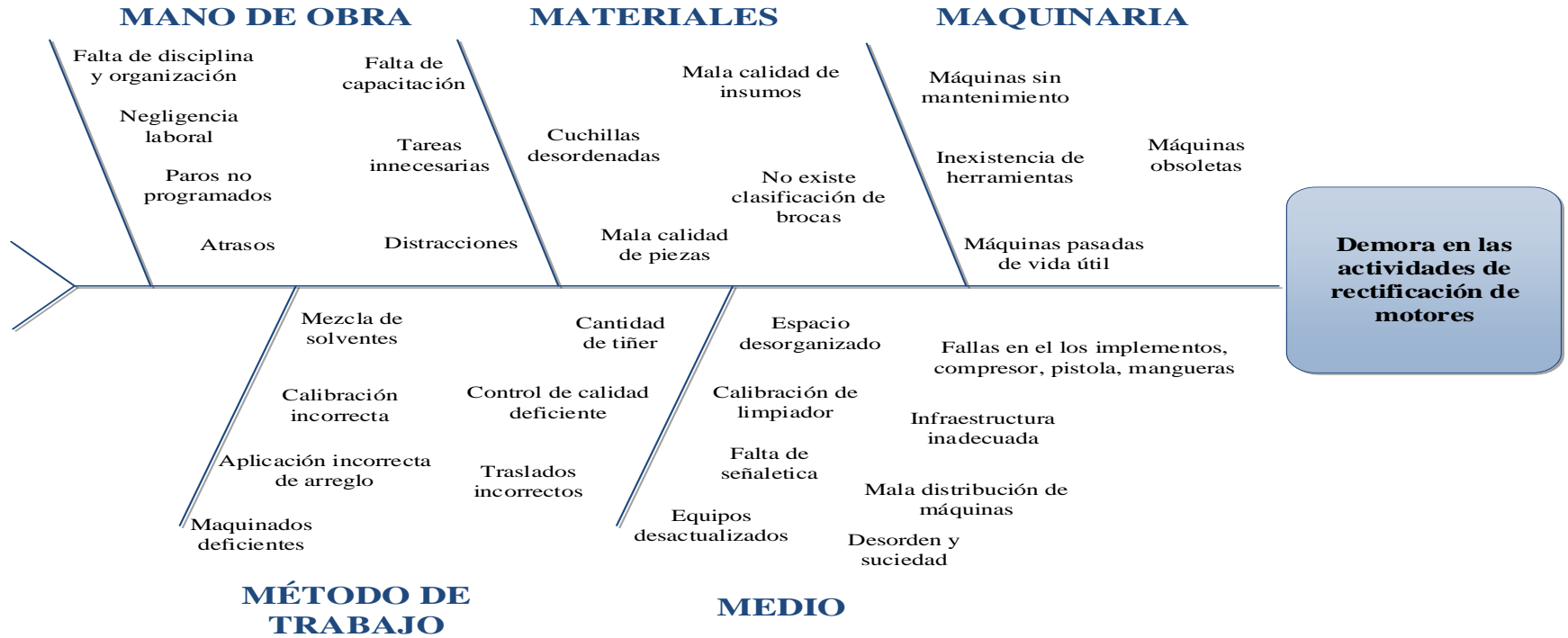


Gráfico 8. Diagrama Causa Efecto RECTIMOTOR,
Fuente: (Great Container Compania, 2020)
Elaborado por Medranda, Edward (2023).

- **Análisis del diagrama de Ishikawa**

El diagrama de Ishikawa aplicando las 5 M, permitió identificar como problema relevante la demora en las actividades de rectificación de motores, teniendo como principales causas los maquinados deficientes, infraestructura inadecuada, paros no programados, tareas innecesarias, piezas de mala calidad, inadecuada clasificación de brocas, máquinas sin mantenimiento, máquinas pasadas de su vida útil. Esto permitirá reducir o eliminar los problemas tomando las acciones correctivas correspondientes.

Con los problemas identificados en el diagrama de Ishikawa, se realizó el diagrama de Pareto que permitió tener una visión mas amplia de la problemática, buscando dar soluciones puntuales para optimizar el proceso de rectificación de motores.

Problemas encontrados en el proceso operativo

Una vez analizada todas las etapas del proceso productivo de la empresa Rectimotor se pudo obtener los problemas.

Donde se presentan las causas que originan los problemas con el número de observaciones que cada una tuvo, estas observaciones serán analizadas para conocer las más importantes y aplicar el método de Pareto para identificar las causas principales.

Mediante el porcentaje acumulado atribuido a cada causa, se categoriza en tres grupos: el grupo con porcentaje acumulado menor que 80% será objeto de estudio, dado que es el grupo que representa mayor frecuencia; el segundo grupo se encuentra entre el rango mayor a 80% y menos a 95%; mientras que el tercer grupo corresponde al rango mayor que 95% y menor que 100%, que es donde se encuentra menos frecuente la causa determinada.

- **Priorización de los problemas encontrados en el proceso operativo**

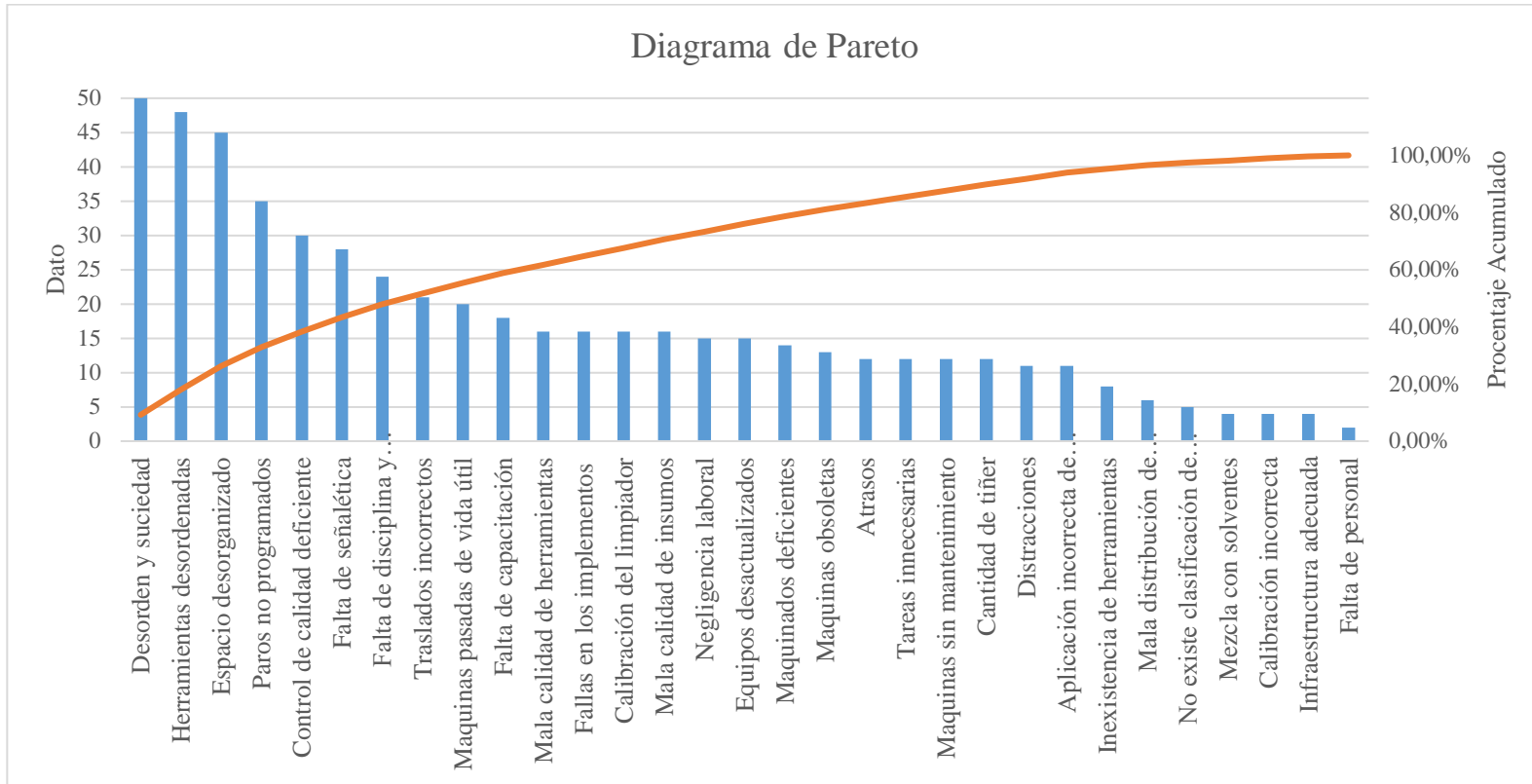
En la tabla 9 se prioriza los problemas encontrados en la empresa RECTIMOTOR, de acuerdo a su importancia.

Tabla 9. Problemas identificados en el proceso operativo

Causas y Datos Ordenado		Dato	Porcentaje	Porcentaje acumulado
1	Desorden y suciedad	50	9,21%	9,21%
2	Herramientas desordenadas	48	8,84%	18,05%
3	Espacio desorganizado	45	8,29%	26,34%
4	Paros no programados	35	6,45%	32,78%
5	Control de calidad deficiente	30	5,52%	38,31%
6	Falta de señalética	28	5,16%	43,46%
7	Falta de disciplina y organización	24	4,42%	47,88%
8	Traslados incorrectos	21	3,87%	51,75%
9	Maquinas pasadas de vida útil	20	3,68%	55,43%
10	Falta de capacitación	18	3,31%	58,75%
11	Mala calidad de herramientas	16	2,95%	61,69%
12	Fallas en los implementos	16	2,95%	64,64%
13	Calibración del limpiador	16	2,95%	67,59%
14	Mala calidad de insumos	16	2,95%	70,53%
15	Negligencia laboral	15	2,76%	73,30%
16	Equipos desactualizados	15	2,76%	76,06%
17	Maquinados deficientes	14	2,58%	78,64%
18	Maquinas obsoletas	13	2,39%	81,03%
19	Atrasos	12	2,21%	83,24%
20	Tareas innecesarias	12	2,21%	85,45%
21	Maquinas sin mantenimiento	12	2,21%	87,66%
22	Cantidad de tiñer	12	2,21%	89,87%
23	Distracciones	11	2,03%	91,90%
24	Aplicación incorrecta de rectificado	11	2,03%	93,92%
25	Inexistencia de herramientas	8	1,47%	95,40%
26	Mala distribución de maquinaria	6	1,10%	96,50%
27	No existe clasificación de herramientas	5	0,92%	97,42%
28	Mezcla con solventes	4	0,74%	98,16%
29	Calibración incorrecta	4	0,74%	98,90%
30	Infraestructura adecuada	4	0,74%	99,63%
31	Falta de personal	2	0,37%	100,00%

Elaborado por Medranda, Edward (2023).

Diagrama de Pareto RECTIMOTOR



Nota. La figura permite visualizar de manera gráfica la categorización realizada en el respectivo diagrama de Pareto.

Gráfico 9. Representación gráfica del Diagrama de Pareto. Elaborado por Medranda, Edward (2023).

