

1. INTRODUCCIÓN

1.1 RESUMEN - ABSTRACT

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TITULO: “PLAN DE MEJORA CONTINUA EN LA EMPRESA RECTIFICADORA COTOPAXI PARA REDUCCIÓN DE TIEMPOS OPERACIONALES EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN”

Autores: Chillagana Astudillo Juan Gabriel - Freire Armas José Ignacio

El presente proyecto de investigación busca mejorar el proceso de rectificación de culatas de la empresa Rectificadora Cotopaxi, analizando los tiempos de producción considerando la distribución de la planta, condiciones de trabajo y características del personal, mejorando su productividad y eficiencia.

Inicialmente, se analiza la distribución de la planta en el que se identifica el recorrido del proceso de rectificación de culatas, ubicando cada una de las actividades, así como el tiempo empleado inicial de 114min y la distancia recorrida total de 41m, a partir de esto se establecen los indicadores (Eficiencia y Productividad) para medir tiempos de ejecución de órdenes de trabajo, velocidad de desplazamiento, unidades producidas y la eficiencia de una jornada laboral. Consecuentemente, se realiza el análisis de la distribución para una redistribución como propuesta, partiendo de un estudio de tiempos, sin embargo, la redistribución no es posible hasta analizar los otros servicios que la empresa ofrece, ya que las estaciones de trabajo son compartidas, sin embargo, se determinaron las actividades con mayor consumo de tiempo para proponer mejoras que reduzcan estos tiempos.

Finalmente, se propone a través de las actividades seleccionadas y los indicadores establecidos un plan que consiste en mejorar las habilidades blandas, a través, de la capacitación y mejoramiento de procesos de supervisión, logrando con esto aumentar la producción de 80 a 100 unidades al mes, logrando una eficiencia en ordenes de trabajo de 98,3% por unidad y en una jornada laboral, obteniendo una productividad de 98%.

Palabras clave: Estudio de tiempo, mejora de procesos, KPIs.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TITLE: “PLAN DE MEJORA CONTINUA EN LA EMPRESA RECTIFICADORA COTOPAXI PARA REDUCCIÓN DE TIEMPOS OPERACIONALES EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN”

Authors: Chillagana Astudillo Juan Gabriel - Freire Armas José Ignacio

ABSTRACT

This research project seeks to improve the head grinding process of the company Rectificadora Cotopaxi, analyzing production times considering plant distribution, working conditions and personnel characteristics, improving your productivity and efficiency.

Initially, we analyze the distribution of the plant in which the route of the cylinder head rectification process is identified, locating each of the activities, as well as the initial time spent of 114min and the total distance travelled of 41m, From this the indicators (Efficiency and Productivity) are established to measure execution times of work orders, speed of displacement, units produced and the efficiency of a working day. Consequently, the analysis of the distribution for a redistribution is performed as a proposal, starting from a time study, however, redistribution is not possible until analyzing the other services that the company offers, Since workstations are shared, however, the most time-consuming activities were identified to propose improvements that reduce these times.

Finally, through the selected activities and established indicators, a plan is proposed to improve soft skills through training and improvement of monitoring processes, achieving with this increase in production from 80 to 100 units per month, achieving an efficiency in work orders of 98.3% per unit and in a working day, obtaining a productivity of 98%.

Keywords: Time study, process improvement, KPIs.

AVAL DE TRADUCCIÓN

1.2 EL PROBLEMA

1.2.1 Planteamiento del problema

En Cotopaxi existen aproximadamente 16 empresas de rectificación dedicadas al cepillado de cabezote, estas industrias se han venido desarrollando de una manera artesanal y simple ya que hemos identificado problemas en los procesos de producción que son la unión de diferentes actividades basadas a la transformación de los recursos productivos.

En la empresa Rectificadora Cotopaxi es visible la gran cantidad de tiempos improductivos en el área de cepillado debido a la mala distribución del sitio de trabajo, la utilización de métodos no eficientes y a la poca aplicación de principios ergonómicos en el mobiliario que utilizan los trabajadores, estos tiempos improductivos impiden la capacidad de producción de la empresa y la necesidad de cumplir con los pedidos hace que la dirección opte por trabajar horas extras, lo cual, hace más costosa la rectificación de los motores, esto reduce la rentabilidad de la empresa y afecta directamente a sus clientes.

Mediante una visita de campo y utilizando la técnica de observación directa aplicada a los trabajadores de la empresa, se pudo encontrar varios problemas.

Se evidenciaron problemas como:

En la empresa Rectificadora Cotopaxi dentro de sus procesos de rectificación del motor uno de los principales problemas es el desperdicio de recursos por tres causas principales, procesos no estandarizados, desorganización en el proceso de trabajo y mala distribución de planta, esto conlleva a que los procesos de rectificación se realizan sin un orden específico y en tiempos no establecidos ya que no cuenta con estudios de esta naturaleza lo que provoca fallas en el proceso de rectificación, retrasos en la entrega de trabajos y una baja productividad. Además, no se cuenta con tiempos estándar que pueda guiar este proceso de rectificación lo que provoca una desorganización de los obreros, además de la aplicación de procedimientos de rectificación sin seguir las reglas de control de calidad de la gestión resulta una mala planificación del trabajo tomando en cuenta que los trabajadores están capacitados empíricamente para desarrollar este procedimiento.

1.2.2 Formulación del problema:

¿Cuáles son las causas que generan tiempos improductivos en el proceso de cepillado en la rectificación de motores a gasolina en la empresa Rectificadora Cotopaxi?

1.3 BENEFICIARIOS

Tabla 1.1. Beneficiarios del proyecto de investigación.

Beneficiarios Directos	Cantidad
Propietario de la empresa	1
Personal operativo	6
Personal administrativo	1
Total, de beneficiarios	8

Beneficiarios Indirectos	Cantidad
Clientes	40
Proveedores	7
Total, de beneficiarios	47

1.4 JUSTIFICACIÓN

La investigación del proyecto se basa en los conocimientos obtenidos en la carrera de ingeniería industrial para identificar falencias o problemas principales que suceden en el área de cepillado de cabezote y buscar la solución óptima para la mejora de los métodos de trabajo y su óptimo funcionamiento para una entrega oportuna.

El presente proyecto busca establecer un plan de mejora en el proceso de producción de rectificación de motores en la empresa Rectificadora Cotopaxi, mediante una visita *in-situ* y aplicando la técnica de observación directa se pudo justificar que no cuentan con procesos técnicos para el control de tiempos, lo que genera desperdicios en el área de cepillado ya que se lo realiza de manera empírica y el cual no está registrado y esto sobrelleva a que muchas de las veces se formen desperdicios en la cantidad total que deben ser entregadas al cliente ya que a veces se sobrepasa la cantidad de material que debe ser utilizado en cada motor y en definitiva reduce la productividad lo cual hace imposible cumplir con el tiempo establecido por el dueño de la empresa, esta propuesta posibilitara mejorar los métodos de trabajos actuales, desempeñar con los requerimientos en el momento de entrega a los clientes, simplificar los procesos de producción y en definitiva acrecentar la satisfacción del usuario, también, la mejora de la

prontitud física de los operarios menguando el tiempo necesario para agrandar la productividad, lo que permite a la empresa generar mejor aspecto y prestigio en el cantón y sus alrededores, favoreciendo tanto a la institución y sus colaboradores.

En el análisis de la línea de cepillado de cabezote se emplea varias técnicas y herramientas de trabajo como diagramas de flujo, layout y cursogramas analíticos lo cual estas técnicas nos ayudaran a dar con resultados positivos de esta forma mejorar problemas en el proceso de cepillado realizaremos combinaciones en las actividades con esto reduciremos los tiempos ineficaces y eliminaremos actividades innecesarias.

Se empleará el modelado diagrama de procesos que constara estar al tanto de donde se causan los problemas, diagramas de recorrido el cual consiste en observar los diferentes movimientos del motor. El uso de estos modelos consiste en realizar un análisis de forma más neutral y metodología para la caracterización de los tiempos muertos. Además, se tiene el propósito de nivelar y abordar las causas del tiempo de inactividad y las demoras que frenan que el motor se complete más rápido. Por esta situación, es importante utilizar la investigación de tiempos para lograr una mayor productividad.

1.5 HIPÓTESIS

¿El plan de mejora continua para el cepillado de cabezotes permitirá la reducción de tiempos operacionales en el área de producción?

¿Reducir el tiempo de cepillado del cabezote permitirá entregar con más prontitud el rectificado o producto terminado economizando los materiales y las horas de trabajo?

Tabla 1.2. Variables.

Independiente	Dependiente
El sistema productivo	Inexactitud de un sistema de planificación y control en la entrega de pedidos.

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 General

- Elaborar un plan de mejora continua en proceso de cepillado de cabezotes para la reducción de tiempos operacionales en el área de producción de la empresa RECTIFICADORA COTOPAXI. Para el mejoramiento de sus procesos.

1.6.2 Específicos

- Realizar el diagnóstico del proceso actual de la rectificación de motores por medio de diagramas para la caracterización de actividades.
- Analizar la distribución de la planta para la generación y redistribución de máquinas y equipos en el proceso de rectificación.
- Plantear un plan de mejora para la reducción de distancias recorridas y tiempos empleados.

1.7 SISTEMA DE TAREAS

Tabla 1.3 Sistema de tareas

OBJETIVOS	ACTIVIDADES	RESULTADOS ESPERADOS	TECNICAS E INSTRUMENTOS
Realizar el diagnóstico del proceso actual de la rectificación de motores por medio de diagramas para la caracterización de actividades.	Análisis de las instalaciones y puestos de trabajo del proceso de rectificación de culatas.	Layout de la Empresa Rectificadora Cotopaxi	Observación Investigación de campo Instrumentos Diagrama analítico del proceso KPIs
	Descripción del proceso de rectificación de culatas.	Actividades identificadas en el área de cepillado	
	Realizar diagramas de análisis del proceso	Representación gráfica de los procesos	
	Determinar KPIs para la evaluación inicial del proceso	Lista de KPIs que se emplearán en el estudio	
Analizar la distribución de la planta para la generación y redistribución de máquinas y equipos en el proceso de rectificación.	Toma de tiempos de proceso productivo	Tiempos empleados para el proceso	Técnicas: Cronometraje Estudio de Tiempos Valoración del ritmo y suplementos. Instrumentos: Matriz de tiempos Cronometro Estándares de valoración del ritmo Estándares de suplementos Matrices en Excel.
	Cálculo del tiempo estándar en el área de cepillado de cabezotes.	Tiempo estándar de toda la línea de producción	
	Determinar tiempos y desplazamientos innecesarios para su eliminación, combinación o mejora.	Identificación de actividades, tiempos y recorridos innecesarios o que pueden ser mejorado Propuesta de redistribución de planta.	
Plantear un plan de mejora para la reducción de distancias recorridas y tiempos empleados.	Propuesta de mejora en la línea de producción en el área de cabezotes	Medición del tiempo de ciclo propuesto	Técnicas: Optimización Instrumentos: Word Excel
	Comparación del estudio actual y propuesto mediante KPI	Medición de la productividad mediante KPIS	

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 ANTECEDENTES

En el trabajo de investigación realizado por Shirley M y Joel G, en Perú, con el tema “Mejora de métodos para incrementar la productividad, área de rectificación de motores, empresa INTRAMET E.I.R.L”, los autores mencionan en la introducción que “El estudio de métodos es, en gran parte, una muy importante herramienta con la que se puede contar en cualquier tipo de empresas, para ejecutar proyecciones, ya sea de recursos humanos como económicos, además de permitir ajustar e implementar metodologías más dinámicas y conforme al proceso estudiado”. Este estudio concluye en que el estudio de tiempos permite que se pueda aumentar la productividad, uno de los indicadores que se utiliza en la evaluación de procesos [1].

Nancy Tovar en su trabajo de investigación, en el 2012, plantea propuestas de mejora continua para una rectificadora de motores, dentro de este trabajo menciona la investigadora sobre la importancia que tiene mantener mera constante dentro de un sistema productivo, pues la competencia siempre exigirá mejoras y es la obligación de las empresas mantenerse a la vanguardia, estando listos para implementar estrategias de mejora constantemente, más aún para empresas artesanas [2]

Cristian Illanes en su trabajo de investigación menciona sobre la importancia de realizar un trabajo excelente y garantizado por parte de las rectificadoras, tomando en cuenta que éstas se encargan de arreglar una pieza fundamental para el buen funcionamiento de un vehículo, también incluye que los clientes siempre buscarán la atención de calidad donde el servicio post ventas sean excelentes [3].

2.2 MARCO REFERENCIAL

A continuación, se presentarán conceptos y definiciones que se emplearán durante el desarrollo del proyecto, en el que se detallarán las técnicas, formulas, pasos o procedimientos, con el fin de cumplir con los objetivos planteados.

2.2.1 Ingeniería de Métodos

Esta ingeniería permite que a través de la utilización de diferentes herramientas y técnicas se pueda mejorar un sistema productivo, a través de la propuesta de mejores métodos luego de realizar un análisis profundo a los procedimientos empleados para la realización de un trabajo. Dejando como resultado procesos con las mejores actividades, tiempos y herramientas que logren un resultado óptimo [4].