Una vez graficado el diagrama de Pareto (Gráfico 9), se determina las causas que originan los problemas y que deberán ser solucionados, los dilemas encontrados en Rectimotor son:

1. Desorden y suciedad
2. Herramientas desordenadas
3. Espacio desorganizado
4. Paros no programados
5. Control de calidad deficiente
6. Falta de señalética
7. Falta de disciplina y organización
8. Traslados incorrectos
9. Maquinas pasadas de vida útil
10. Falta de capacitación
11. Mala calidad de herramientas
12. Fallas en los implementos
13. Calibración del limpiador
14. Mala calidad de insumos
15. Negligencia laboral
16. Equipos desactualizados
17. Maquinados deficientes

Estudio de tiempos

La técnica del estudio de tiempos va a permitir establecer los tiempos estándares y capacidad de producción de los procesos de Rectimotor, mientras que el estudio de movimientos va a ayudar a mejorar los métodos de trabajo que se realiza en los procesos operativos.

El estudio de tiempos se lo va a realizar mediante una observación directa y continúa a las tareas o actividades que realiza el trabajador utilizando un cronómetro para registrar el tiempo que toma completar la tarea del proceso operativo a analizar cómo se indica en la tabla 15.

Cabe mencionar que este estudio se lo realizará, debido al retraso en las entregas evidenciado en el diagnóstico de los empleados de la rectificadora Rectimotor en el apartado Encuesta.

Para continuar con el estudio de tiempos se van a realizar las siguientes actividades:

1. Concretar y evidenciar el método de trabajo
2. Fraccionar las tareas en recapitulaciones de trabajo
3. Obtener el tiempo observado mediante el cronometraje de los elementos de trabajo
4. Evaluar el ritmo del trabajador relativo al índice de desempeño
5. Aplicar los suplementos al tiempo normal para calcular el tiempo estándar.

Para determinar la cantidad de ciclos o muestras a tomar se utilizará el número recomendado por la General Electric que se muestra a continuación en la Tabla 10:

Tabla 10. Ciclos de observación según la General Electric

Tiempo de ciclo (minutos)	Número recomendado de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00-5.00	15
5.00-10.00	10
10.00-20.00	8
20.00-40.00	5
40.00 o más	3

Nota. La tabla muestra el número de observaciones recomendado por General Electric.
Fuente: Puentes & Cetina, (2017).

Para calificar el desempeño del trabajador observado se utiliza la Tabla 11 que hace referencia al Sistema de Westinghouse. Esa calificación permite el cálculo del tiempo normal en base al tiempo promedio observado.

Tabla 11. Sistema Westinghouse y la calificación del desempeño

Habilidades			Esfuerzo		
+0.15	A1	Superior	+0.13	A1	Excesivo
+0.13	A2	Superior	+0.12	A2	Excesivo
+0.11	B1	Excelente	+0.10	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente	+0.08	B2	Excelente
+0.06	C1	Buena	+0.05	C1	Bueno
+0.03	C2	Buena	+0.02	C2	Bueno
0.00	D	Promedio	0.00	D	Promedio
-0.05	E1	Aceptable	-0.04	E1	Aceptable
-0.10	E2	Aceptable	-0.08	E2	Aceptable
-0.16	F1	Mala	-0.12	F1	Malo
-0.22	F2	Mala	-0.17	F2	Malo
Condiciones			Consistencia		
+0.06	A	Ideal	+0.04	A	Perfecta
+0.04	B	Excelente	+0.03	B	Excelente
+0.02	C	Bueno	+0.01	C	Bueno
0.00	D	Promedio	0.00	D	Promedio
-0.03	E	Aceptable	-0.02	E	Aceptable
-0.07	F	Malo	-0.04	F	Malo

Fuente: Cifuentes, (2010).

Para obtener el tiempo estándar a partir del tiempo normal, se debe realizar un análisis de las holguras que se presentan en el proceso de estudio, para esto se utiliza la Tabla 12:

Tabla 12. Holguras recomendadas por ILO

Holguras constantes	
Holgura personal	5
Holgura por fatiga básica	4
Holguras variables	
Holgura por estar parado	2
Holgura por posición anormal	
Un poco incómoda	0
Incómoda (flexionado)	2
Muy incómoda (acostado, estirado)	7
Uso de fuerza o energía muscular (levantar, arrastrar o empujar)	
Peso levantado:	
5 lb	0
10 lb	1
15 lb	2
20 lb	3
25 lb	4
Mala iluminación	
Un poco abajo de lo recomendado	0
Bastante abajo de lo recomendado	2
Muy inadecuada	5
Condiciones atmosféricas (calor y humedad): variable	0-100
Atención cercana	
Trabajo bastante fino	0
Trabajo fino o exacto	2
Trabajo muy fino o exacto	5
Nivel de ruido	
Continuo	0
Intermitente: fuerte	2
Intermitente: muy fuerte	5
De tono alto: fuerte	5
Esfuerzo mental	
Proceso bastante complejo	1
Espacio de atención compleja o amplia	4

Fuente: Niebel, (2021).

Ficha de observación

Se hace uso de una ficha de observación plasmada en la Tabla 13, para el proceso de rectificación de motores con el fin de evaluar las correctas prácticas en cada subproceso utilizando los instrumentos y tolerancia de medidas.

Tabla 13. Ficha de observación




N	Denominación	Comprobación	Aparato	Tolerancia	Observación	Tiempo
1	Grietas	Resquebrajadura	Lupa - visual			
2	Desistimiento	Imperfección cóncavo o convexo	Regla, patrón, mármol, mesa	10mm máximo		
3	Desgaste de los cilindros	Ovalización y conicidad	Alexometro, palpadores, micrómetro de interior y exterior	15mm máximo		
4	Bujes del árbol de levas	Descentramiento	Regla, patrón, rectificadora	0.02mm máximo		
5	Tapones de refrigeración y líquidos	Fugas o roturas	Lupa - visual			
6	Luz de puntas	Desgaste	Micrómetro de interior y exterior, palpadores	0.05 a 0.08mm máximo		

Elaborado por Medranda, Edward (2023).

Dado que la empresa actualmente no posee un análisis de tiempos, y tanto trabajadores como personal administrativo carecen de esta información acerca de su proceso, mediante el presente trabajo de investigación se realiza un estudio de tiempos con el fin de que Rectimotor sea capaz de tomar decisiones productivas y administrativas basándose en la misma. En la Tabla 14 se muestra el cursograma

analítico del proceso, con el tiempo de una primera observación de 179,83 minutos, realizada mediante cronometraje en segundos lo cual, según la General Electric, se debe realizar tres ciclos de observación para la realización del estudio de tiempos.

Tabla 14. Cursograma analítico de proceso

Cursograma analítico RECTIMOTOR						
Proceso		Rectificación de motor	Fecha			30/3/2023
Elaborador por		Edward Medranda	Pág.			1 de 1
#	Actividad	Tiempo				Distancia (m)
		(seg)				
1	Inspección de fisuras	680	X			
2	Espera	60			X	
3	Revisión visual con lupa	520				X
4	Área de cilindros	890		X		5
5	Inspección de desgaste de cilindros	710	X			
6	Espera	60			X	
7	Ovalización y conicidad	1200				X
8	Espera	90			X	
9	Revisión con micrómetro	580				X
10	Área de bujes del árbol de levas	1340		X		
11	Inspección de descentramiento	690	X			
12	Espera	110			X	
13	Rectificación	1540	X			
14	Espera	30			X	
15	Área de tapones	720		X		5
16	Inspección de fugas o roturas	520	X			
17	Revisión visual con lupa	140				X
18	Área de luz de puntas	130		X		
19	Revisión de desgaste	780	X			
Total de actividades		19	6	4	5	4
Total tiempo (minutos)		179,83	4920	3080	350	2440

Fuente: Empresa Rectimotor

Elaborado por: Medranda, Edward (2023).

En la Tabla 15 se observa la información obtenida de la toma de tiempos a tres muestras en el proceso de rectificación de motores en RECTIMOTOR.

Tabla 15. Toma de muestras para el proceso de evaluación del estado del motor.

Toma de muestras proceso RECTIMOTOR				
Proceso		Rectificación de motor		
Elaborado por		Edward Medranda		
Fecha:		5/4/2023		
#	Actividad	Muestra		
		1	2	3
1	Inspección de fisuras	673	685	688
2	Espera	70	69	54
3	Revisión visual con lupa	515	513	513
4	Área de cilindros	886	895	900
5	Inspección de desgaste de cilindros	719	715	715
6	Espera	52	53	61
7	Ovalización y conicidad	1198	1201	1209
8	Espera	89	92	94
9	Revisión con micrómetro	583	576	571
10	Área de bujes del árbol de levas	1344	1350	1342
11	Inspección de descentramiento	694	697	695
12	Espera	110	119	114
13	Rectificación	1545	1534	1550
14	Espera	23	37	34
15	Área de tapones	720	725	729
16	Inspección de fugas o roturas	530	530	518
17	Revisión visual con lupa	139	149	138
18	Área de luz de puntas	133	138	122
19	Revisión de desgaste	773	789	772
Total (s)		10796,00	10867,00	10819,00
Total (min)		179,93	181,12	180,32

Elaborado por: Medranda, Edward (2023).

Calificación del desempeño

Para la calificación del desempeño se realiza la observación del proceso a un trabajador promedio y mediante el Sistema de Westinghouse puntúa su desempeño, esta calificación es un factor que permitirá calcular el tiempo normal a partir del tiempo observado. En la tabla 16 se muestran los resultados de la calificación del desempeño.

Tabla 16. Calificación del desempeño

Calificación del desempeño			
Trabajador	Operario de rectificación		
Habilidad	Buena	C1	0,06
Esfuerzo	Bueno	C2	0,02
Condiciones	Aceptable	E	-0,03
Consistencia	Promedio	D	0
Total			0,05

Fuente: Empresa Rectimotor.

Elaborado por: Medranda, Edward (2023).

Cálculo de suplementos

Una vez realizada la calificación del desempeño se procede a realizar el cálculo de suplementos, utilizando los valores de holgura recomendados, con el fin de obtener un valor que permite el cálculo del tiempo estándar a partir del tiempo normal. Esto se puede observar a continuación en la Tabla 17.

Tabla 17. Cálculo de suplementos

Cálculo de Suplementos			
Constantes	Valor	Variables	Valor
Holgura personal	5	Estar de pie	2
Fatiga básica	4	Posición anormal	0
		Uso de fuerza	3
		Mala iluminación	0
		Atención cercana	2
		Ruido	2
		Esfuerzo mental	0
Porcentaje de suplementos	21,00%	Monotonía	1
		Tedio	2

Fuente: Empresa Rectimotor.

Elaborado por Medranda, Edward (2023).

Resultado del estudio de tiempos

En la Tabla 18 se puede observar el resultado del estudio de tiempos, en donde se muestra el tiempo estándar el proceso de rectificación en la empresa Rectimotor.

Para esto se ha utilizado las fórmulas del tiempo observado, tiempo normal y tiempo estándar descritas a continuación, con su respectiva ejemplificación:

Tiempo observado

$$TO = \frac{\sum obs}{n} \text{ (Ec. 1)}$$

Fuente: (Niebel, 2021)

TO = es la suma de todas las observaciones dividido por el número total de datos.

$$TO \text{ inspección de fisuras} = (673,00+685,00+688,00) / 3 = 682,00$$

Tiempo normal

TN = TO * valoración (Ec. 2)

Fuente: (Niebel, 2021)

TN inspección de fisuras = 682,00 * 1,05 = 716,10

Tiempo estándar

TS = TN * (1 + % suplementos) (Ec. 3)

Fuente: (Niebel, 2021)

TS = 716,10 * (1 + 0,21) = 866,48

En la siguiente tabla se puede observar el resultado del estudio de tiempos, en donde se muestra el tiempo estándar el proceso de rectificación en la empresa Rectimotor.

Tabla 18. Resultados del estudio de tiempos

Estudio de tiempos del proceso RECTIMOTOR				
Proceso	Rectificación de motor	Número de muestras		3
		Hoja		1 de 1
Elaborado por		Edward Medranda		
#	Actividad	Tiempo observado (s)	Tiempo normal (s)	Tiempo estándar (s)
1	Inspección de fisuras	682,00	716,10	866,48
2	Espera	64,33	64,33	64,33
3	Revisión visual con lupa	513,67	513,67	513,67
4	Área de cilindros	893,67	893,67	893,67
5	Inspección de desgaste de cilindros	716,33	716,33	716,33
6	Espera	55,33	55,33	55,33
7	Ovalización y conicidad	1202,67	1202,67	1202,67

Estudio de tiempos del proceso RECTIMOTOR				
Proceso		Rectificación de motor	Número de muestras	3
			Hoja	1 de 1
Elaborado por		Edward Medranda		
#	Actividad	Tiempo observado (s)	Tiempo normal (s)	Tiempo estándar (s)
8	Espera	91,67	91,67	91,67
9	Revisión con micrómetro	576,67	576,67	576,67
10	Área de bujes del árbol de levas	1345,33	1345,33	1345,33
11	Inspección de descentramiento	695,33	695,33	695,33
12	Espera	114,33	114,33	114,33
13	Rectificación	1543,00	1543,00	1543,00
14	Espera	31,33	31,33	31,33
15	Área de tapones	724,67	724,67	724,67
16	Inspección de fugas o roturas	526,00	526,00	526,00
17	Revisión visual con lupa	142,00	142,00	142,00
18	Área de luz de puntas	131,00	131,00	131,00
19	Revisión de desgaste	778,00	778,00	778,00
Total (s)		10827,33	10861,43	11011,81
Total (min)		180,46	181,02	183,53

Fuente: Empresa Rectimotor.

Elaborado por Medranda, Edward (2023).

Se obtiene un proceso de rectificación de motores de **183,53** minutos.

Área de estudio

En la Tabla 19 se detalla los lineamientos para la realización del presente proyecto investigativo.

Tabla 19. Área de estudio

Área de estudio	Delimitación del objeto de estudio
Dominio:	Tecnología y Sociedad.
Línea de investigación:	Productividad
Campo:	Ingeniería Industrial.
Área:	Procesos Operativos
Objeto de estudio:	Proceso operativo de la Rectificadora RECTIMOTOR.
Periodo de análisis:	Diciembre 2021 – abril 2023

Fuente: Empresa Rectimotor.

Elaborado por Medranda, Edward (2023).

Diagnóstico de Rectimotor mediante entrevista

- **Diseño de entrevista**

A los representantes de la rectificadora Rectimotor.

Objetivo: Valorar las contribuciones de los actores de la rectificadora de motores en referencia al diseño de un sistema de mejora para los procesos operativos.

1. ¿Cómo considera el trabajo de la empresa los últimos dos años?
2. ¿Se considera usted un buen líder o un buen jefe y por qué?

3. ¿Cree usted que los dueños de microempresas de mecánica industrial ejecutan sistemas de mejora para los procesos operativos?
4. ¿Piensa que la rectificadora Rectimotor deba contar con un sistema de mejora para los procesos operativos?
5. ¿Cree que, al proponer un plan de mejora con herramientas u técnicas de organización industrial, le permitirá minimizar errores?
6. ¿Qué aspectos se deberían considerar para el diseño de sistema de mejora para los procesos operativos?
7. ¿Ha escuchado usted sobre el plan de mejora continua del ciclo PDCA?
8. ¿A su criterio se debería efectuar el plan de mejora de los procesos?
9. ¿Considera usted que al reducir los errores la Rectificadora Rectimotor prestará un servicio eficiente y de calidad a sus clientes y proveedores?

- **Interpretación de la entrevista**

Se pudo realizar la entrevista al gerente propietario de la rectificadora, considerando preguntas abiertas. El entrevistado manifestó que en los últimos dos años la rectificadora ha pasado por momentos complicados por cuanto no ha contado con un sitio fijo para desarrollar las actividades, teniendo que mudarse en varias ocasiones; sin embargo, ha mantenido la calidad en el servicio.

En cuanto a la manera de administrar la empresa, lo ha hecho de manera empírica en base a la experiencia ha designado las funciones de los trabajadores; por ello manifiesta que los propietarios de talleres mecánicos no cuentan en su mayoría con el conocimiento necesario para realizar una planificación estratégica que ayude a la mejora de la organización y hacer frente a un mercado competitivo. Por ello recomienda que deberían tener una preparación técnica que sea un apoyo para que la toma de decisiones sea respaldada de mejor manera.

Es importante recalcar que el conocimiento que posee el propietario por su auto preparación y en base a la experiencia acumulada con los años ha podido ganarse el prestigio y posicionarse en el ámbito de la rectificación de motores. Además que

ha ido adquiriendo maquinaria y equipos de última tecnología y sus trabajadores han ido adquiriendo experiencia y se han fidelizado con la empresa.

Al consultarle si estaría dispuesto a que se realice una mejora de los procesos operativos en la empresa, respondió que le parece interesante el dar paso a que personas que tengan el conocimiento referente al tema puedan desarrollar su trabajo de titulación y ponerlo al servicio de la empresa, exponiendo sus resultados y capacitando al personal para que sean ellos los que vayan implementando la mejora de los procesos y verificando los resultados a mediano plazo.

Para terminar la entrevista el propietario hace notar la predisposición y la apertura para el levantamiento de la información y el desarrollo del trabajo en su totalidad para que sirva como punto de partida para futuras mejoras en las distintas áreas de la ingeniería industrial.

Modelo operativo

Para el modelo operativo de la presente investigación se va a emplear las siguientes fases detalladas en el Gráfico 10.

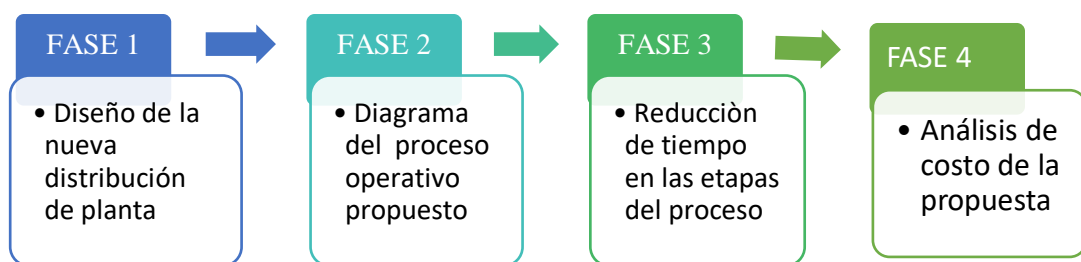


Gráfico 10. Modelo Operativo utilizado.

Fuente: Empresa Rectimotor.

Elaborado por Medranda, Edward (2023)

Desarrollo del Modelo Operativo

El modelo operativo se constituye de 4 fases:

La primera hace referencia al diseño de una redistribución de los espacios

disponibles en la planta destinados para los trabajos que se realizan en el proceso productivo de rectificación de motores. Lo que se busca con este proceso es la optimización del área que dispone la planta para su operación (Vargas & Jimenez, 2019).

La fase dos se trata del diseño del diagrama de procesos operativos propuestos en este trabajo, con esta herramienta se busca analizar y determinar aspectos o situaciones en donde se pueden agregar mejoras para lograr incrementar la productividad de los empleados y de manera general esclarecer de mejor manera el flujo de trabajo que tiene la empresa (Villa, 2016).

La fase tres hace referencia al tiempo de realización de las actividades de cada área y proceso productivo, lo que se busca en esta fase es la disminución de los tiempos de ejecución en las actividades de producción con lo cual se logra incrementar la producción en menor tiempo incrementando los beneficios (Froilna, 2017).

El propósito de la cuarta fase es determinar si la propuesta en caso de ser implementada es rentable para la empresa, este proceso de análisis se realiza mediante la determinación de indicadores financieros como el Valor Actual VA, Taza de retorno (TIR) y el Tiempo de Retorno de la Inversión (ROI) (Rojas Diaz, 2019).

CAPÍTULO III

PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

Presentación de la propuesta

La propuesta se enfoca en diseñar un sistema de mejora para los procesos operativos de la rectificadora Rectimotor de la ciudad de Ambato basado en la metodología planteada anteriormente y así mejorar el proceso organizacional, lo cual va a permitir reducir tiempos y mejorar la organización con la ayuda de la nueva distribución del proceso, este diseño apoyará al gerente propietario a mostrarse de acuerdo con las debilidades que la empresa internamente presenta, lo que ha ido afectando al agrado del cliente. Para cumplir con este objetivo, se empleó el modelo operativo dividido en fases.

FASE 1

Diseño de la nueva distribución de planta

Metodología de la distribución de planta

Para elaborar la redistribución propuesta es necesario partir de la distribución actual de la empresa, aplicando la metodología de distribución por proceso ya que todas las operaciones realizadas en Rectimotor deberían estar agrupadas para así tener una mejor comunicación del proceso de rectificación teniendo en cuenta las distintas áreas de la empresa que forman parte de los procesos operativos de la planta. Se puede observar en la Tabla 20 las áreas consideradas para el diseño en la

distribución de planta:

Tabla 20. Áreas de la empresa

ITEM	ÀREA
1	Reparación de cabezote
2	Pulido de cilindros
3	Cepillado de superficies
4	Torneado
5	Rectificado de cilindros
6	Soldadura
7	Lavado
8	Almacenamiento

Fuente: Empresa Rectimotor.

Elaborado por: Medranda, Edward (2023).

Relación de actividades

Para establecer la propuesta de distribución se debe establecer la relación de importancia entre la cercanía de las diversas actividades de la empresa en función de las medidas que se consideren relevante. En la Tabla 21 se describen los parámetros a tener en cuenta para la relación de las actividades.

Tabla 21. Motivación para relacionar los procesos

N.º	Motivo	Descripción
1	Por secuencia del proceso	Se trata de la relación que poseen las áreas debido a la secuencia que tiene el proceso para llevar a cabo el objetivo.
2	Por flujo de material	Se trata de la relación que tienen las áreas porque existe un flujo de material entre ellas durante el proceso.

Fuente: Empresa Rectimotor.

Elaborado por: Medranda, Edward (2023).