2.2.2 Medición Del Trabajo

Según Neyra, en su libro “Técnicas de medición del trabajo”, menciona que la medición del trabajo es el empleo de técnicas que permiten determinar el tiempo en el que un trabajador cualificado realiza una tarea, basándose en una norma específica para hacerla, generalmente se utiliza para suprimir o al menos minimizar tiempos improductivos dentro de un proceso [5].

2.2.2.1 Etapas para realizar la medición del trabajo

En la tabla 2.1 se muestran los pasos que se recomienda seguir dentro de la medición del trabajo.

Tabla 2.1 Etapas para la medición del trabajo [6].

ETAPAS PARA LA MEDIDA DEL TRABAJO	
1. Seleccionar	La actividad o conjunto de actividades que se evaluarán
2. Registrar	Los datos, características, condiciones y herramientas empleadas.
3. Analizar	La información registrada verificando que el método aplicado sea eficaz
4. Medir	El trabajo en tiempo de ejecución
5. Reunir o compilar	Los tiempos que conforman al proceso consolidando el tiempo total
6. Definir	Tiempo estándar del proceso y actividades que lo conforman

2.2.2.2 Técnicas de medición del trabajo

En la siguiente tabla se muestran los métodos y técnicas que pueden emplearse en el presente trabajo de investigación, de esta tabla se elige el más adecuado que se empleará en el estudio.

Tabla 2.2 Técnicas de medición del trabajo [7].

MÉTODO	ELEMENTOS	APLICACIÓN
Estimación		
De expertos	Prueba y error	Trabajo indirecto y de oficina
Según datos históricos	El tiempo que se requiere para la ejecución de un proceso es proporcional al tiempo que se tenga como disponible.	Trabajo de mantenimiento no rutinario
Observación y medición del trabajo		
Estudio de tiempos	Se determina el tiempo por cronómetro y se identifican suplementos y condiciones del trabajo.	Variedad de actividades en cuanto a su tiempo de ejecución.
Muestreo de trabajo	Observaciones aleatorias de actividades pertinentes productivas e improductivas.	Trabajos no repetitivos de ciclo largo directos e indirectos
Método sintético		
Información estándar	Tiempo promedio de un conjunto de tareas.	Trabajos iguales o similares con elementos en común.
Formulas de tiempo	Fórmulas matemáticas para tiempo normales y totales.	Actividades similares con elementos variables
Tiempos predeterminados	Tiempos promedio para actividades determinadas.	Trabajos repetitivos y manuales

2.2.3 Estudio de tiempos

Para determinar los tiempos estándares en la realización de tareas se emplea el método del estudio de tiempos, este método utiliza diferentes instrumentos para llevar a cabo el estudio, partiendo desde la utilización del cronómetro mientras se observa a un trabajador seleccionado cumplir una serie de actividades sistemáticas, los tiempos de trabajo son registrados en una hoja de registro de acuerdo al número considerado de registros, es importante que mientras se toma los tiempos, también se analice y se registre las condiciones de trabajo en el que se valore el ritmo de trabajo y suplementos existentes.

El propósito del estudio es determinar el tiempo estándar que pueda corresponder a un proceso en el que incluya valores investigados de fatiga o desempeño, este tiempo pasará a tomarse como adecuado si cumple lo expuesto [7].

2.2.3.1 Equipo para el estudio de tiempos

Las herramientas necesarias para realizar el estudio de tiempos se presentan a continuación [6]:

- Cronómetro.
- Tablero
- Formatos de matrices para registrar datos
- Flexómetro.
- Equipo de cómputo.

2.2.4 Acercamiento a la planta

En esta fase se determina el equipo necesario para el estudio, el objeto de estudio, condiciones del lugar, etc. Esta fase se considera preliminar, a través de esta se conoce y se analiza el sistema productivo, siguiendo tres pasos importantes que se mostrarán a continuación. [7].

2.2.4.1 Selección de la actividad a estudiar

Este paso se realiza en conjunto con el jefe de planta o supervisor, quienes a través de su experiencia pueden aportar las características necesarias para realizar una selección adecuada del objeto de estudio. Esta selección de actividades se debe realizar en base a referencias

bibliográficas ya existentes, para este estudio se basa netamente de acuerdo a propuestas de la OIT, para lo cual se considera alguna de las siguientes características[7]:

- Novedad de la tarea
- Cambio de material o método
- Quejas de los trabajadores sobre el tiempo de la tarea
- Demoras causadas por una operación lenta
- Bajo rendimiento de la maquinaria
- Comparar métodos de trabajo
- Costo aparentemente alto del trabajo

2.2.4.2 Selección del operario

Este paso al igual que el primero, se debe realizar en conjunto con el jefe de planta o supervisor. Es importante tener en cuenta que la selección del tipo de trabajador basándose en su rendimiento, tiempo de antigüedad y cualidades, permitiendo que el nivel de confiabilidad de los resultados que se obtendrán al terminar el análisis sea alto, pues un trabajador con mayor rendimiento permite determinar el tiempo en el que cualquier tipo de trabajador podría realizar la misma tarea, mientras que un trabajador promedio realizará sus actividades en un tiempo medio, a diferencia de un trabajador deficiente o nuevo, que realizará sus actividades haciendo uso de un tiempo mayor a comparación de los otros tipos [8].

- Trabajadores representativos: son los trabajadores que realizan sus actividades con características promedio.
- Trabajadores calificados: son aquellos que tienen mas tiempo de experiencia realizando sus actividades, demuestran desempeño alto y cualidades que les permite realizar tareas más eficientes de calidad.

2.2.4.3 Registrar información detallada de la actividad

Este tercer paso es tan importante como lo anteriores, registrar la información dependerá también del cumplimiento de los objetivos que se planteen, pues la información registrada permitirá

obtener resultados acorde a la información considerada para el registro, no se trata solo de registrar las actividades a estudiar ni sus tiempos de ejecución, sino también, las condiciones del puesto de trabajo, del ambiente, así como las características y aptitudes del trabajador, pues existen factores que no se pueden visualizar, que provocan una variación de estos tiempos [8].

Dicha información debe comprender los siguientes datos.

- Nombre de la empresa
- Área
- Detalles de la máquina
- Actividad y su descripción
- Características del operador
- Características extras de la tarea
- Condiciones del ambiente de trabajo

2.2.5 Estudio de tiempos

Para el estudio de tiempos es importante que de forma preliminar se cumpla con lo que se expondrá a continuación.

2.2.5.1 Dividir la operación en elementos

El objetivo de este paso es facilitar el estudio. Debe determinarse los elementos a estudiar, establecer el inicio y el fin de cada elemento determinado, establecer el tiempo de trabajo de máquinas y operarios por separado, determinar elementos variables y fijos, así como las condiciones de trabajo por elemento, más que todo cuando los elementos se encuentran en diferentes puestos de trabajo en el que cambia su ambiente laboral [9].

Tipos de elementos o actividades

- **Repetitivos:** Se los identifican en cada ciclo del proceso.
- **Casuales o extraños:** No aparecen en cada ciclo de trabajo.
- **Constantes:** Son los que mantienen un tiempo de ejecución igual.
- **Variables:** Son aquellos que dependen de alguna característica que puede cambiar por alguna razón.
- **Manuales:** Son los realizados por los operadores.

- **Mecánicos:** Se refiere aquellos que realiza una máquina.
- **Dominantes:** Son aquellos que toman mas tiempo realizarlos durante el proceso.

2.2.5.3 Tomar y registrar los tiempos (cronometraje)

El cronometraje se realiza luego diseñar la matriz de registro, en el que se mostrarán las actividades a medir, justificación de estudio, características identificadas de estudio, etc. [10].

Es importante que de acuerdo a la división de tareas y enumeración de las mismas se realice la medición con el cronómetro de manera individual. La medición del tiempo también se conoce como toma de tiempos o cronometraje. Existen dos métodos básicos para realizar el estudio de tiempos [7].

Método de vuelta a cero

En este método el cronómetro directamente el tiempo tomado para que se ejecute la actividad, a diferencia del de lectura continua, en el que se debe realizar restas de un tiempo total para determinar cada tiempo de las actividades realizadas durante el cronometrado [7].

Cálculo del número de ciclos a cronometrar

Es importante que se determine el tamaño de la muestra o número de observaciones para entrar a la etapa de cronometraje, ya que de este dependerá el grado o nivel de confianza que se requiere para el estudio de tiempos [11].

2.2.5.4 Definición del tamaño de la muestra

En este punto se determina el tamaño de la muestra, es decir, se valida si las observaciones consideradas son suficientes o faltan, esto se realiza con el fin de obtener un análisis considerando un margen de error y nivel de confianza específico, de acuerdo a los resultados que se buscan. Existen diferentes métodos para realizarlo, sin embargo, para este proyecto de investigación se ha considerado al método estadístico como el indicado.

Método estadístico

El método estadístico permite tener en un análisis de datos el nivel de confianza y margen de error del 95 % y ± 5 % correspondientemente, este método permite determinar el tamaño de la muestra (n) que se requieren, luego de calcular en base al número de observaciones o datos establecidos de manera inicial [11]:

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n'\Sigma x^2 - \sum(x)^2}}{\Sigma x} \right)^2 \quad (2.1)$$

En donde:

n = Tamaño de la muestra o número de observaciones que se requieren

n' = Número de datos u observaciones preliminares

Σ = Suma de los valores

x = Observaciones o datos

2.2.6 Ritmo de trabajo*2.2.6.1 Calificación del desempeño del operario*

Esta calificación se obtiene mientras que se realiza la medición del trabajo. El tiempo que tomará realizar una actividad por un operario, dependerá del nivel de habilidad y del esfuerzo que el trabajador tenga para ejecutar la tarea.

Para calificar el desempeño de la persona, el investigador evalúa la efectividad del operario comparando con la efectividad de un operador calificado al realizar la misma tarea [8].

Cabe recalcar la importancia de que antes de valorar el ritmo del trabajo, se determine el tipo de operador que se está tomando en cuenta, logrando diferenciarlos entre 3 tipos, deficiente, representativo y calificado, donde el calificado es aquel con mayor tiempo de experiencia y con mayor conocimiento sobre la ejecución de la tarea, el representativo será un trabajador con cualidades promedio, mientras que uno deficiente será un operador nuevo, con poca experiencia, con falta de entrenamiento.

2.2.6.2 Valoración de Nivelación

Según Westinghouse considera los diferentes aspectos como: la habilidad, el esfuerzo, las condiciones de trabajo y la consistencia del trabajador.

$$\text{Factor de valoración} = 1 + \sum \text{suma de suplementos} \quad (2.2)$$

Los valores de cada concepto se obtienen de la figura 3.1 que se muestra a continuación.

HABILIDAD		ESFUERZO	
+0.15	A1	+0.13	A1
+0.13	A2 – Habilísimo	+0.12	A2 – Excesivo
+0.11	B1	+0.10	B1
+0.08	B2 – Excelente	+0.08	B2 – Excelente
+0.06	C1	+0.05	C1
+0.03	C2 – Bueno	+0.02	C2 – Bueno
0.00	D – Promedio	0.00	D – Promedio
-0.05	E1	-0.04	E1
-0.10	E2 – Regular	-0.08	E2 – Regular
-0.15	F1	-0.12	F1
-0.22	F2 – Deficiente	-0.17	F2 – Deficiente
CONDICIONES		CONSISTENCIA	
+0.06	A – Ideales	+0.04	A – Perfecto
+0.04	B – Excelentes	+0.03	B – Excelente
+0.02	C – Buenas	+0.01	C – Buena
0.00	D – Promedio	0.00	D – Promedio
-0.03	E – Regulares	-0.02	E – Regular
-0.07	F – Malas	-0.04	F – Deficiente

Figura 2.1. Valoración por nivelación [7].

2.2.6.3 *Tiempo observado medio*

Este tiempo corresponde al promedio de los tiempos tomados de manera preliminar.

$$TOM = \frac{\sum \text{Tiempos observados}}{\text{Número de las observaciones}} \quad (2.3)$$

2.2.6.4 *Tiempo normal*

Es el aumento del tiempo típico visto por la calificación o factor de valoración, la valoración se obtiene de la Figura 2.1 el 100 por ciento se refiere a la exposición estándar de un administrador certificado. La regla fundamental en la revisión de la ejecución es cambiar el interino observado (BMT) para cada componente realizado durante la revisión al tiempo típico (NT) que requeriría un administrador certificado para llevar a cabo un trabajo similar.

$$TN = TMO * \frac{\text{valoración}}{100\%} \quad (2.4)$$

2.2.7 **Suplementos del estudio de tiempos**

Los suplementos son tiempos extras debido a variables externas, que se recuerdan por el tiempo de trabajo estándar, para remunerar al especialista por la pérdida de creación debido al cansancio

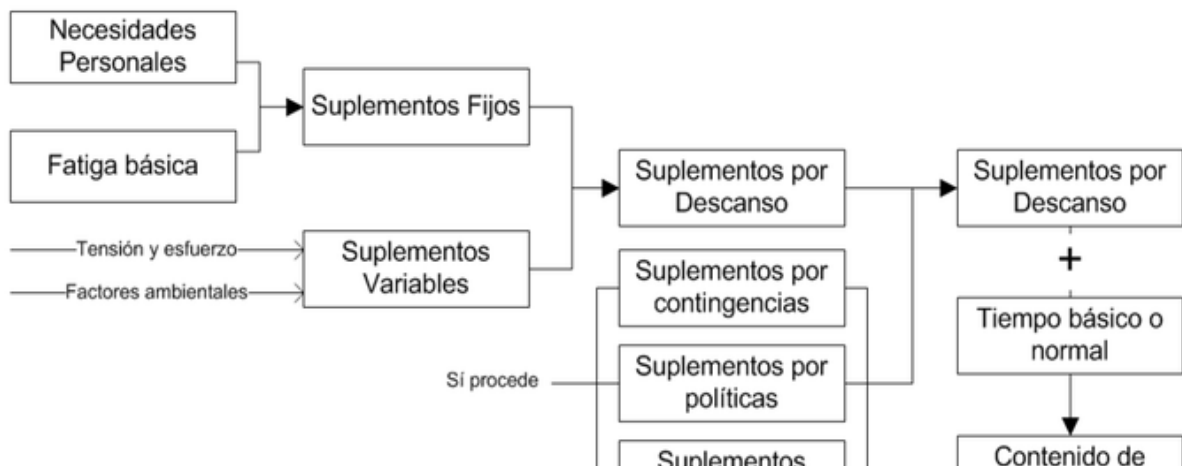


Figura 2.2 Suplementos en el estudio de tiempos.

y las interferencias típicamente anticipadas, como tiempo personal y pausas ineludibles. Aplicado regularmente como un nivel de tiempo medio.