Con el propósito de establecer la importancia de las relaciones se utiliza la Tabla 21, y teniendo en cuenta las actividades del proceso de rectificación de un motor, se realizó el diagrama relacional de actividades donde gráficamente se muestra como una matriz donde, al cruzarse las variables (actividades del proceso), se generan unos niveles de importancia que vienen dados por los siguientes parámetros (Tabla 22). A (absolutamente importante), E (especialmente importante), I (importante), O (importancia ordinaria), U (sin importancia), X (indeseable).

Tabla 22. Valor de proximidad

Código	Valor de proximidad
A	Absolutamente necesario
E	Especialmente necesario
I	Importante
O	Normal y ordinario
U	Sin importancia
X	No deseable

Fuente: (SLP) System Layout Planing.

Elaborado por: Medranda, Edward (2023).

A continuación, se muestra el Gráfico 11 de relaciones de áreas con las consideraciones previamente mencionadas:

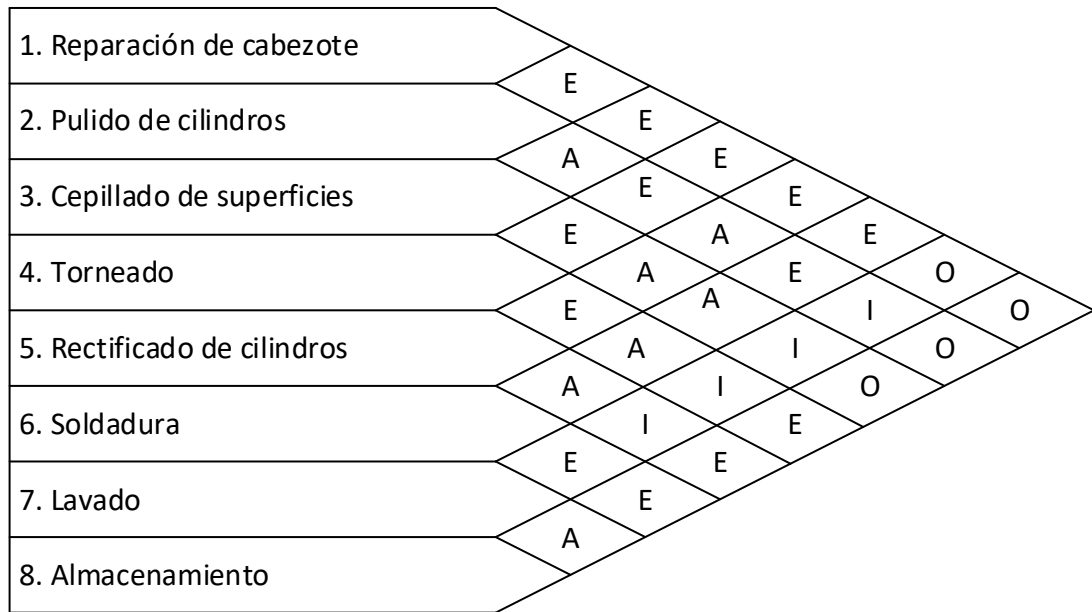


Gráfico 11. Relaciones entre áreas
Fuente: Empresa Rectimotor.
Elaborado por Medranda, Edward (2023).

Este gráfico se resume en la siguiente tabla de pares ordenados. Esto con el propósito de visualizar de manera más simple como se relacionan las áreas de la empresa y la importancia de su cercanía. Esto se evidencia como pares ordenados en la Tabla 23.

Tabla 23. Pares ordenados de relaciones

Código	Pares ordenados
A	(2,3) (2,5) (3,5) (3,6) (4,6) (5,6) (7,8)
E	(1,2) (1,3) (1,4) (1,5) (1,6) (2,4) (2,6) (3,4) (4,5) (4,8) (5,8) (6,7) (6,8)
I	(2,7) (3,7) (4,7) (5,7)
O	(1,7) (1,8) (2,8) (2,8)
U	-
X	-

Fuente: Empresa Rectimotor.
Elaborado por Medranda, Edward (2023).

Comparativo de la distribución actual y propuesta

A continuación, en el gráfico 14 se muestra la distribución de planta actual. Mediante un diagrama de recorrido se puede observar el recorrido o flujo del proceso dentro de la planta de Rectimotor. Este flujo permitirá identificar visualmente de qué manera se puede mejorar la distribución de planta, para tener las áreas posicionadas de manera que exista menos colisión en dicho flujo.

Por otro lado, en la distribución de planta propuesta, observada en el Gráfico 15, se puede observar que se utilizó un tipo de distribución por producto. Esto quiere decir que la distribución de la planta cuenta con sus áreas ubicadas según el flujo de producción del producto, en este caso, según el flujo para llevar a cabo la rectificación del motor. Es así que se tiene la propuesta que cuenta con los procesos de forma consecutiva, permitiendo de esta manera que exista un menor movimiento entre procesos y no existan cruces entre los mismos.

Distribución actual

El Gráfico 12, representa la distribución de la planta actual.

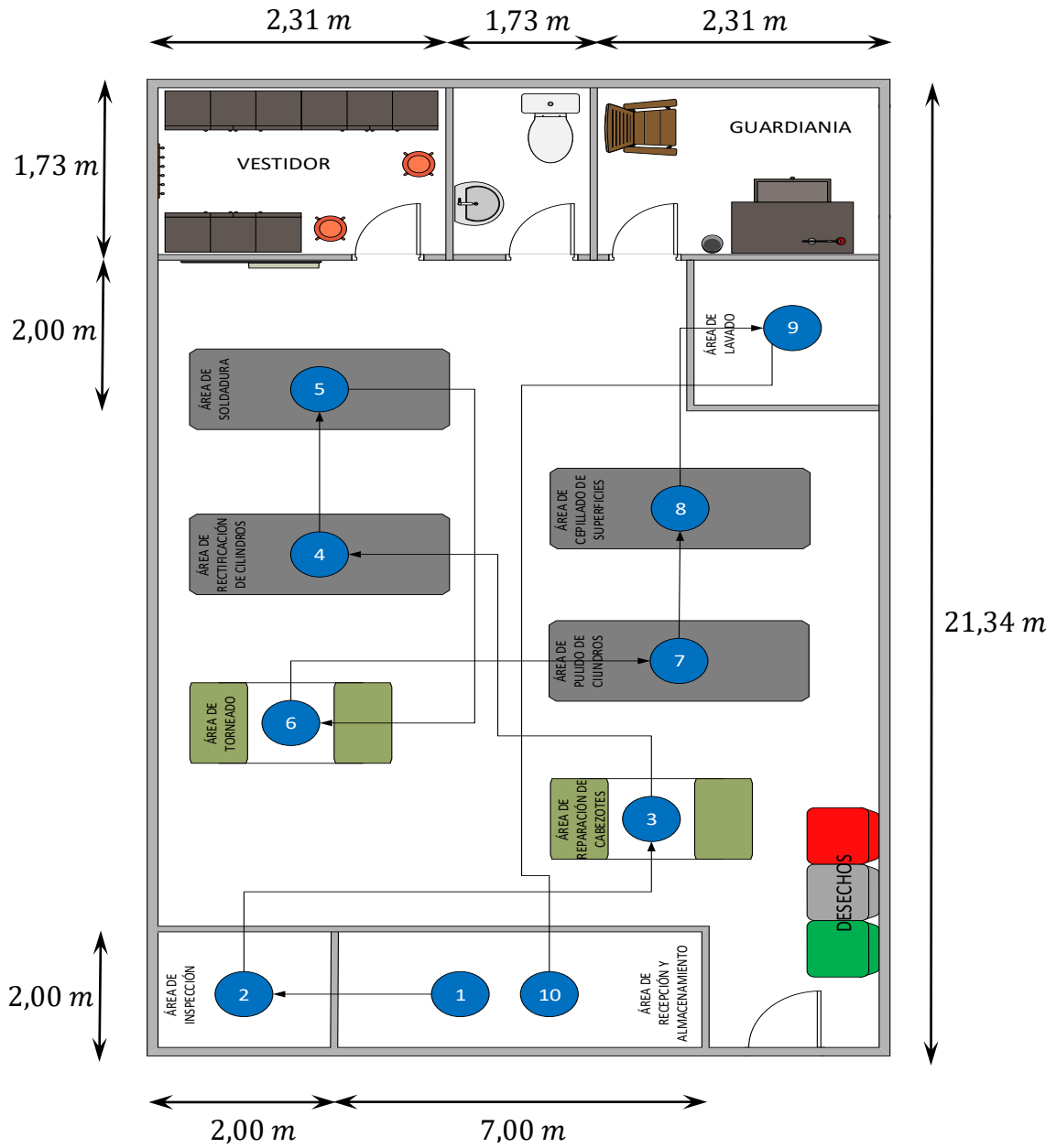


Gráfico 12. Flujo de proceso con la distribución de planta actual.

Fuente: Empresa Rectimotor.

Elaborado por Medranda, Edward (2023).

En base a la aplicación de la herramienta SLP se propone modificar el orden de las estaciones de trabajo del proceso operativo, esto permite tener una secuencia del proceso que nos arroja las relaciones de área del código A, en base a los pares ordenados de relaciones.

Cabe mencionar que las áreas: vestidor, baño, guardianía, área de inspección y área de recepción y almacenamiento no se requiere modificación en la nueva distribución de planta.

Distribución propuesta

El Gráfico 13, representa la distribución de la planta propuesta en base a la proximidad de áreas en el proceso de rectificación de motores.

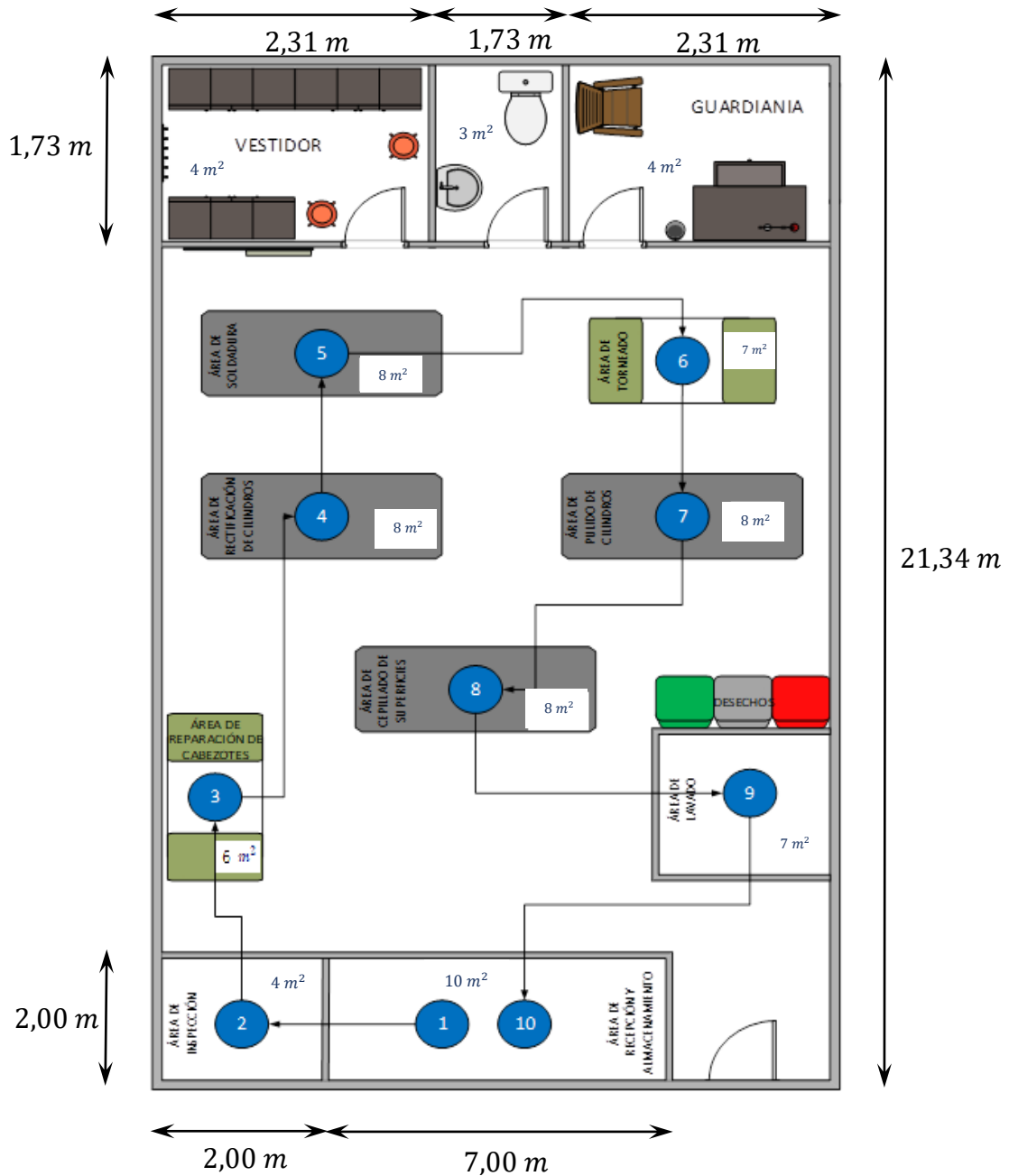


Gráfico 13. Flujo de proceso con la distribución de planta propuesta.

Fuente: Empresa Rectimotor.

Elaborado por Medranda, Edward (2023).

Tabla 24. Ahorro de tiempo con la distribución de planta propuesta

Estación	Distribución actual		Distribución propuesta		Disminución de distancia y tiempo	
	Distancia (m)	Tiempo (s)	Distancia (m)	Tiempo (s)	Distancia (m)	Tiempo (s)
Transporte 1-2	2	5	2	5	0	0
Transporte 2-3	5	9	2	1,11	3	7,89
Transporte 3-4	7	11	4	2,55	3	8,45
Transporte 4-5	2	5	2	0,80	3	4,20
Transporte 5-6	7	11	6	3,82	1	7,18
Transporte 6-7	6	10	2	1,20	4	8,80
Transporte 7-8	2	5	4	1,60	2	3,40
Transporte 8-9	3	5,5	3	1,64	0	3,86
Transporte 9-10	10	21	4	1,90	6	19,10
TOTAL	44	82,5	29	19,62	18	56,08

Fuente: Empresa Rectimotor.

Elaborado por: Medranda, Edward (2023).

A continuación, se muestra el Gráfico 14 donde se muestra el ahorro de tiempo y distancia al estar ordenadas las estaciones de trabajo:

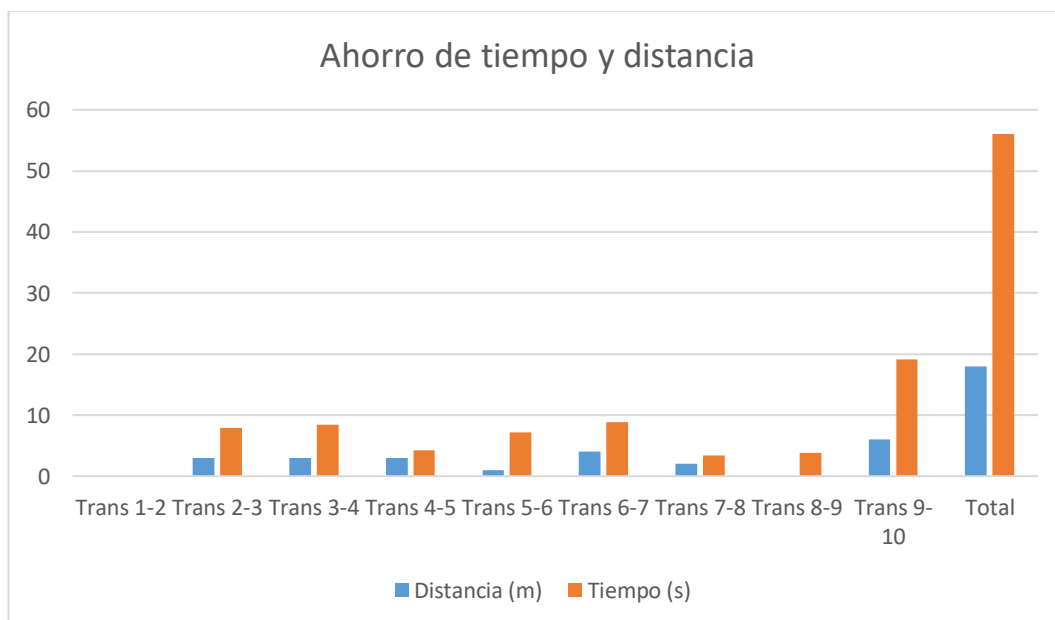


Gráfico 14. Ahorro de tiempo y distancia.

Fuente: Empresa Rectimotor.

Elaborado por: Medranda, Edward (2023).

Una vez determinado los tiempos y distancias que conllevan transportarse entre las diferentes estaciones podemos observar que existe un ahorro, el cambio más significativo sufrió el transporte de la estación 9 a la 10, con un ahorro de 6 m. y 19,10 seg. Las estaciones que no sufrieron cambios fueron transportarse de la 1 a la 2. Tenemos un ahorro total de 18 m. y 56.08 seg. En todos los puestos de trabajo.

Indicadores de medición del proceso

Los Key Performance Indicators (KPI) o Indicadores claves de desempeño son valores numéricos que indican el rendimiento de una empresa, Los KPI pueden reflejar valores de diferentes formas como: porcentajes, valores numéricos o valores económicos. Para definir KPIs se debe tomar en consideración la relación que tiene un cierto KPI con el resultado logrado en base a los objetivos que se establece en la empresa, estos objetivos pueden ser al igual que los valores de KPI distintos respecto al enfoque a la cual este haciendo referencia, estos pueden referirse a la calidad del producto, a la seguridad laboral, a la optimización de recursos humanos y económicos y a la eficiencia de producción que tiene la empresa. La selección de KPIs debe considerar los siguientes pasos generales.

- Verificar los objetivos empresariales
- Evaluar el desempeño en un determinado rango de tiempo
- Definir objetivos KPI a corto mediano o largo plazo
- Verificar los objetivos con los colaboradores de cada área
- Evaluar los progresos y reajustarlos.

Mediante estas consideraciones generales previas se construyó la Tabla 24, en donde se detallan los indicadores KPI; necesarias para definir la eficiencia de la rectificadora “RECTIMOTOR”

Tabla 25. Indicadores de medición del proceso de rectificación

PROCESO	INDICADOR	FÓRMULA	UNIDAD	PERFIL DEL INDICADOR	META ESPERADA	RANGO DEL INDICADOR			RESPONSABLE	FRECUENCIA	OBJETIVO
						CRÍTICO	ACEPTABLE	SATISFACTORIO			
Calidad	Calidad de productos	N° productos conformes / N° total de productos producidos	%	Eficacia	100%	< 25%	> 95%	100%	Encargado de Producción	Diaria	Obtener la cantidad de productos no conformes
Seguridad Industrial	Tasa de riesgo laboral	N° de días perdidos por accidentes / N° de días laborados	%	Eficiencia	100%	< 90%	> 97%	100%	Encargado de Producción	Mensual	Conocer la cantidad de días no laborados por los trabajadores
Financiero	Cumplimiento al presupuesto	Gastos del presupuesto / Total presupuestado	\$	Eficiencia	80%	> 100%	< 100%	80%	Contador	Mensual	Conocer los gastos realizados del presupuesto general de la empresa
Talento Humano	Capacitación	N° personas capacitadas / N° personas previstas a capacitarse	%	Eficacia	100%	< 80%	> 90%	100%	Secretaria	Mensual	Saber el número de personas capacitadas en la empresa
Producción	Eficiencia del proceso	Cantidad de tiempo de para / Tiempo total de producción	%	Eficiencia	100%	< 90%	> 97%	100%	Encargado de Producción	Diaria	Identificar la cantidad de tiempo perdido en los procesos de producción

Fuente: Empresa Rectimotor.

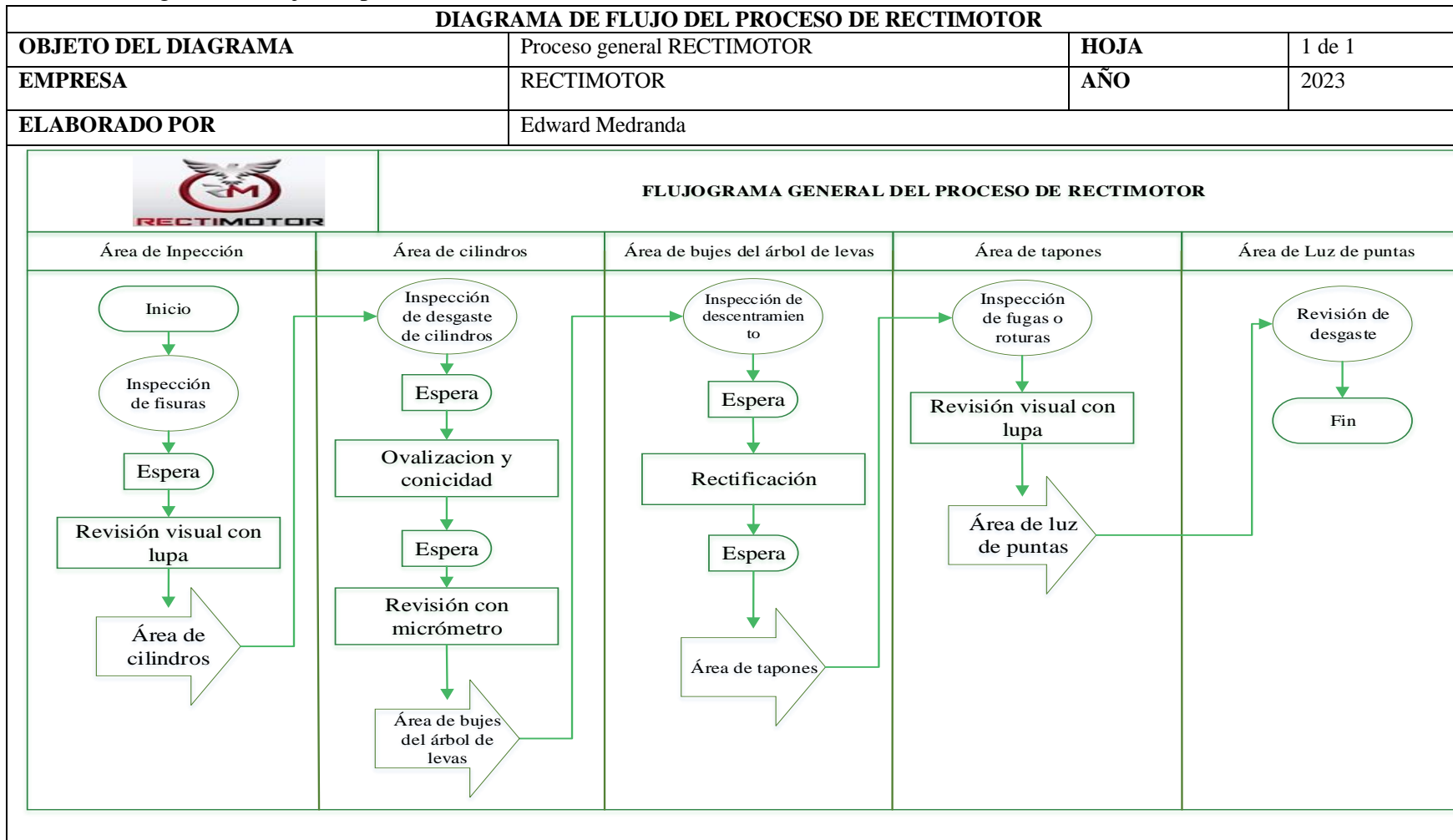
Elaborado por Medranda, Edward (2022).