2.2.7.1 Clasificación de los suplementos

Hay algunas mejoras que se pueden agregar dentro de los tiempos de revisión, por ejemplo, mejoras individuales, agotamiento, cansancio variable, ineludible, extras, sin embargo, las tres iniciales mencionadas anteriormente son detallados debajo [7]:

Suplementos fijos o personales: Estos son tiempos que se añaden al tiempo ordinario, por lo que el trabajador puede abordar problemas específicos, por ejemplo, hidratación, lavado de manos, cambio de prendas de vestir, entre otros.

Suplementos por fatiga: Estos son tiempos extra para compensar la debilidad del trabajador. También puede ser considerada como la reducción o pérdida de tiempo que se puede atribuir a la debilidad.

Los suplementos mencionados anteriormente se pueden encontrar en todas las tareas en las que se involucra a personas.

Suplementos por fatiga variable: Por lo demás llamadas mejoras variables, son tiempos adicionales que se le dan al especialista por la debilidad acelerada que experimenta estados adicionales de solicitud de la ejecución del trabajo, por ejemplo, para estar cerca de los calentadores de disolución o para realizar el trabajo con posiciones del cuerpo completamente incómodas.

2.2.7.2 Método de valoración objetiva con estándares de fatiga

En la estela de decidir el tiempo ordinario considerando algunos tiempos ostensibles con los cuales el trabajo debe ser realizado, las resiliencias deben ser agregadas que consideran factores específicos, por ejemplo, la reducción del trabajo debido al cansancio, retrasos individuales sin fin, ese resultado en normas de tiempo más genuinas y sólidas. Estas tasas adicionales de tiempo permiten al administrador recuperarse. De acuerdo con la OIT no hay registro unido con el que se pueden agregar las mejoras, las mismas que permiten pensar en las actividades esenciales de los administradores.

En consecuencia, la técnica de evaluación objetiva con normas de agotamiento se utilizará en la empresa actual, esta estrategia separa las mejoras en constantes y factores para todo tipo de personas. En las mejoras variables están los requisitos individuales con puntuaciones de 5% y 7% para las personas por separado. En el resumen de las mejoras variables son factores, por ejemplo, el trabajo de pie, la postura típica, la utilización de la energía al levantar o empujar, donde el peso más extremo permitido es 33 kg para los hombres y 20 kg para las mujeres, diferentes factores, por ejemplo, iluminación, patrones meteorológicos, presión visual, conmoción, tensión mental, aburrimiento mental y real, las puntuaciones son punto por punto por debajo en la Figura 2.3.

SUPLEMENTOS CONSTANTES		HOMBRE	MUJER	SUPLEMENTOS VARIABLES		HOMBRE	MUJER
Necesidades personales		5	7	e) Condiciones atmosféricas			
Básico por fatiga		4	4	Índice de enfriamiento, termómetro de KATA (milicalorías/cm2/segundo)			
SUPLEMENTOS VARIABLES		HOMBRE	MUJER	16		0	
a) Trabajo de pie				14		0	
Trabajo se realiza sentado(a)		0	0	12		0	
Trabajo se realiza de pie		2	4	10		3	
b) Postura normal				8		10	
Ligeramente incómoda		0	1	6		21	
Incómoda (inclinación del cuerpo)		2	3	5		31	
Muy incómoda (Cuerpo estirado)		7	7	4		45	
c) Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, tirar o empujar)				3		64	
Peso levantado por kilogramo				2		100	
2,5		0	1	f) Tensión visual			
5		1	2	Trabajos de cierta precisión		0	0
7,5		2	3	Trabajos de precisión o fatigosos		2	2
10		3	4	Trabajos de gran precisión		5	5
12,5		4	6	g) Ruido			
15		5	8	Sonido continuo		0	0
17,5		7	10	Sonidos intermitentes y fuertes		2	2
20		9	13	Sonidos intermitentes y muy fuertes		5	5
22,5		11	16	Sonidos estridentes		7	7
25		13	20 (máx)	h) Tensión mental			
30		17		Proceso algo complejo		1	1
33,5		22		Proceso complejo o de atención dividida		4	4
d) Iluminación				Proceso muy complejo		8	8
Ligeramente por debajo de la potencia calculada		0	0	i) Monotonía mental			
Bastante por debajo		2	2	Trabajo monótono		0	0
Absolutamente insuficiente		5	5	Trabajo bastante monótono		1	1
				Trabajo muy monótono		4	4
				j) Monotonía física			
				Trabajo algo aburrido		0	0
				Trabajo aburrido		2	2
				Trabajo muy aburrido		5	5

Figura 2.3 Tabla de suplementos según la OIT [26].

Tiempo estándar

Según Fred E. Meyer, el tiempo estándar es el tiempo que se requiere para realizar una actividad tomando en cuenta las siguientes características: El operador es calificado y bien capacitado, el mismo trabaja a una velocidad o ritmo normal y realiza una actividad determinada [12].

El tiempo estándar corresponde al producto entre el tiempo normal y el factor de los suplementos considerados, así como lo muestra la siguiente fórmula

$$TE = TN * (1 + suplementos/100) \quad (2.5)$$

2.2.8 Beneficios del estudio de tiempos

Según Meyers, una actividad que no mantiene pautas funciona para el 60% específico del tiempo, mientras que una que trabaja con principios llega a una presentación del 85%. Esta expansión en la eficiencia es comparable a aproximadamente el 42%. El estándar de tiempo no es, sin duda, vital, pero además increíblemente inteligente.

El tiempo estándar es igualmente vital en la oficina de montaje. Da las respuestas a las cuestiones que lo acompañan como determinar [12]:

- el número de máquinas herramientas que se deben adquirir.
- el número de personas operativos requeridos
- los costos operativos
- balanceo de líneas operativas
- problemas existentes en producción
- demoras identificadas
- indicadores de producción

2.2.9 Procesos

El proceso es la transformación de un elemento, para lo cual requiere un conjunto de actividades que han sido determinadas para llevar a cabo dicha transformación, obteniendo un resultado esperado [12].

El proceso por lo general es realizado por un grupo de personas de manera estructurada de cierta manera, con ayuda de tecnología e información que sirvan de apoyo para desarrollar la tarea. Velazco Fernández manifiesta que se puede identificar micro procesos dentro que engloban a un proceso más grande, esto depende el observador, por ejemplo; un operador puede llamar proceso a cortar una pieza, mientras que su jefe lo ve como un elemento dentro del proceso de fabricación, de esta manera se puede detallar los tipos de procesos que pueden existir dentro de una organización [13].

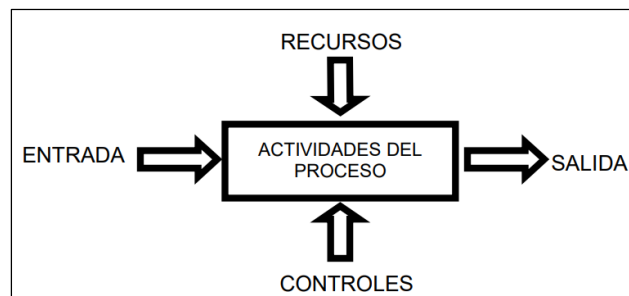


Figura 2.4 Elementos básicos de un proceso [13].

2.2.9.1 ¿Cómo se analizan los procesos?

Para realizar un análisis de los procesos se debe seguir el siguiente procedimiento:

- Realizar el levantamiento y segmentación de las tareas.
- Determinar el tiempo estándar de cada actividad.
- Identificar la capacidad de producción de cada actividad.
- Representar el proceso gráficamente y determinar demoras en el flujo.

2.2.9.2 Optimización de los procesos

La optimización es un término que es muy escuchado dentro de las industrias, Vinue menciona que plantear mejoras que permitan realizar el mismo proceso, pero consumiendo menos recursos, haciendo que este proceso tenga la misma calidad a menor tiempo y costos de operación [14].

La optimización conlleva medir y mejorar la desviación en un proceso teniendo el mismo objetivo, acercándose a un proceso productivo deseado, para controlar el proceso se realiza una vigilancia estadística, donde se observen las variaciones de las diferentes características, luego de establecer límites se puede determinar si el proceso está bajo control, siempre y cuando no esté fuera de los márgenes establecidos. [15].

2.2.9.3 Estandarización

Francisco Madariaga en su libro “Lean Manufacturing” menciona que la estandarización conlleva evitar el despilfarro de recursos al establecer parámetros específicos que se debe cumplir, evitando la variación de estas [16].

De tal manera que si se desea estandarizar un proceso, se deben analizar todos los elementos que conforman el proceso, tiempos de trabajo, maquinado, etc.

2.2.9.4 Ventajas de la estandarización de procesos

Existen diversas ventajas de estandarizar procesos, algunas de estas ventajas se presentan a continuación [17]:

- Se puede estimar tiempos de cumplimiento con el cliente
- Existe garantía de que los procesos cumplen con un proceso específico, evitando diferencias entre lotes.
- Permite que los operadores aprendan más fácil cuando son nuevos realizando una tarea.
- Permite que se pueda medir y controlar los procesos de manera homogénea.
- Permite que se asignen tareas de manera efectiva.
- Mejora considerablemente la eficiencia de la organización.
- Hace posible que la empresa tenga una tendencia de crecimiento.

2.2.10 Distribución de planta

La distribución de planta consiste en ordenar los factores y todos los elementos industriales que engloban un proceso de cualquier empresa, el objetivo de esta es que una línea de producción tenga sus elementos con una disposición eficiente, permitiendo lograr cumplir los objetivos que mantenga una empresa [18].

2.2.11 Indicadores clave de desempeño

Según Edison Toro & Jhon López en su investigación para la Universidad del Cauca sobre la aplicación de KPI en un caso de estudio, define a un KPI basándose a criterios de la norma ISO 22400 mencionando que “Un KPI es un nivel cuantificable sobre el logro de un objetivo crítico, formado por elementos de medida que permitan identificar problemas y plantear soluciones, con el fin de cumplir con los objetivos deseados y crear valor al proceso de manufactura implicado, contribuyendo en la mejora continua de las organizaciones” [19].

2.2.11.1 Sistemas de automatización e integración. Indicadores clave de rendimiento (KPI) para la gestión de operaciones de fabricación.

La ISO 22400 específica para la industria un marco general para que pueda definir, intercambiar, componer y usar indicadores clave de rendimiento (KPI) dentro de la gestión de operaciones de fabricación (MOM), esta norma: Brinda la descripción general a lo que se refiere un KPI, presenta aquellos conceptos relevantes para trabajar con los indicadores, incluye criterios para la construcción de los mismos, además define la terminología que está relacionada con los KPI y describe el paso a paso de como poder utilizarlos [20].

Funcionamiento de un KPI

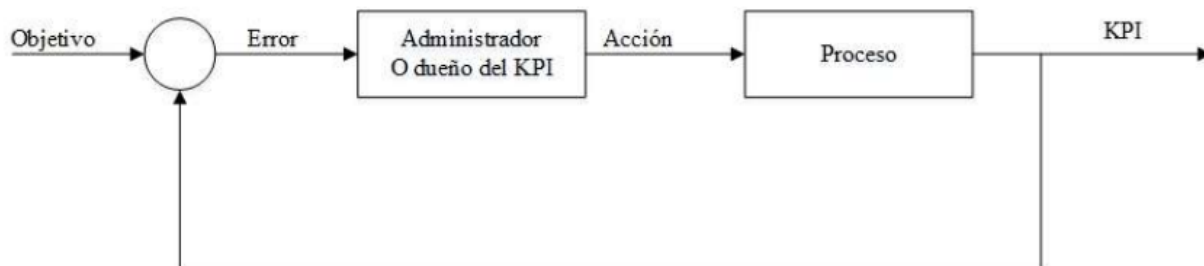


Figura 2.5 Funcionamiento de un KPI [19].