FASE 2

Diagrama del proceso operativo propuesto

El diagrama de flujo que se presenta a continuación (Tabla 26), corresponde al proceso general propuesto para la empresa RECTIMOTOR desde el contacto con el cliente, hasta el almacenaje para despacho del motor rectificado, representando las respectivas entradas y salidas; para ello se ha creído conveniente aplicar la simbología ANSI (American National Standard Institute); porque facilita la escritura de las actividades del proceso dentro de los símbolos que propone la misma.

Tabla 26. Diagrama de flujo del proceso de Rectimotor.



Fuente: Empresa Rectimotor.

Elaborado por Medranda, Edward (2023).

Mapa de procesos propuesto

A continuación, se describen los procesos y subprocesos de direccionamiento estratégico, centrales o agregadores de soporte que han sido identificados en Rectimotor y elegidos en base a las actividades que se despliegan en los mismos y que han sido representado en el mapa de procesos.

Procesos estratégicos

En los procesos estratégicos se determinan las estratégicas, objetivos y metas que la entidad se encamina a cumplir. Es importante indicar que dentro de los procesos se determinan subprocesos de direccionamiento estratégico con sus particularidades, los cuales direccionan la ejecución de los procesos operativos.

Tabla 27. Procesos y subprocesos estratégicos

PROCESO	SUBPROCESO
Gestión estratégica y marketing	Gestión y control de estrategias, planes de marketing y publicación, ventas
Dirección y planificación	Planificación y dirección de todos los procesos de la empresa encaminados a mejorar de manera continua.
Seguridad Industrial	Control y gestión de riesgos laborales. Obtención de permisos.

Fuente: Empresa Rectimotor.

Elaborado por Medranda, Edward (2023).

Es importante indicar que los procesos estratégicos identificados (Tabla 26), estarán direccionados por diferente personal. El proceso de gestión estratégica y marketing está dirigido por el jefe de marketing, la dirección y planificación lo lleva a cabo el gerente, y el proceso de seguridad industrial será responsable otra persona con conocimientos en esta área.

Procesos operativos

Los procesos operativos (Tabla 28), se encaminan a desarrollar el proceso productivo a seguir para obtener un producto de calidad que satisfaga los requerimientos de los clientes y conjuntamente con los procesos estratégicos y los de apoyo.

Tabla 28. Procesos y subprocesos operativos

PROCESO/AREA	SUBPROCESO
Área de inspección	Inspección de fisuras, revisión visual con lupa.
Área de cilindros	Inspección de desgaste de cilindros, ovalización y conicidad, revisión con micrómetro
Área de bujes de árbol de levas	Inspección de descentramiento, rectificación
Área de tapones	Inspección de fugas o roturas, revisión visual con lupa
Área de luz de puntas	Revisión de desgaste

Fuente: Empresa Rectimotor.

Elaborado por: Medranda, Edward (2023).

Dentro de los procesos centrales u operativos están seis operarios y un encargado de producción, los cuales son los encargados de llevar a cabo los procesos operativos ante mencionados en la tabla 30.

Procesos de apoyo

Los procesos de apoyo (Tabla 29) son un soporte para los procesos operativos, con el fin de desarrollar mejoras en los procesos productivos y alcanzar la eficacia y eficiencia.

Tabla 29. Procesos y subprocesos de apoyo

PROCESO	SUBPROCESO
Contabilidad	Cancelación de salarios a trabajadores Cancelación de servicios básicos. Cancelación de impuestos. Revisión de ingresos y egresos
Administración	Gerencia Gestión administrativa de toda la empresa
Recursos Humanos	Reclutamiento y selección del personal. Control asistencial de empleados.

Fuente: Empresa Rectimotor.

Elaborado por Medranda, Edward (2023).

Cabe recalcar que los procesos de apoyo de contabilidad, estará una sola persona, al igual que el área de recursos humanos y la parte administrativa se encarará el gerente de la Rectificadora.

Mapa de procesos

El mapa de procesos propuesto para la empresa rectificadora Rectimotor, permitirá tener una perspectiva global-local de los procesos de la empresa, a su vez ayudará a identificar rápidamente y entender la relación entre procesos. Es importante aclarar que el mapa de procesos contribuirá con la satisfacción del cliente (interno-externo) de la empresa logrando su satisfacción.

La importancia de crear un mapa de procesos radica en que se necesita mejorar la eficiencia de la empresa, brindando una mayor información sobre el proceso, aumentando la comunicación y proporcionando documentación del proceso, además permite identificar cuellos de botella, repeticiones y retrasos, permitiendo definir límites, responsabilidades y medidas de eficacia o métricas de un proceso. A continuación, se describe el mapa de procesos propuesto para la rectificadora:

Mapa de procesos propuesto de RECTIMOTOR

En el Gráfico 15, se detallan los procesos de direccionamiento estratégico, misionales y de soporte de la empresa RECTIMOTOR

Mapa de Procesos RECTIMOTOR

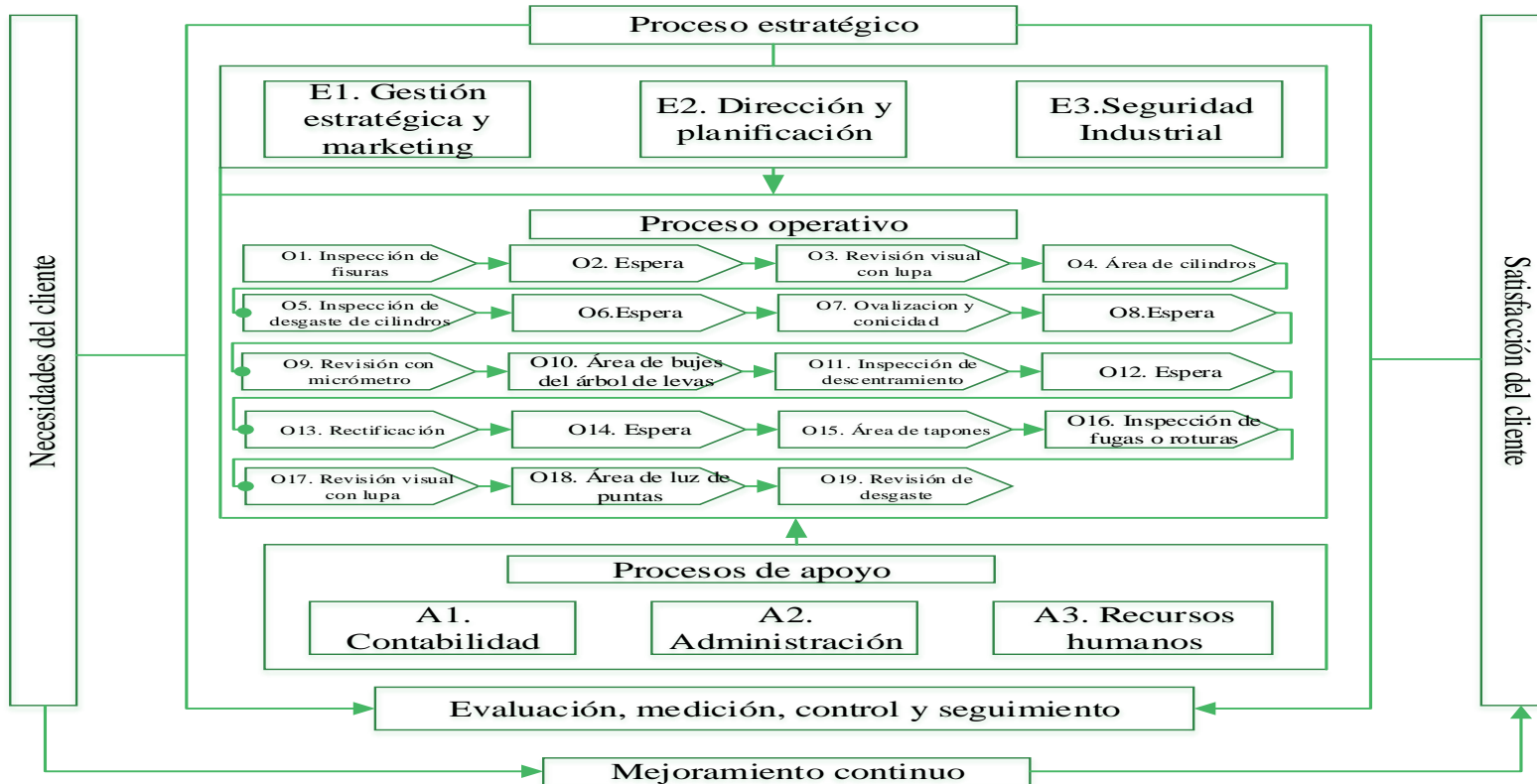


Gráfico 15. Mapa de procesos de la empresa RECTIMOTOR

Fuente: Empresa Rectimotor.

Elaborado por: Medranda, Edward (2023)

La estructura organizacional jerárquica (Gráfico 16) de la empresa RECTIMOTOR, se propone la siguiente reestructuración:

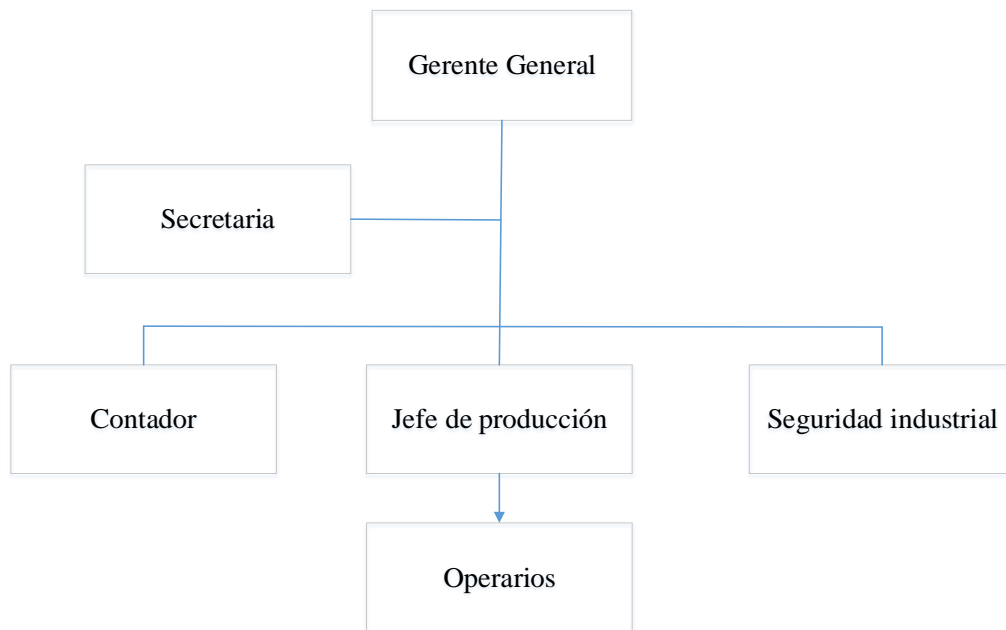


Gráfico 16. Organigrama propuesto para la empresa RECTIMOTOR
Fuente: Empresa Rectimotor
Elaborado por Medranda, Edward (2023).

FASE 3

Reducción de tiempo en las etapas del proceso

Acorde a los datos obtenidos del estudio de tiempos del proceso de rectificación de motores de la empresa Rectimotor, en la Tabla 15 toma de muestras para el proceso de evaluación del estado del motor y Tabla 18 resultados del estudio de tiempos, se estima un tiempo de 183,53 minutos que contempla todo el proceso desde la inspección de fisuras hasta la revisión de desgaste.

Se evidenció que la actividad 1 Inspección de fisuras se determinó un tiempo observado de 682,00 min., un tiempo normal de 716,10 min y un tiempo estándar de 866,48 minutos. Observando que esta actividad no llega a cumplir el tiempo estándar.

Resultados esperados

Con la presente propuesta se espera implementar el diseño de mejora en la rectificadora Rectimotor mismo que se encaminará a reducir el tiempo en los procesos involucrados, establecer procesos técnicos, mejorar la estructura organizacional, todo esto direccionado a mejorar el servicio de la rectificadora, para lo cual mediante el levantamiento de actividades y el estudio de tiempos y movimientos se logró conocer el desarrollo productivo de la empresa y proponer una readecuación de las áreas de trabajo con el fin de suprimir cuellos de botella y mejorar la productividad.

FASE 4

Análisis de costo de la propuesta

Presupuesto

El presupuesto para implementar el diseño del sistema de mejora en los procesos operativos de la rectificadora RECTIMOTOR en la ciudad de Ambato se basó en valores estimados, es decir, valores susceptibles a cambios al momento de la respectiva implementación. A continuación, se detallan los respectivos costos en la Tabla 30:

Tabla 30. Presupuesto del desarrollo de la propuesta de mejora.

Ítem	Descripción	Valor Unitario	Valor Total
1	Socialización: Trípticos 3 ejemplares del documento	\$70,00 \$30,00	\$ 100,00
2	Nueva distribución de planta de acuerdo a la ubicación del layout propuesto Contratación de equipo para el movimiento de maquinaria (6h)	\$100,00	\$ 600,00
3	Capacitación del nuevo flujo de proceso (2h)	\$50,00	\$ 100,00
4	Seguimiento del estudio de tiempos propuesto 3 veces	\$50,00	\$150,00
		TOTAL	\$ 950,00

Fuente: Empresa Rectimotor.

Elaborado por: Medranda, Edward (2023).

En base al presupuesto detallado se obtiene un costo de desarrollo de la propuesta de \$950,00 dólares. La propuesta diseñada para Rectimotor tiene como ventaja importante, ya que le permite evitar desperdicios y disminuir tiempos de operación en sus actividades.

Cronograma de implementación de la propuesta

Tabla 31. Cronograma para la implantación de la propuesta durante 6 meses.

ACTIVIDADES	TIEMPO																															
	1er mes				2do mes				3er mes				4to mes				5to mes				6to mes											
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4				
Presentación de la propuesta al Gerente de la empresa.	■	■	■	■																												
Aprobación de la propuesta.					■	■	■	■																								
Socialización de la propuesta.									■	■	■	■	■	■																		
Implementación de la Fase I.																	■	■	■	■												
Implementación de la Fase II.																	■	■	■	■												
Implementación de la Fase III.																	■	■	■	■												

Fuente: Empresa Rectimotor.

Elaborado por: Medranda, Edward (2023).

Curva de costos

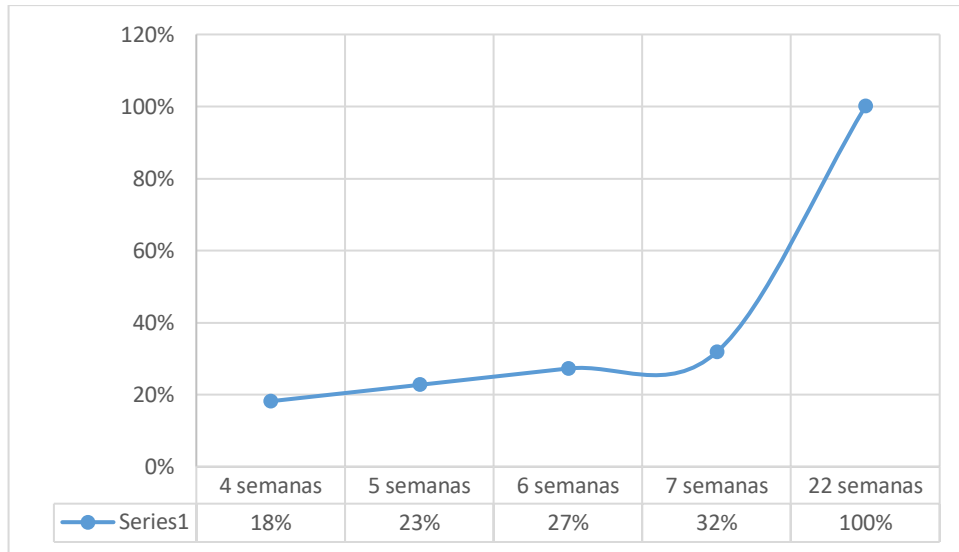


Gráfico 17. Curva de costos

Fuente: Empresa Rectimotor.

Elaborado por: Edward Medranda

Una curva S en términos de gestión de proyectos es un gráfico matemático que simboliza datos acumulativos que son relevantes para un proyecto, como el coste o las horas de trabajo, en relación con el tiempo. Evidenciando en la figura anterior que el presupuesto programado es casi similar al presupuesto financiero ejecutado en el transcurso del tiempo. Además de tener tendencia casi igual desde la semana 4 hasta la semana 7, se evidencia que tiende a subir totalmente al 100% a la llegada de la semana 22.

Seguimiento

Una vez aplicado lo sugerido en relación a los procesos de mejora en la rectificadora se deben establecer parámetros a controlar que permitan realizar un seguimiento adecuado al proceso para ello se debe dar a conocer los resultados alcanzados y medir los mismos por medio de indicadores de gestión y desarrollo de registros.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. Los resultados de este estudio respecto al diagnóstico del estado actual de la empresa, indican la vulnerabilidad actual de la empresa: los desperdicios relacionados con esperas de cambios, cambios de inventario y errores de producción son los problemas más comunes que necesitan ser atendidos para mejorar la gestión de la empresa. La implementación exitosa de la mejora continua, el desperdicio magro conduce a un aumento de los costos de producción y los sistemas de gestión de calidad son herramientas de gestión del cambio que las empresas deben promover para garantizar la mejora continua de sus procesos.

En lo que respecta al desperdicio magro en el proceso de producción de la empresa, los entrevistados confirmaron que no hay desperdicio relacionado con la sobreproducción, el manejo, el procesamiento y el transporte, y no estuvieron de acuerdo con la pregunta de si ese desperdicio existe. Por otro lado, el mayor desperdicio para las empresas es el tiempo de espera, seguido de los defectos de producción e inventario.

Los retrasos en la entrega de las materias primas necesarias, el tiempo prolongado de mantenimiento de los equipos y la pérdida de tiempo de producción mientras se espera la salida de los procesos anteriores son parámetros que hacen que el tiempo de espera de las empresas sea aún más

derrochador.

Con el diagnóstico de la tabla de los KPPIs (Tabla 24), se determinó con respecto a los desechos asociados con el inventario, el almacenamiento de una cantidad significativa de materiales reprocesables es el más destacado. La pérdida de tiempo de producción al hacer la corrección de los defectos y el almacenamiento de una cantidad significativa de materiales reprocesables son indicativos de la existencia de desperdicios asociados con la fabricación de defectos.

2. Los resultados de las preguntas relacionadas con los principios y herramientas de implementación confirman que la empresa utiliza el sistema pull de producción, calidad de origen y organización del lugar de trabajo utilizando herramientas 5S para mejorar la eficiencia de sus operaciones. Pero existen limitaciones para la implementación de la gestión justo a tiempo, como lo demuestran las deficiencias en la reducción de inventario en los almacenes de procesamiento al ajustar los pasos del proceso para entregar los artículos requeridos a tiempo.

La falla del equipo para producir resultados en su capacidad efectiva es un síntoma de esfuerzos limitados para implementar los principios de la efectividad general del equipo. Como lo muestra la correlación negativa entre los sistemas de extracción y el desperdicio de sobreproducción, la implementación exitosa de un sistema de recepción y procesamiento de pedidos es fundamental para superar el desperdicio de sobreproducción.

Aunque el desperdicio de espera es considerado común en la empresa, este hallazgo refuta la suposición de que es el resultado de una implementación deficiente del sistema pull en el continuo de la empresa; es posible que se requiera más investigación para determinar la causa. También es importante suponer que los defectos no surgen de ineficiencias generalizadas en los equipos, ni de grandes inventarios de materiales reciclables como resultado de la falta de sistemas de gestión justo a tiempo.

Entonces se puede confirmar que cuanto más tiempo de producción se pierda esperando las materias primas de producción, el mantenimiento y el servicio del equipo, o el resultado de un proceso anterior, mayor será el costo unitario de producción.

3. Respecto a la propuesta de mejora se realizó el rediseño de planta en donde se modificó la secuencia de las estaciones de trabajo del área productiva con esto se logró disminuir la distancia recorrida y el tiempo en cada uno de estos traslados, se logró disminuir de 82,5 segundos a 56,08 segundos y de 44 metros a 18 metros; con lo cual se pudo mejorar los procesos operativos realizados en la Rectificadora Rectimotor.