2.2.11.2 KPI para las industrias de manufactura

La ISO 22 400 propone 34 KPI que son utilizados comúnmente en las empresas, estos indicadores forman parte de la aplicación del modelo de administración de operaciones manufactureras o MOM, entre los 34 a continuación se presentan solo los que se refieren a producción.

Tabla 2.3 KPI aplicados dentro de producción.

<ul style="list-style-type: none"> • Eficiencia del trabajador • Ratio de asignación • Índice de producción • Eficiencia de asignación • Eficiencia de utilización • Índice de eficiencia general de los equipos • Índice de eficiencia de equipos de red • Disponibilidad • Eficacia • Tasa de configuración • Eficiencia técnica 	<ul style="list-style-type: none"> • Ratio de proceso de producción • Índice de capacidad de máquina • Índice de capacidad de máquina crítico • Índice de capacidad de proceso • Índice de capacidad de proceso crítico • Consumo global de energía • Ratio de productos terminados • Ratio de productos integrados • Ratio de pérdida de producción • Índice de carga de equipos
---	---

2.2.11.3 Selección y uso de KPI

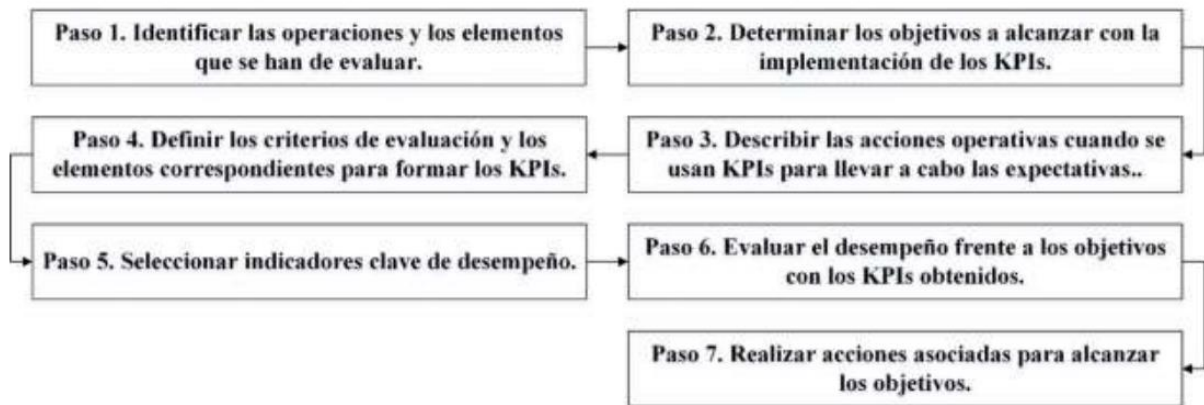


Figura 2.6 Proceso de selección de un KPI [19].

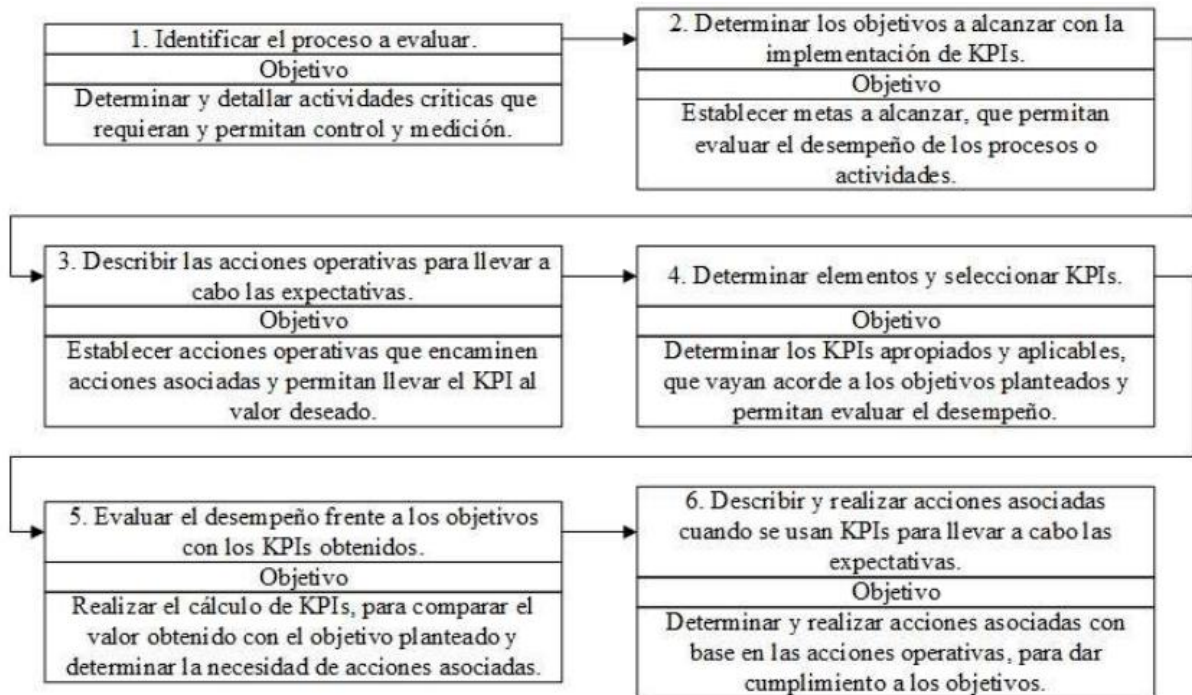


Figura 2.7 Pasos para la aplicación del KPI [19].

2.2.11.4 Pasos para la aplicación de KPI

Los siguientes pasos se basan de acuerdo a la investigación de [19], en el que se detalla lo siguiente:

Paso 1. Identificar el proceso a evaluar: Se refiere a definir los factores y actividades críticas que permitan conocer la situación actual, es decir, saber qué se tiene, qué se hace y cómo se hace, luego de identificar el proceso, se levanta la información mediante un formato de registro.

Paso 2. Determinar los objetivos que se requiera alcanzar con los KPI: Establecer objetivos generales para el área de producción, con base en la misión, la visión y las estrategias de la empresa. Establecer objetivos específicos para cada objetivo general, de manera que sean medibles, un periodo de tiempo para alcanzarlo y un valor de referencia aceptable del KPI (ISO 22400-1, 2014),

Paso 3. Describir las acciones operativas para llevar a cabo las expectativas:

- Revisar los procedimientos y programas.
- Mejorar, calibrar o reemplazar los recursos de manufactura.
- Modificar la configuración del funcionamiento de los sistemas y aplicaciones.
- Rediseñar sistemas y aplicar arquitecturas.
- Controlar KPIs.

Paso 4. Determinar elementos y seleccionar KPIs: Una vez finalizada la determinación de acciones operativas, es necesario establecer los KPIs que se aplicaran al proceso de producción, para esto, existen dos casos: en el primero, se obtienen los elementos a partir del objetivo y con base en estos, se busca o se crea el KPI y en el segundo, se selecciona de los KPIs existentes el que más se acople al objetivo y se buscan los elementos dentro del proceso [19].

Paso 5. Evaluar el desempeño frente a los objetivos con los KPIs obtenidos:

- Obtener los datos y medidas que componen los elementos del KPI.
- Calcular el KPI por medio de su fórmula.
- Determinar si es necesario aplicar acciones asociadas, teniendo en cuenta el valor obtenido mediante el cálculo del KPI y el atributo “Valor de referencia del KPI” del objetivo.

Paso 6. describir y realizar acciones asociadas cuando se usan KPIs para llevar a cabo las expectativas: Se establecen acciones correctivas si el proceso requiere mejora luego de evaluar el KPI.

2.2.11.5 Indicadores

Indicadores propuestos como ejemplo por Toro E & López J, en su investigación [19].

- Eficiencia de una orden de producción (EOP)

$$EOP = \frac{TPOP}{TROP} \quad (2.6)$$

Donde:

TPOP= Tiempo planeado para ejecutar una orden de producción

TROP= Tiempo real ejecutado en una orden de producción

- Eficiencia de ejecución de una orden de producción en una jornada laboral (EEJ)

$$EOP = \frac{TPOP}{TROP} \quad (2.7)$$

Donde:

TJOP= Tiempo total disponible en una jornada laboral sin contar descansos

TROP= Tiempo real para una orden de producción

Para estos indicadores es importante que se determine los suplementos o descansos existentes en una jornada laboral, así como el tiempo que toma realizar un producto, la fidelidad del indicador dependerá de la exactitud del análisis.

Eficiencia del trabajador

La eficiencia del trabajador relaciona el tiempo real del trabajo del personal, con el tiempo real de asistencia del personal, consolidándose en la siguiente formula:

$$E_T = \frac{\textit{Tiempo trabajado en una orden de trabajo}}{\textit{Tiempo disponible total al día sin pautas}} \quad (2.8)$$

Nemur menciona que la productividad corresponde a la habilidad que se tiene para realizar un proceso utilizando los recursos, de tal manera que estos recursos sean utilizados de manera que se los proveche lo más que se pueda [21].

Corresponde a demás a la capacidad que una organización tiene para obtener una ganancia superior al vender sus productos al relacionar la ganancia con los costos involucrados para la elaboración del bien o servicio [22].

Además, que la productividad se refiere a realizar el trabajo de forma más inteligente [7]. Existen diferentes elementos dentro de una organización, sin embargo, la productividad se mide de forma cualitativa, considerando determinados elementos, para ello se emplea la siguiente formula.

$$\text{Productividad del trabajo} = \frac{\textit{Tamaño producido}}{\textit{cantidad de suministros empleados}} \quad (2.9)$$

Para comparar la productividad en dos periodos se utiliza la siguiente formula, en la que se relación un antes y después.

$$\text{Incremento } (\Delta) = \frac{P_2 - P_1}{P_1} \times 100\% \quad (2.10)$$

Este índice muestra la variación de la productividad existente, en el que se entiende si los recursos fueron empleados eficientemente, o si existieron factores externos que obligaron a un cambio en el valor de la producción o suministros empleados.

La productividad parcial se refiere al índice correspondiente al evaluar un solo insumo de todos los que conforman o son necesarios para realizar el bien o servicio.

$$\text{Productivida parcial} = \frac{\text{Productividad Total}}{\text{Un solo insumo}} \quad (2.11)$$

La eficiencia y eficacia normalmente se la ve por separado, la una muestra si los resultados fueron alcanzados tomando en cuenta acciones determinadas, mientras que la otra determina el índice en el que se aprovecha de mejor manera los insumos, la eficiencia es alcanzar un objetivo con los mínimos recursos necesarios. [23].

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Resultados}}{\text{Acciones}} \quad (2.12)$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Resultados}}{\text{Recursos}} \quad (2.13)$$

2.2.11.6 Importancia de la productividad

- El aumento de la productividad permite que la empresa obtenga ganancias mayores.
- Determina el grado de competitividad que tiene una organización contra la competencia.
- En relación con un análisis nacional, el aumento de la productividad beneficia a factores económicos, sociales y públicos.

2.2.11.7 Factores de la productividad

Para determinar la productividad es importante identificar los diferentes factores existentes:

- Externos: son factores que no dependen o no se mantienen una relación directa con la organización.
- Internos: están de manera interna en la empresa, forman parte de los procesos productivos y se pueden medir y controlar, como se muestra en la figura 2.8.

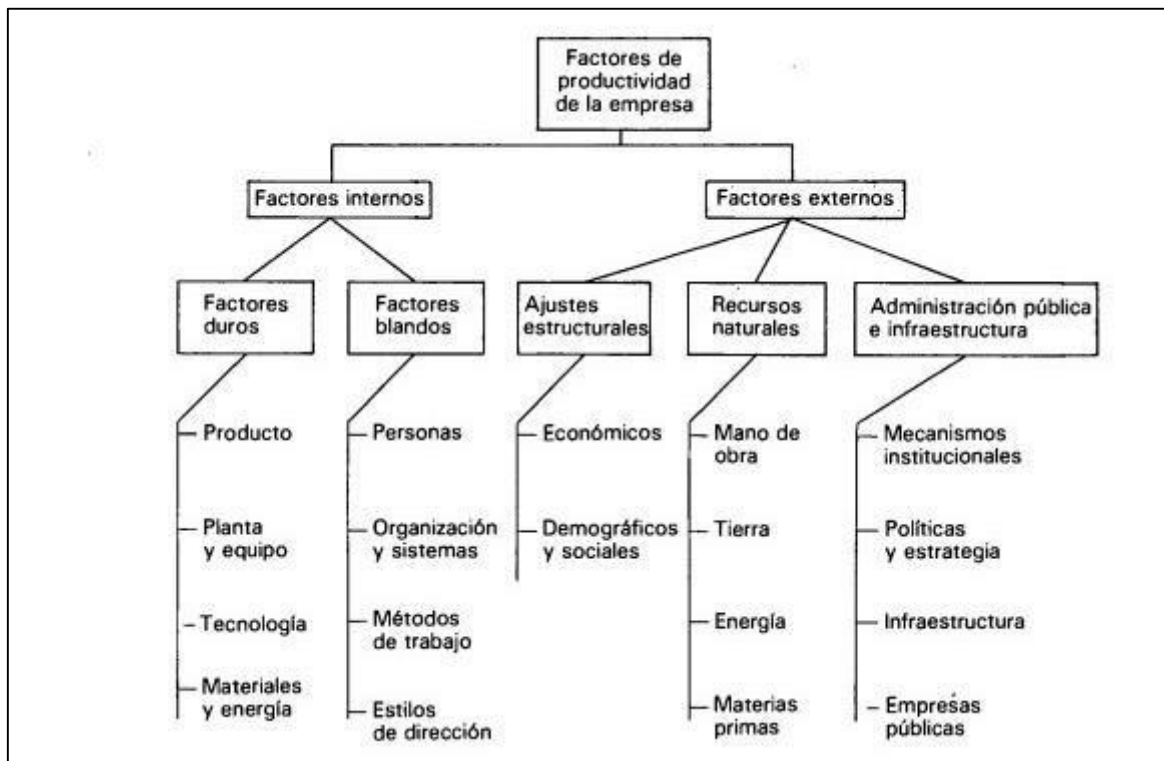


Figura 2.8. Factores de la productividad de una empresa [24].

2.2.11.8 Mejoramamiento de la productividad

Para el mejoramiento de la productividad dentro de una organización se analizan el sistema productivo a detalle, determinando tiempos empleados, características de las tareas y observaciones que se determinen considerar como problema que requiere solución.

Al mismo tiempo, un mayor desarrollo de la eficiencia es un progreso. De esta manera, para seguir desarrollando la eficiencia es vital producir un ajuste de la multitud de ciclos de la empresa.

Para llevar a cabo el aumento de la productividad es importante entender su función aritmética que se utiliza para calcularla, la productividad es el resultado de la relación entre lo obtenido y lo utilizado, mientras que el cociente aumente el índice subirá consecuentemente. [7].

- Aumento de producción, mantener insumos.
- Mantener producción, disminuir insumos.
- Aumentar la producción y disminuir los insumos.

3. DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 METODOLOGÍA

3.1.1 Tipos de Investigación

Investigación de campo: Para el presente proyecto se requiere levantar la información directamente de la fuente, por lo cual, es importante que el estudio se realice en las instalaciones de la empresa.

Investigación descriptiva: Mediante la identificación de las características del proyecto, se establecen preguntas que permiten responder para describir procesos y métodos que se llevarán a cabo durante el desarrollo del presente trabajo.

3.1.2 Métodos específicos de la especialidad a emplear en la investigación

Método Analítico: Este método se emplea en el cumplimiento de los objetivos propuestos, al analizar el sistema productivo de la empresa RECTIFICADORA COTOPAXI, en el que se evalúa la distribución de la planta, la trayectoria y los tiempos del proceso de rectificación de culatas, valorando el rendimiento como la productividad del mismo.

Método Inductivo- Deductivo: Se aplican en el presente trabajo de investigación con el propósito de dar solución a la problemática planteada, a través de la aplicación de metodologías previamente estudiadas que permitan identificar, medir, mejorar y controlar procesos, a la vez los resultados de esta aplicación serán quienes respondan la factibilidad de haberlos establecido en este estudio.

3.1.3 Técnicas e instrumentos

3.1.3.1 Técnicas

Búsqueda bibliográfica: Se basa en la recolección de información como antecedentes de estudio y temas referentes al objetivo del presente proyecto para dar cuerpo al marco referencial, en la que se puede referenciar los diferentes métodos y técnicas aplicadas.

Observación: Esta técnica permite que mediante la visualización de un proceso se pueda identificar factores, características y elementos que conforman un objeto de estudio, así como condiciones importantes para llevar a cabo un análisis.

Entrevista: La técnica permite conocer por parte de personal propio de la empresa la descripción de cada uno de los procesos que realizan la empresa, así como la situación actual de los mismos.

Estudio de tiempos: Esta técnica es la principal dentro de este trabajo, ya que mediante esta técnica se determinarán tiempos de producción a través de métodos específicos del estudio de tiempos.

3.1.3.2 Instrumentos

Cronómetro electrónico: este instrumento es fundamental para la medición del trabajo.

Formatos de cronometraje: a través de estos formatos se realizará el registro de información levantada en la empresa, por lo general es una matriz en el que se detalla, nombre del proceso, operador, se enumeran las actividades y se registran tiempos con el tipo de actividad relacionado.

Diagramas: Es importante representar gráficamente el proceso, para un entendimiento claro.

Valoración del ritmo por Nivelación: Los factores estándar determinados por la OIT son importantes para determinar el ritmo de trabajo mediante una calificación.

Suplementos con estándares de fatiga: Al igual que los factores para la valoración del ritmo de trabajo, se consideran la tabla de suplementos estándar, que permiten evaluar de mejor manera las condiciones de los trabajadores en comparación con estudios antes realizados.

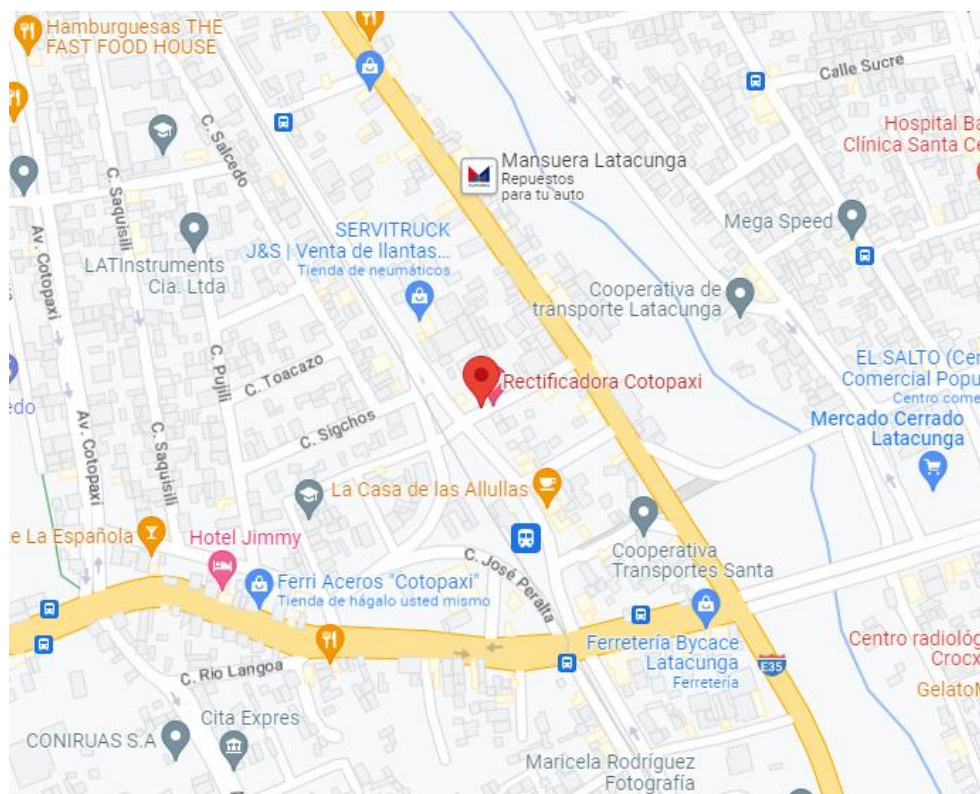
Indicadores de rendimiento KPIs: Los indicadores permitirán medir y controlar diferentes factores del proceso, lo cual permitirá determinar los puntos críticos que requieren ser mejorados.

3.2 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

LA EMPRESA

La empresa Rectificadora Motores Cotopaxi está ubicada en la provincia de Cotopaxi en la ciudad de Latacunga, fue fundada en el 2017 por Iván Herrera, para ofrecer el servicio de calidad en reparación de motores. Actualmente la empresa está conformada con áreas de: administración, recepción del motor, lavado, rectificación de (block, cigüeñal y cabezote), armado y entrega del motor.

Ubicación



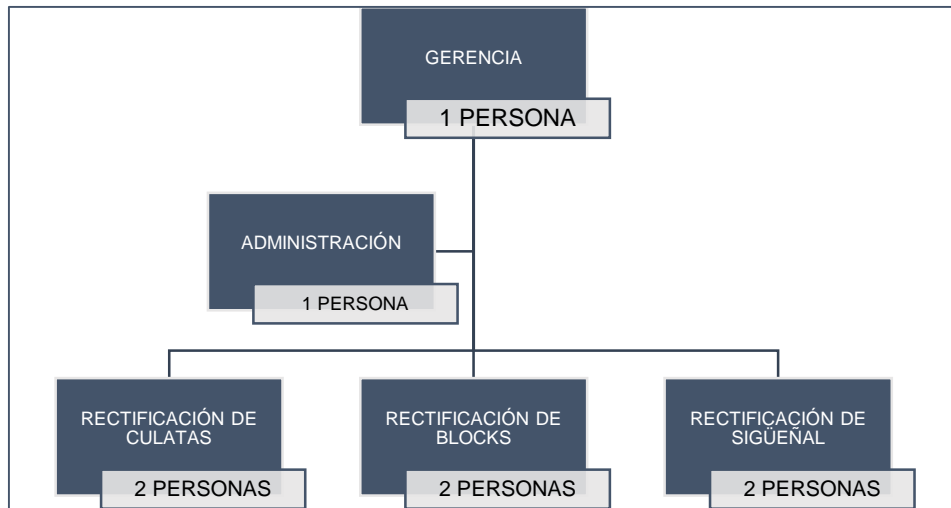


Figura 3.1 Organigrama estructural de la empresa Rectificadora Cotopaxi.

Mapa general de procesos

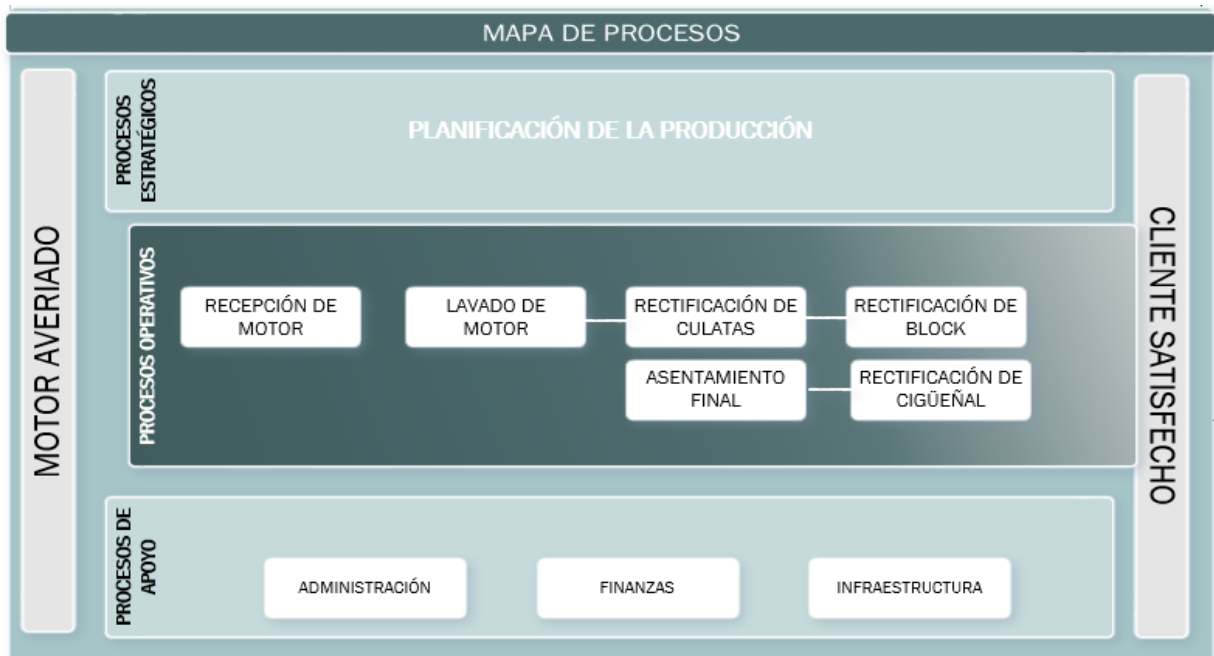


Figura 3.2 Mapa general de procesos.

Justificación del proceso de estudio

Como parte preliminar se realiza una entrevista con alguna persona encargada de la administración de la empresa, con la que se pueda conocer los diferentes servicios que la empresa ofrece a sus clientes, además de abordar el tema de la frecuencia de cada uno de los servicios brindados históricamente, mediante dicha entrevista y actividades habituales mencionadas por personal operativo se determinó que la rectificación de culatas es el servicio que más se ha realizado dentro de la reparación de motores, por esta razón se seleccionará dicho proceso para el presente proyecto de investigación comprendiendo los factores que permitan mejorar los tiempos y la productividad de dicho servicio.