Recomendaciones

1. Dado que la producción de rectificadoras ha generado grandes ganancias para los clientes, la gerencia, los empleados y la junta directiva de la empresa deben prestar atención y hacer que forme parte de la dirección y política estratégicas a largo plazo de la empresa. La gerencia de la empresa debe desarrollar medidas para superar el desperdicio relacionado con el tiempo de espera, el inventario y los productos finales dañados, ya que obstaculizan la ventaja competitiva de la empresa y limitan los esfuerzos de ahorro de costos.

Se debe hacer énfasis en la implementación exitosa del sistema de gestión justo a tiempo y la mejora de la eficiencia general del equipo, ya que son fundamentales para reducir el inventario de materiales reciclables en el almacén y acortar el tiempo necesario para eliminar los defectos. También es importante para la gerencia que se establezca un sistema para acortar el tiempo necesario para suministrar insumos y realizar la reparación de equipos, ya que estos son una causa importante de muda de espera.

2. La gerencia también tiene que diseñar un programa para capacitar a los

empleados sobre los desperdicios Lean y los poderosos principios Lean que son fundamentales para eliminar cada uno de estos desperdicios. Los beneficios de una implementación exitosa del sistema pull para el sistema de gestión de la producción y la calidad podría incrementarse y presentarse como evidencia por parte de la gerencia para motivar a los empleados para la implementación exitosa de los otros principios lean.

3. En vista de que los empleados están más cerca de los problemas bajo escrutinio, deben analizar las relaciones de causa y efecto y crear un sistema adecuado para eliminar cada desperdicio. La junta directiva de la empresa debe brindar un apoyo inquebrantable a la gerencia para aprovechar los recursos necesarios, ya que este sistema de producción brinda una mejora drástica no solo en el proceso de producción de la empresa sino también en el sector manufacturero de los países en general.

Bibliografía

- Cifuentes, A. (2010). *Estudio de tiempos*. Obtenido de Método de calificación:
<http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/8931/Anexo.pdf>
- Crosby, P. (1979). *Calidad*.
- Deming, W. E. (1982). *Calidad*.
- Froilna, R. (2017). Modelo de inteligencia de negocios (BI), para el manejo de indicadores clave de desempeño (KPI) en ventas para la toma de decisiones en los retails de farmacias de la empresa Farmaenlace Cía. Ltda. Ibarra.
- Great Container Compania. (2020). *Empresa Great Container*. Recuperado el 12 de Enero de 2021
- Madalene, E. (2016). *Estudio de Tiempos: Valoración del Ritmo del Trabajo*. Obtenido de <http://lawebdelingenieroindustrial.blogspot.com/2016/08/estudio-de-tiempos-valoracion-del-ritmo.html>
- Niebel, B. (2021). *Holguras por fatiga variable*. Obtenido de Ingeniería industrial.Métodos, estándares y diseño : <https://jpsucreddes8.jimdofree.com/app/download/6822650754/HOLGURAS+Estudio+de+tiempos.pdf?t=1480300352>
- Puentes, P., & Cetina, J. (2017). *ESTUDIO DE METODOS Y TIEMPOS PARA LA EMPRESA PAPELES PRIMAVERA A LOS PRODUCTOS DE PAPEL REGALO Y CARTULINA PLANA*. Obtenido de UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS: <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/14033/CetinaSabogalJulianAlberto2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rojas Diaz, J. (2019). Modelo de inteligencia de negocios para el manejo de indicadores de desempeño (KPI) en ventas basado en ingeniería de software. Publa .
- Vargas, J., & Jimenez, F. (2019). Comparing Push and Pull Manufacturing Systems via Simulation. *Scielo*.
- Villa, H. (Marzo de 2016). Un método para la definición de indicadores clave de rendimiento con base en objetivos de mejoramiento. Medellin.

ANEXOS

Anexo 1. Problemas encontrados en la empresa

Causa / Problema / Fenómeno	Datos recolectados * 100 observaciones
Falta de disciplina y organización	24
Negligencia laboral	15
Atrasos	12
Paros no programados	35
Desorden y suciedad	50
Falta de capacitación	18
Tareas innecesarias	12
Distracciones	11
Herramientas desordenadas	48
Maquinas pasadas de vida útil	20
Maquinas sin mantenimiento	12
Mala calidad de herramientas	16
No existe clasificación de herramientas	5
Maquinas obsoletas	13
Inexistencia de herramientas	8
Mezcla con solventes	4
Calibración incorrecta	4
Maquinados deficientes	14
Cantidad de tñer	12
Control de calidad deficiente	30
Aplicación incorrecta de rectificado	11
Traslados incorrectos	21
Fallas en los implementos	16
Espacio desorganizado	45
Calibración del limpiador	16
Falta de señalética	28
Infraestructura adecuada	4
Mala distribución de maquinaria	6
Equipos desactualizados	15
Falta de personal	2
Mala calidad de insumos	16

Anexo 2. Formato de encuesta al personal operativo de RECTIMOTOR

1. ¿Le han impartido a usted alguna capacitación de la mejora de procesos?

SI

NO

2. ¿Conoce Ud. el método de las 5S?

SI

NO

3. ¿Conoce Ud. donde están las herramientas, máquinas y accesorios de trabajo?

SI

NO

4. ¿Cree Ud. que existen retrasos en la entrega de los elementos maquinados?

SI

NO

5. ¿Se encuentran señalizadas las áreas de trabajo?

SI

NO

6. ¿Su lugar de trabajo es adecuado para realizar sus actividades?

SI

NO

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

Anexo 3. Diseño de entrevista a los representantes de la rectificadora Rectimotor.

1. ¿Cómo analiza el desempeño de la empresa los últimos dos años?
2. ¿Se considera Usted un buen líder o un buen jefe y por qué?
3. ¿Cree usted que los propietarios de microempresas de mecánica industrial realizan sistemas de mejora para los procesos operativos?
4. ¿Considera que la rectificadora Rectimotor deba contar con un sistema de mejora para los procesos operativos?
5. ¿Cree que, al proponer un plan de mejora con herramientas u técnicas administrativas, le permitirá reducir fracasos?
6. ¿Qué aspectos cree conveniente que se deban considerar para el diseño de sistema de mejora para los procesos operativos?
7. ¿Ha escuchado usted sobre el plan de mejora continua del ciclo PDCA?
8. ¿Cree Ud. que se debería implementar aquel plan para mejorar los procesos?
9. ¿Usted cree que con la reducción de errores la Rectificadora Rectimotor brindaría un mejor servicio de calidad y eficiencia a sus clientes y proveedores?

Anexo 4. Carta de conformidad de la empresa



RECTIMOTOR
Av. El Rey y Quispicacha
2426266/0984777457
Ambato, 18 de Julio de 2023

Estimado por medio de la presente le saludo y hago de su conocimiento que la empresa **RECTIMOTOR** a la cual represento, está conforme con el servicio para mejorar los procesos operativos en la Rectificadora en donde ha realizado el Sr. **MEDRANDA GUTIERREZ EDWARD JOSE** con C.I.: **1805306014** en nuestras instalaciones.

Agradeciendo su atención y servicio, me despido reiterando nuestra conformidad con el trabajo realizado y esperando mantener nuestra relación laboral.

ATENTAMENTE



Firmado electrónicamente por:
**ALFONSO LEONARDO
SANTIN LASCANO**

Leonardo Santín
Gerente

Anexo 5. Tablas de la OIT.

Tabla 32. Tabla de posturas

Postura	Puntos
Sentado cómodamente	0
Sentado incómodamente	2
A veces sentado y a veces de pie	2
De pie o caminando sin carga	4
Subiendo o bajando escaleras sin carga	5
De pie o caminando con carga	6
Subiendo o bajando escaleras de mano	8
Debiendo a veces inclinarse, levantarse, estirarse o arrojar objetos	8
Levantando pesos con dificultad	10
Debiendo constantemente inclinarse, levantarse, estirarse o arrojar objetos	12
Extrayendo carón con un zapapico, tumbado en una veta baja	16
Movimientos o posturas continuas y excesivamente forzadas	16

Tabla 33. Tabla de vibraciones

Actividad	Puntos
Traspalar materiales ligeros	1
Coser con máquina eléctrica o afín	2
Sujetar el material con prensa o guillotina	2
Tronzar madera	2
Traspalar balastro	4
Trabajar con una taladradora mecánica portátil accionada con una sola mano	4

Picar con zapapico	6
Trabajar con una taladradora mecánica que exige las dos manos	8
Trabajar con una radial eléctrica que exige las dos manos	8
Emplear un martillo perforador sobre hormigón	15

Tabla 34. Tabla de afección por ropa molesta

Tipo de prenda	Puntos
Guantes de caucho para cirugía	1
Guantes de caucho de uso doméstico	2
Botas de caucho	2
Gafas protectoras para afilar	3
Gafas protectoras contra impactos	3
Casco de protección	4
Protección auditiva	4
Careta de protección de soldadura	5
Guantes de caucho o piel de uso industrial	5
Peto y manoplas de protección de soldadura	6
Máscara (para pintar con pistola)	8
Traje de amianto o chaqueta encerada	15
Ropa de protección incómoda y mascarilla de respiración	20

Tabla 35. Tabla de concentración y ansiedad

	PUNTOS
Hacer un montaje corriente	0
Traspalar balastro	0

Hacer un embalaje corriente	1
Lavar vehículos	1
Rellenar de agua una batería	2
Alimentar troquel de prensa sin tener que aproximar la mano a la prensa	2
Pintar paredes	3
Coser a máquina con guía automática	4
Juntar lotes pequeños y sencillos sin necesidad de prestar mucha atención	4
Pasar con carrito a recoger pedidos de almacén	5
Hacer una inspección simple	5

Tabla 36. Tabla de tensión visual

Distribución	lux	puntos
1	-1%	1
2	-2%	2
3	-3%	3
4	-4%	4
5	-5%	5
6	-6%	6
7	-7%	7
8	-8%	8
9	-9%	9
10	-10%	10
11	-11%	11
12	-12%	12
13	-13%	13
14	-14%	14
15	-15%	15
16	-16%	16

17	-17%	17
18	-18%	18
19	-19%	19
20	-20%	20

Tabla 37. Tabla de ruido

		Valores en DB
Distribución	db	puntos
1	72	1
2	74	1
3	76	2
4	78	3
5	80	3
6	82	4
7	84	5
8	86	5
9	88	6
10	90	7
11	92	7
12	94	8
13	96	9
14	98	9
15	100	10

Tabla 38. Tabla de imanación de gases

Factor C3	PUNTOS
Torno con líquido refrigerante	0
Pintura en emulsión	1
Corte con llama oxiacetilénica	1

Soldar con resina	1
Gases de vehículos de motor en un pequeño garaje comercial	5
Pintura celulósica	6
Trabajos de moldeados con metales	10

Tabla 39. Tabla de suciedad

Factor C5	PUNTOS
Trabajo de oficina	0
Operaciones normales de montaje	0
Trabajo en taller de prensas	0
Manejo de multicopistas	1
Barrido de polvo o basura	2
Limpieza industrial de suelos de naves	3
Recogida o retirada de escombros	3
Desmontaje de motores de combustión interna	4
Trabajo debajo de un vehículo de motor usado	5