Mapa de procesos de la rectificación de culatas

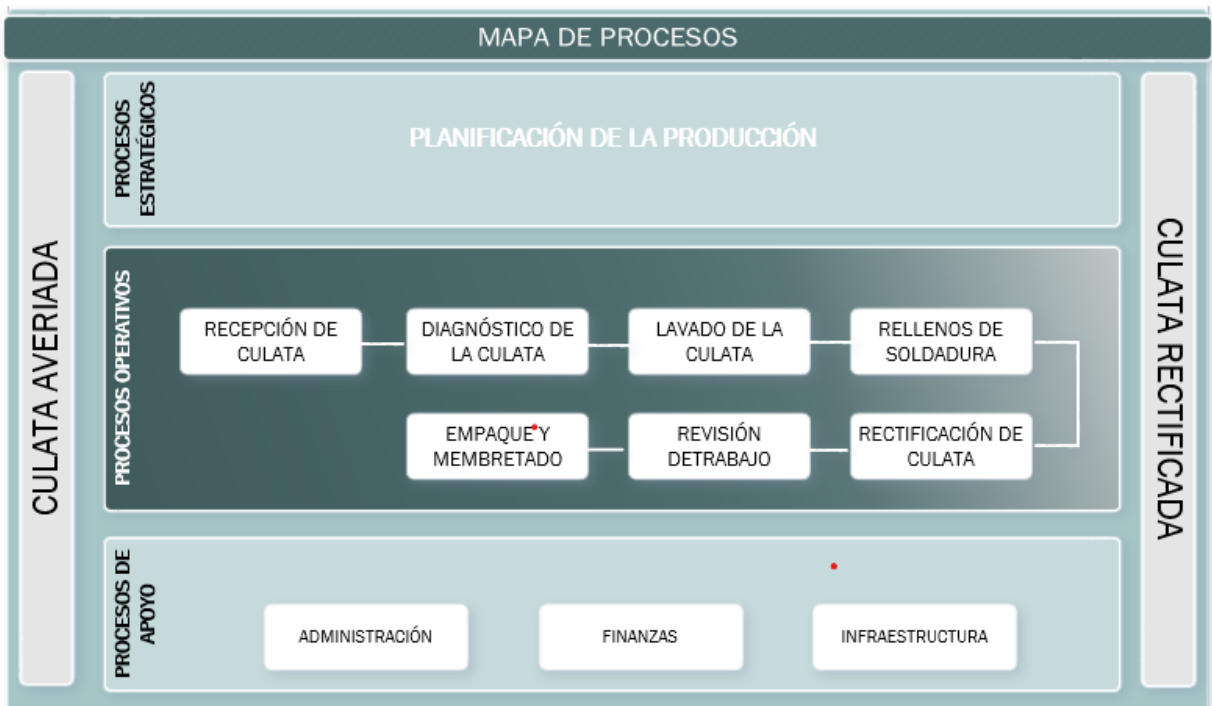


Figura 3.3 Mapa de procesos de la rectificación de culatas.

3.2.1 Resultados del objetivo 1

3.2.1.1 Análisis de las instalaciones y puestos de trabajo del proceso de rectificación de culatas.

Mediante una visita in situ a la planta se observó la distribución física y se registró el proceso de producción que se lleva a cabo para la elaboración de los diferentes servicios que ofrece, en la siguiente figura se muestra la distribución actual de la planta, en la que se puede observar la ubicación de las diferentes áreas para la rectificación de motores.

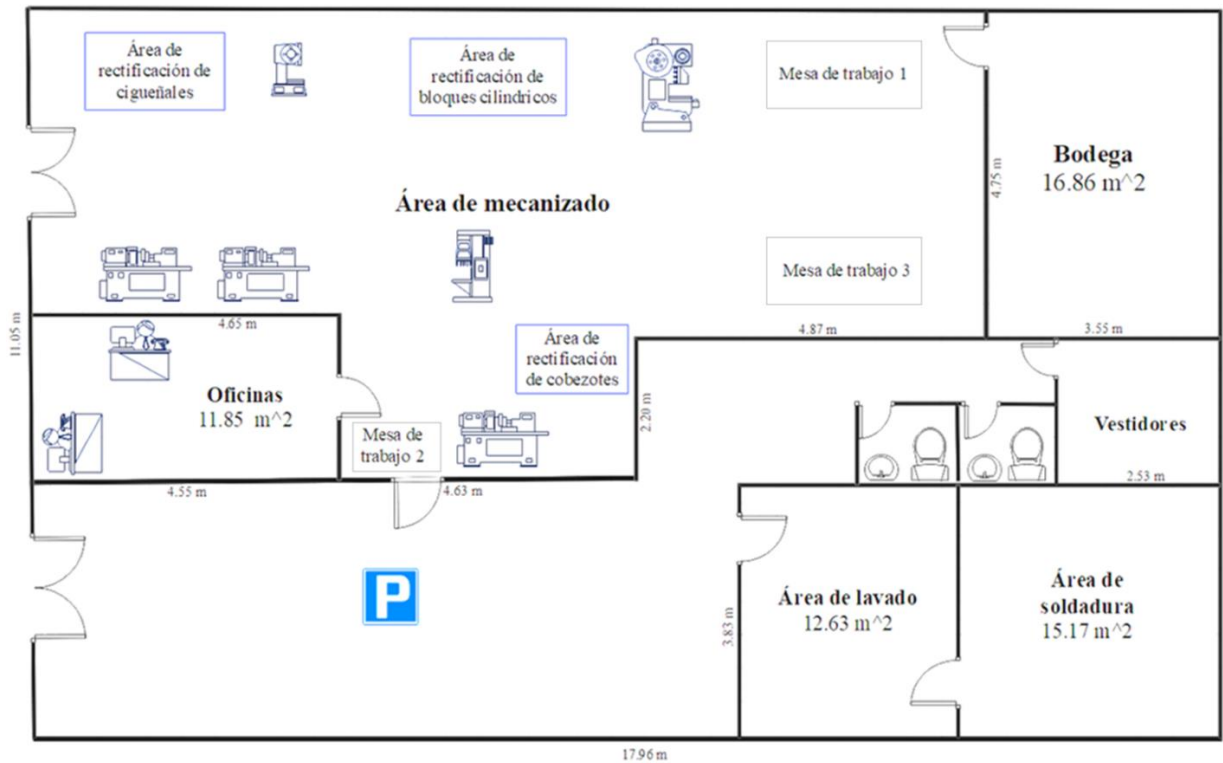


Figura 3.4 Layout de la planta de la empresa Rectificadora Cotopaxi.

3.2.1.2 Descripción del proceso de rectificación de culatas.

Para la rectificación de culatas o cabezotes se registraron las actividades respectivas, desde que se genera la orden de trabajo cuando un cliente llega a la empresa, hasta que el trabajo se ha realizado y está listo para entregarse al cliente.

Cuando el cliente llega a la empresa por una rectificación de culatas se genera una orden de trabajo, luego la culata es llevada a l primer punto de inspección, donde se revisa las dimensiones y condiciones del producto, cuando esto termina se traslada al centro de lavado para que se realice una limpieza total de la culata, este punto es importante ya que se necesita que las superficies se encuentren totalmente limpias luego de retirar el empaque.

A continuación se traslada la culata al centro de soldadura en el que se rellenarán puntos de acuerdo a especificaciones del fabricante, luego se retiran excesos para ser llevado a la fresadora para que se rectifique la superficie plana de la culata, al finalizar se realiza una inspección en la que se comprueba si se ha rectificado manteniendo criterios del fabricante, garantizando un trabajo bien realizado y de calidad, finalmente se traslada la culata al punto de despachos luego de ser empacado y membretado.

3.2.1.3 Representación gráfica de los procesos

Análisis de los procesos

Para analizar un proceso de manera más detallada se utilizan diferentes diagramas que aportan con la información detallada del proceso, logrando comparar elementos y situaciones en los que se puede centrar el estudio, normal mente se utilizan los diagramas de recorrido, de operaciones, de flujo y el analítico, para el presente estudio se toman en cuenta el diagrama de recorrido y el diagrama analítico de procesos.

El diagrama analítico de proceso permitirá conocer las características del proceso, así como los tipos de elementos que lo conforman, además de presentar la distancia recorrida y el tiempo que toma ejecutar cada actividad, a continuación, se presenta el diagrama analítico del proceso de rectificación de culatas, en cuanto a la cepillada de cabezotes. Los tiempos y distancias presentadas, fueron tomadas de manera preliminar en un primer acercamiento a la empresa.

DAP del proceso de rectificación de culatas

NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Segundos	SÍMBOLOS PROCESOS				
					●	➔	■	◐	▼
1	Recepción de cabezotes	1	-	79,0	●				
2	Transporte al área de evaluación del cabezote	1	7,0	32,7		●			
3	Adecuación del área de trabajo y las herramientas necesarias	1	4,0	57,6	●				
4	Diagnóstico del cabezote	1	-	44,0				●	
5	Transporte al área de lavado	1	6,0	79,8		●			
6	Lavado del cabezote	1	-	728,9	●				
7	Transporte al área de soldadura	1	7,0	87,8		●			
8	Colocación y limpieza del cabezote	1	-	367,3	●				
9	Preparar el material para soldar	1	-	36,0	●				
10	Preparar soldadora	1	-	101,5	●				
11	Relleno mediante puntos de soldadura	1	-	1998,0	●				
12	Limpiar impurezas	1	-	30,7	●				
13	Transporte al área de rectificado	1	8,0	25,3		●			
14	Colocado y centrado del cabezote en la fresa	1	-	357,3	●				
15	Preparación de la fresadora de superficie plana	1	-	34,9	●				
16	Cepillado del cabezote	1	-	2532,9	●				
17	Desmontar cabezote y colocar en mesa de trabajo	1	-	36,4		●			
18	Verificación con las láminas antes de la entrega	1	-	38,0				●	
19	Verificación del cepillado del cabezote	1	-	88,1				●	
20	Emplasticar	1	-	59,5	●				
21	Membretar	1	-	28,0	●				
22	Transportar al área de despacho	1	9,0	41,2		●			
Tiempo Minutos: 114,7		m	41,0	6.884,9 s					

Figura 3.4. DAP Rectificación de culatas.

Como se puede observar en la figura 3.4, se enlistan las 22 actividades que intervienen en el proceso de rectificación de culatas, teniendo un desplazamiento total de 41 metros en 6 actividades de transporte y un tiempo total del proceso de 114,7 minutos ó 1,91 horas.

Diagrama de recorrido

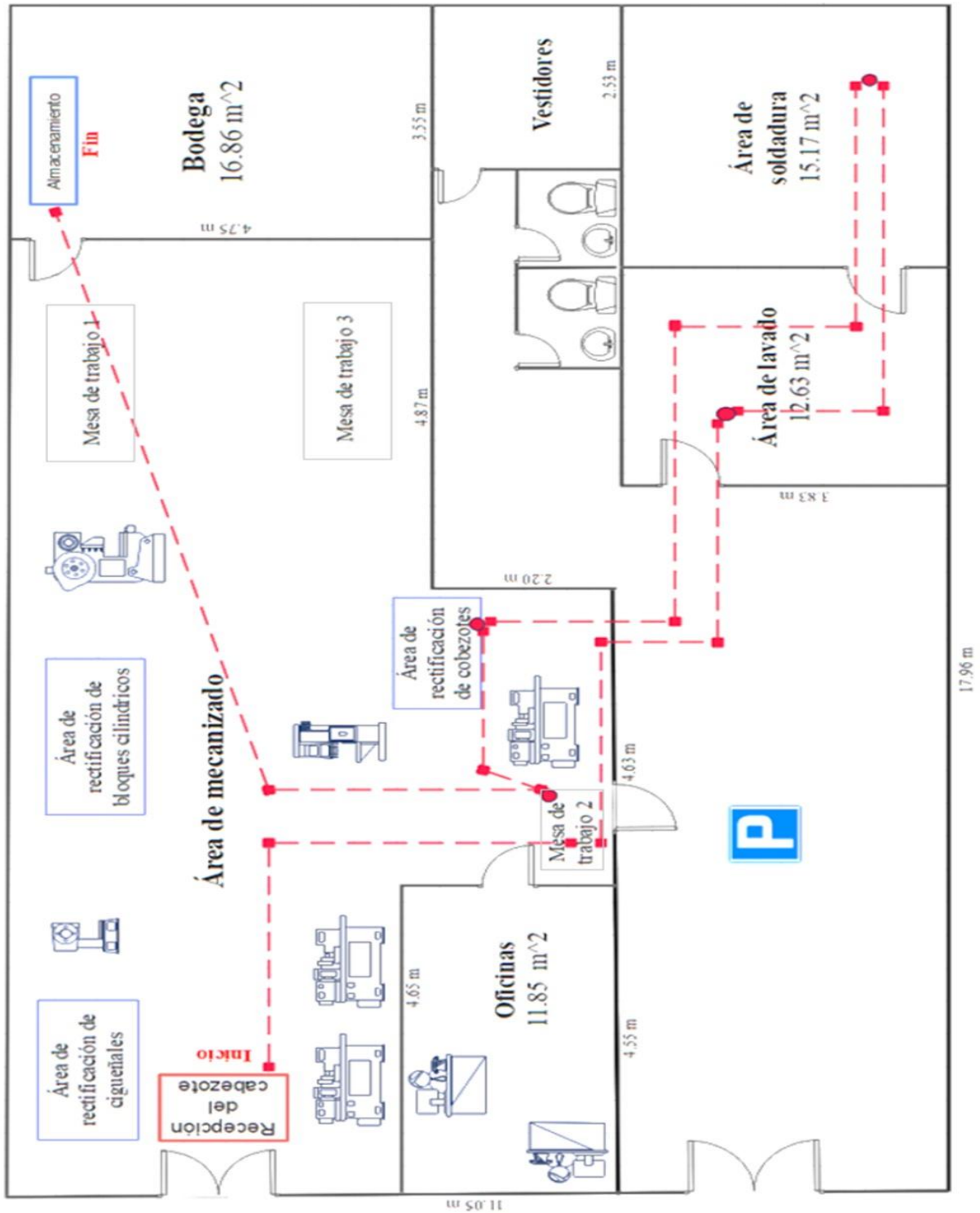


Figura 3.5 Diagrama de recorridos del proceso de rectificación de culatas.

3.2.1.4 Establecimiento de KPIs para la evaluación del proceso

De acuerdo a lo presentado en el anterior capítulo, se determinarán los KPIs a implementar de acuerdo al método propuesto por [19], en el que se cumplirán los 6 pasos que se presentaron anteriormente.

Paso 1. Identificar el proceso a evaluar

Como se explicó al inicio de este capítulo, la empresa RECTIFICADORA COTOPAXI presta diferentes servicios para la reparación o rectificación de motores, entre los servicios que presta la empresa se encuentra la rectificación de culatas, este servicio es el más común en la empresa, de acuerdo a registros internos de la empresa a comparación de los demás servicios sus clientes han llegado solicitando con mayor frecuencia la rectificación de una culata o cabezote.

Paso 2. Determinar los objetivos que se requiera alcanzar con los KPI

En el presente trabajo de investigación se busca determinar los tiempos de trabajo de cada actividad que conforman el proceso de rectificación de culatas o cabezotes, con el fin de establecer mejoras y estandarizar, para ello se establecen los siguientes objetivos para determinar los indicadores que se deben emplear.

- Reducir tiempos empleados en la rectificación de culatas.
- Mejorar la eficiencia en la generación de ordenes de trabajo.
- Estandarizar tiempo para la realización de una orden de trabajo.
- Establecer el número de ordenes de trabajo mínimo que se deben realizar al día.

Paso 3. Describir las acciones operativas para llevar a cabo las expectativas:

Como parte inicial para este paso ya se realizó el levantamiento de las actividades que conforman parte del proceso a estudiar, estas actividades serán evaluadas en la siguiente sección del capítulo que corresponde al estudio de tiempos, ya que todas las actividades son medibles en tiempo empleado.

Paso 4. Determinar elementos y seleccionar KPIs

Los elementos medibles en el proceso que se está evaluando son la distancia y el tiempo, para lo cual se tomarán los siguientes indicadores considerados para la evaluación y control del proceso,

cómo los servicios prestados de la empresa no se basan en la logística, analizar la distancia para establecer indicadores no se recomienda, sin embargo, para controlar el tiempo se recomendarán los siguientes indicadores.

Tabla 3.1 Indicadores propuestos para el estudio.

INDICADOR	FORMULA
Eficiencia de una orden de producción (EOP)	$EOP = \frac{\text{tiempo planeado en una orden de producción}}{\text{tiempo real para una orden de producción}}$
Eficiencia de ejecución de una orden de producción en una jornada laboral (EEJ)	$EOP = \frac{\text{tiempo disponible en una jornada laboral}}{\text{tiempo real para una orden de producción}}$
Eficiencia económica	$EE = \frac{\text{precio de la orden de producción}}{\text{costo de recursos}}$
Productividad de ordenes de trabajo	$Pr = \frac{\# \text{ de ordenes realizadas}}{\# \text{ de ordenes planificadas}}$
Eficiencia del trabajador en su velocidad de desplazamiento	$ETVD = \frac{\text{velocidad real de desplazamiento}}{\text{velocidad esperada de desplazamiento}}$

Paso 5. Evaluar el desempeño frente a los objetivos con los KPIs obtenidos:

A continuación, se presentarán los indicadores propuestos en el estado actual de la empresa, para lo cual se establecen los límites que la empresa considera para poder evaluarlos.

Tabla 3.2 Límites objetivo para los indicadores.

INDICADOR	VALOR OBJETIVO ELEMENTOS BASE	LIMITE MINIMO	LIMITE MAXIMO
Eficiencia de una orden de producción (EOP)	TPOP= 90 minutos	90%	95%
Eficiencia de ejecución de una orden de producción en una jornada laboral (EEJ)	TDJ = 7 h 30 minutos		
Eficiencia económica	PVP = \$30		
Productividad de ordenes de trabajo	Orden por día 5		
Eficiencia del trabajador en su velocidad de desplazamiento	Velocidad de desplazamiento= 4,8 Km/h		

La empresa considera que sus operaciones deberían estar dentro del rango de 90% a 95% de aprovechamiento en productividad y eficiencia, de acuerdo a los valores objetivos.

Determinación del valor de los elementos de los KPIs

- TROP: Corresponde al tiempo real que se emplea en una orden de producción, este tiempo se lo tomó aleatoriamente de acuerdo al DAP mostrado anteriormente (114,7 min).
- TPOP: Es el tiempo estimado para la realización de una orden de trabajo (90 min).
- TDJ: Es el tiempo disponible en una jornada laboral (7 horas 30 minutos).
- CT: Es el costo por generar la orden de producción en el que se incluye el costo de mano de obra, consumo de máquinas y suministros consumibles utilizados.
- OTR: Es el número de las ordenes reales que se puede generar al día de acuerdo al TROP.
- OTP: Es la cantidad de ordenes que la empresa desea realizar al día.
- VDR: Es la velocidad promedio en la que se desplaza un trabajador de un punto a otro.
- VDP: Corresponde a la velocidad promedio en la que un trabajador se desplaza de un punto a otros según Meyers [25].

Tabla 3.3 Indicadores actuales del proceso de rectificación de culatas.

INDICADOR	FORMULA	RESULTADO
Eficiencia de una orden de producción (EOP)	$EOP = \frac{TPOP}{TROP} = \frac{90}{114,7}$	78,46%
Eficiencia de ejecución de una orden de producción en una jornada laboral (EEJ)	$EEJ = \frac{TDJ}{TROP} = \frac{450}{570}$	78,9%
Eficiencia económica	$EE = \frac{PVP}{CT} = \frac{30}{11}$	2,72
Productividad de ordenes de trabajo	$Pr = \frac{OTR}{OTP} = \frac{4}{5}$	80%
Eficiencia del trabajador en su velocidad de desplazamiento	$ETVD = \frac{VDR}{VDP} = \frac{2,5}{4,8}$	52%

Paso 6. describir y realizar acciones asociadas cuando se usan KPIs para llevar a cabo las expectativas: Este paso se presentará como resultados del objetivo 3.

3.2.2 Resultados del objetivo 2

Para el estudio de tiempos que es el resultado central de este objetivo se plantea el método para la recolección de tiempos, para lo cual se establece que:

- Se realizarán 10 observaciones mínimas de cada actividad bajo las mismas condiciones.
- Se tomará el tiempo de cada observación.
- Se registrarán en hojas planteadas para la recolección de información.
- Se trabajará en unidades de medida de tiempo en segundos.

3.2.2.1 Toma de tiempos del proceso

Para este capítulo se procedió a tomar tiempos que lleva realizar cada una de las actividades que conforman el proceso de estudio, estos tiempos fueron tomados de manera aleatoria en cinco visitas, con el fin de obtener tiempos en diferentes días de trabajo para un estudio más eficaz.

Se aplicó la técnica de cronometraje con el método vuelta a cero para cada una de las observaciones, para luego cumplir con el siguiente proceso.

- Se tomarán los datos registrados en la matriz de tiempos.
- Se calculará la desviación estándar, la media y los límites de control.
- Se evaluarán los tiempos tomados y se resaltarán aquellos fuera de los límites.
- Se remplazarán los tiempos fuera de límites con otros tiempos que constan en la matriz.
- Con los tiempos ajustados se tomará la actividad con mayor desviación estándar

Fecha de realización:				Lugar de realización:		Rectificadora Cotopaxi					
Diagrama N°1		Pagina 1 de 1									
Proceso: Cepillado		Área/Sección		Área de cepillado		Método		Actual (X)			
Actividad: Rectificación de culatas								Propuesto ()			
N°	Descripción de actividades	Mediciones									
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10

Figura 3.6 Formato para levantamiento de datos.

Levantamiento de tiempos operativos

En este punto se presenta la tabla consolidada de las actividades con los tiempos levantados en la empresa, estos tiempos fueron recogidos mientras que los trabajadores realizaban sus actividades en las mismas condiciones.

Tabla 3.4 Tiempos levantados de la empresa.

Nº	Descripción de actividades	Mediciones (Seg)									
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
1	Recepción de cabezotes	58	57	61	59	68	62	66	58	63	61
2	Transporte al área de evaluación del cabezote	29	31	27	32	31	28	33	29	37	34
3	Adecuación del área de trabajo y las herramientas necesarias	57	56	55	58	54	55	52	57	55	53
4	Diagnóstico del cabezote	38	33	41	39	49	36	41	37	44	34
5	Transporte al área de lavado	63	59	65	62	64	67	58	64	63	62
6	Lavado del cabezote	600	664	680	655	649	639	653	641	638	623
7	Transporte al área de soldadura	68	73	69	69	74	71	76	68	72	67
8	Colocación y limpieza del cabezote	283	291	297	305	298	302	310	289	299	304
9	Preparar el material para soldar	24	33	29	28	27	22	31	27	31	29
10	Preparar soldadora	80	70	90	80	79	64	71	75	69	85
11	Relleno mediante puntos de soldadura	1557	1560	1670	1550	1620	1578	1569	1610	1594	1536
12	Limpiar impurezas	25	27	29	26	24	32	26	33	28	36
13	Transporte al área de rectificado	21	19	15	20	25	18	23	27	26	18
14	Colocado y centrado del cabezote en la fresa	280	290	295	305	301	289	302	298	295	294
15	Preparación de la fresadora de superficie plana	25	25	23	24	28	35	29	27	34	31
16	Cepillado del cabezote	1987	1986	1994	2003	2075	2053	1996	2043	1998	2016
17	Desmontar cabezote y colocar en mesa de trabajo	26	28	20	25	32	27	39	26	31	28
18	Verificación con las láminas antes de la entrega	25	32	28	27	29	32	27	29	33	31
19	Verificación del cepillado del cabezote	75	74	69	73	71	73	68	74	76	67
20	Emplastar	54	55	57	55	54	53	62	59	60	58
21	Membretar	25	28	29	30	27	27	26	29	29	28
22	Transportar al área de despacho	39	43	45	39	44	38	43	35	46	39

Cómo se pudo observar en la tabla anterior, se presentaron 10 observaciones por cada actividad, tal como se explicó anterior mente en el método aplicado en el presente estudio.

Luego de crear la matriz de tiempos se debe realizar un análisis de los datos para corroborar la fiabilidad de los mismos, esto se realiza a través de la evaluación con la desviación estándar y límites de control.

Tabla 3.5 Tiempos sombreados fuera de los límites de control.

Nº	Descripción de actividades	Mediciones (Seg)									
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
1	Recepción de cabezotes	58	57	61	59	68	62	66	58	63	61
2	Transporte al área de evaluación del cabezote	29	31	27	32	31	28	33	29	37	34
3	Adecuación del área de trabajo y las herramientas necesarias	57	56	55	58	54	55	52	57	55	53
4	Diagnóstico del cabezote	38	33	41	39	49	36	41	37	44	34
5	Transporte al área de lavado	63	59	65	62	64	67	58	64	63	62
6	Lavado del cabezote	600	664	680	655	649	639	653	641	638	623
7	Transporte al área de soldadura	68	73	69	69	74	71	76	68	72	67
8	Colocación y limpieza del cabezote	283	291	297	305	298	302	310	289	299	304
9	Preparar el material para soldar	24	33	29	28	27	22	31	27	31	29
10	Preparar soldadora	80	70	90	80	79	64	71	75	69	85
11	Relleno mediante puntos de soldadura	1557	1560	1670	1550	1620	1578	1569	1610	1594	1536
12	Limpiar impurezas	25	27	29	26	24	32	26	33	28	36
13	Transporte al área de rectificado	21	19	15	20	25	18	23	27	26	18
14	Colocado y centrado del cabezote en la fresa	280	290	295	305	301	289	302	298	295	294
15	Preparación de la fresadora de superficie plana	25	25	23	24	28	35	29	27	34	31
16	Cepillado del cabezote	1987	1986	1994	2003	2075	2053	1996	2043	1998	2016
17	Desmontar cabezote y colocar en mesa de trabajo	26	28	20	25	32	27	39	26	31	28
18	Verificación con las láminas antes de la entrega	25	32	28	27	29	32	27	29	33	31
19	Verificación del cepillado del cabezote	75	74	69	73	71	73	68	74	76	67
20	Emplastar	54	55	57	55	54	53	62	59	60	58
21	Membretar	25	28	29	30	27	27	26	29	29	28
22	Transportar al área de despacho	39	43	45	39	44	38	43	35	46	39

Tabla 3.6 Tiempos suprimidos para remplazarlos.

Nº	Descripción de actividades	Mediciones (Seg)									
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
1	Recepción de cabezotes	58		61	59		62		58	63	61
2	Transporte al área de evaluación del cabezote	29	31		32	31		33	29		34
3	Adecuación del área de trabajo y las herramientas necesarias	57	56	55		54	55		57	55	
4	Diagnóstico del cabezote	38		41	39		36	41	37	44	
5	Transporte al área de lavado	63		65	62	64			64	63	62
6	Lavado del cabezote		664		655	649	639	653	641	638	623
7	Transporte al área de soldadura	68	73	69	69		71		68	72	
8	Colocación y limpieza del cabezote		291	297	305	298	302			299	304
9	Preparar el material para soldar			29	28	27		31	27	31	29
10	Preparar soldadora	80	70		80	79		71	75	69	
11	Relleno mediante puntos de soldadura	1557	1560		1550	1620	1578	1569	1610	1594	
12	Limpiar impurezas	25	27	29	26		32	26		28	
13	Transporte al área de rectificado	21	19		20	25	18	23			18
14	Colocado y centrado del cabezote en la fresa		290	295		301	289	302	298	295	294
15	Preparación de la fresadora de superficie plana	25	25		24	28		29	27		31
16	Cepillado del cabezote	1987	1986	1994	2003			1996	2043	1998	2016
17	Desmontar cabezote y colocar en mesa de trabajo	26	28		25	32	27		26	31	28
18	Verificación con las láminas antes de la entrega			28	27	29		27	29		31
19	Verificación del cepillado del cabezote	75	74	69	73	71	73		74		
20	Emplastar	54	55	57	55	54			59		58
21	Membretar		28	29		27	27		29	29	28
22	Transportar al área de despacho	39	43		39	44	38	43			39

Tiempos rectificados

Tabla 3.7 Tiempos rectificados.

Nº	Descripción de actividades	Mediciones (Seg)										DS
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	
1	Recepción de cabezotes	58	59	61	59	63	62	64	58	63	61	2
2	Transporte al área de evaluación del cabezote	29	31	29	32	31	32	33	29	33	34	2
3	Adecuación del área de trabajo y las herramientas necesarias	57	56	55	55	54	55	54	57	55	56	1
4	Diagnóstico del cabezote	38	36	41	39	43	36	41	37	44	38	3
5	Transporte al área de lavado	63	62	65	62	64	64	62	64	63	62	1
6	Lavado del cabezote	624	664	664	655	649	639	653	641	638	623	15
7	Transporte al área de soldadura	68	73	69	69	73	71	69	68	72	69	2
8	Colocación y limpieza del cabezote	295	291	297	305	298	302	304	298	299	304	4
9	Preparar el material para soldar	26	29	29	28	27	30	31	27	31	29	2
10	Preparar soldadora	80	70	69	80	79	80	71	75	69	82	5
11	Relleno mediante puntos de soldadura	1557	1560	1580	1550	1620	1578	1569	1610	1594	1569	23
12	Limpiar impurezas	25	27	29	26	26	32	26	30	28	28	2
13	Transporte al área de rectificado	21	19	19	20	25	18	23	23	25	18	3
14	Colocado y centrado del cabezote en la fresa	295	290	295	295	301	289	302	298	295	294	4
15	Preparación de la fresadora de superficie plana	25	25	27	24	28	31	29	27	29	31	2
16	Cepillado del cabezote	1987	1986	1994	2003	2025	1997	1996	2043	1998	2016	18
17	Desmontar cabezote y colocar en mesa de trabajo	26	28	31	25	32	27	24	26	31	28	3
18	Verificación con las láminas antes de la entrega	29	27	28	27	29	30	27	29	28	31	1
19	Verificación del cepillado del cabezote	75	74	69	73	71	73	69	74	71	73	2
20	Emplastar	54	55	57	55	54	55	59	59	58	58	2
21	Membretar	28	28	29	27	27	27	28	29	29	28	1
22	Transportar al área de despacho	39	43	39	39	44	38	43	44	41	39	2

Actividad representativa para determinar el tamaño de la muestra

La actividad representativa se determina a través de la comparación de la desviación estándar, el valor de la desviación muestra la amplitud de variación de los datos, mientras más amplio demuestra la variación de tiempos existente en la ejecución de una tarea, por lo que, se determina que esta actividad es la de mayor necesidad de estandarización.

Tabla 3.8 Actividad con mayor desviación estándar.

Nº	Descripción de actividades	Mediciones (Seg)										DS
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	
1	Recepción de cabezotes	58	59	61	59	63	62	64	58	63	61	2
2	Transporte al área de evaluación del cabezote	29	31	29	32	31	32	33	29	33	34	2
3	Adecuación del área de trabajo y las herramientas necesarias	57	56	55	55	54	55	54	57	55	56	1
4	Diagnóstico del cabezote	38	36	41	39	43	36	41	37	44	38	3
5	Transporte al área de lavado	63	62	65	62	64	64	62	64	63	62	1
6	Lavado del cabezote	624	664	664	655	649	639	653	641	638	623	15
7	Transporte al área de soldadura	68	73	69	69	73	71	69	68	72	69	2
8	Colocación y limpieza del cabezote	295	291	297	305	298	302	304	298	299	304	4
9	Preparar el material para soldar	26	29	29	28	27	30	31	27	31	29	2
10	Preparar soldadora	80	70	69	80	79	80	71	75	69	82	5
11	Relleno mediante puntos de soldadura	1557	1560	1580	1550	1620	1578	1569	1610	1594	1569	23
12	Limpiar impurezas	25	27	29	26	26	32	26	30	28	28	2

- Se calculará el tamaño de la muestra mediante el método estadístico aplicando la ecuación 3.1, para dar validez al análisis.

El número de datos dentro de un estudio estadístico es importante, por lo que se debe corroborar si la cantidad de tiempos levantados son adecuados, esto se realiza de acuerdo a la actividad con la desviación más alta, esto aplica siempre que se requiera analizar los tiempos de más de una actividad dentro de un proceso. En el caso de este estudio, la actividad N° 8 tiene la desviación más alta.

$$n = \left(\frac{40 * \sqrt{n' \sum x^2 - \sum(x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

Esta ecuación permite tener un nivel de confianza de 95,45% y un margen de error de ±5%.

Siendo:

- n = Tamaño de la muestra que se desea calcular
- n' = Número de observaciones del estudio preliminar
- \sum = Suma de los valores
- X = Valor de las observaciones
- 40 = Constante para un nivel de confianza del 94,45%

Con los siguientes datos se procede a determinar el número de observaciones necesarias:

N°	Descripción de actividades	Mediciones (Seg)									
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
11	Relleno mediante puntos de soldadura	1557	1560	1580	1550	1620	1578	1569	1610	1594	1569

Tamaño de la muestra

$$n = \left(\frac{40 * \sqrt{n' \sum x^2 - \sum(x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

Donde:

- $\sum x^2 = 24'927.691$
- $\sum(x)^2 = 249'229.369$
- $\sum x = 15.787$
- $n' = 10$

$$n = \left(\frac{40 * \sqrt{5 * 434215 - 2169729}}{1473} \right)^2$$

$$n = 0,31 \approx 1$$

Con el resultado de $n=1$ se entiende que los datos evaluados tienen una consistencia alta, esa es la razón por la cual se requiere una sola observación, esto se obtiene luego de haber rectificado los tiempos al evaluarlos estableciendo límites de control, lo que permitió identificar datos inconsistentes y remplazarlos con nuevas observaciones que estén dentro de los parámetros.

3.2.2.2 *Tiempo estándar del proceso*

En esta sección del trabajo se ejecuta el estudio de tiempos desde la planificación hasta la valoración y determinación de los tiempos de ciclo, de acuerdo a Benjamín Niebel en su libro “Métodos, estándares y diseño del trabajo” en el que se detalla los pasos o fases a seguir con la secuencia metodológica ideal.

Es la primera vez que se realiza un estudio del tiempo en las operaciones de la empresa “Rectificadora Cotopaxi”, por lo que no cuenta con datos históricos ni con tiempos estándares de producción. Meyer en su libro Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil presenta métodos para el estudio de tiempos, dentro de este capítulo explica sobre el muestreo del trabajo cómo se presentó anteriormente dentro del marco referencial. Este método será aplicado en el presente trabajo de investigación para la determinación del tiempo estándar del proceso que se estudia.

Fases para el estudio de tiempos

- Acercamiento
 - Determinar la actividad a estudiar
 - Elección del trabajador
 - Registro de datos del proceso
- Estudio de tiempos
 - Dividir el proceso en sus elementos
 - Medir el tiempo por cada elemento
 - Aplicar tamaño de la muestra
- Valoración del ritmo del trabajo
 - Se califica el desempeño y cualidades del trabajador y ambiente de trabajo.
- Suplementos del estudio
 - Determinar suplementos requeridos para la operación
 - Clasificar los suplementos
- Calcular tiempos
 - Se calcula el tiempo medio, tiempo normal, total o estándar y finalmente el tiempo de ciclo.

Valoración del ritmo de trabajo

Así como los tiempos fueron tomados mientras un trabajador capacitado y con mayor experiencia realizaba sus actividades, de la misma manera se valorará el ritmo de trabajo y los suplementos necesarios, considerando condiciones normales de trabajo, a continuación, se presenta el ejemplo de valorizar la actividad de Diagnóstico del cabezote.

Tabla 3.9 Diagnóstico del cabezote.

CONDICIONES DEL TRABAJO	TIPO	SUMA
HABILIDAD	D - PROMEDIO	-0,08
ESFUERZO	E2 - REGULAR	
CONDICION	C-BUENAS	
CONSISTENCIA	E-REGULARES	

Tabla 3.10 Valorización del ritmo de trabajo del proceso de rectificación de cabezotes.

Nº	Descripción de actividades	Valoración del ritmo de trabajo				
		H	E	C	CS	VR (%)
1	Recepción de cabezotes	EXCELENTE	PROMEDIO	BUENAS	BUENAS	111
2	Transporte al área de evaluación del cabezote	REGULAR	BUENO	REGULARES	BUENAS	85
3	Adecuación del área de trabajo y las herramientas necesarias	BUENO	REGULAR	REGULARES	PROMEDIO	92
4	Diagnóstico del cabezote	PROMEDIO	BUENO	REGULARES	BUENAS	85
5	Transporte al área de lavado	BUENO	EXCELENTE	BUENAS	BUENAS	114
6	Lavado del cabezote	PROMEDIO	BUENO	REGULARES	BUENAS	85
7	Transporte al área de soldadura	BUENO	BUENO	BUENAS	PROMEDIO	107
8	Colocación y limpieza del cabezote	PROMEDIO	BUENO	BUENAS	PROMEDIO	104
9	Preparar el material para soldar	BUENO	BUENO	BUENAS	BUENAS	108
10	Preparar soldadora	EXCELENTE	BUENO	BUENAS	BUENAS	113
11	Relleno mediante puntos de soldadura	EXCELENTE	BUENO	BUENAS	PROMEDIO	112
12	Limpiar impurezas	PROMEDIO	BUENO	REGULARES	PROMEDIO	84
13	Transporte al área de rectificad	BUENO	BUENO	BUENAS	BUENAS	108
14	Colocado y centrado del cabezote en la fresa	BUENO	BUENO	BUENAS	BUENAS	108
15	Preparación de la fresadora de superficie plana	EXCELENTE	BUENO	BUENAS	BUENAS	113
16	Cepillado del cabezote	BUENO	BUENO	BUENAS	BUENAS	108
17	Desmontar cabezote y colocar en mesa de trabajo	EXCELENTE	BUENO	BUENAS	BUENAS	113
18	Verificación con las láminas antes de la entrega	EXCELENTE	BUENO	BUENAS	BUENAS	113
19	Verificación del cepillado del cabezote	BUENO	BUENO	BUENAS	BUENAS	111
20	Emplastar	REGULAR	BUENO	BUENAS	BUENAS	108
21	Membretar	REGULAR	BUENO	REGULARES	BUENAS	85
22	Transportar al área de despacho	REGULAR	BUENO	REGULARES	BUENAS	85

Suplementos

Para los suplementos de la misma manera que se realizó la valorización del ritmo de trabajo, se realiza como ejemplo para la actividad que corresponde al diagnóstico de los cabezotes, en la siguiente tabla se muestran los suplementos identificados para cumplir con la actividad.

Tabla 3.11 Suplementos en el diagnostico de cabezotes.

SUPLEMENTOS	VALOR	SUMA
CONSTANTES	9	11
TRABAJO DE PIE	2	
POR POSTURA ANORMAL LIG. INC	0	
USO DE FUERZA 2,5 Kg	0	
CONCENTRACIÓN INTENSA PRESICIÓN	0	
RUIDO CONTINUO	0	
TEDIO- TRABAJO ALGO ABURRIDO	0	

Suplemento total de la actividad

$$ST = \sum \text{suplementos}$$

$$ST = 9 + 2 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0$$

$$ST = 11$$

Tabla 3.12 Suplementos de las actividades del proceso de rectificación de cabezotes.

Nº	Descripción de actividades	Suplementos (ST)
1	Recepción de cabezotes	17
2	Transporte al área de evaluación del cabezote	16
3	Adecuación del área de trabajo y las herramientas necesarias	13
4	Diagnóstico del cabezote	12
5	Transporte al área de lavado	11
6	Lavado del cabezote	13
7	Transporte al área de soldadura	17
8	Colocación y limpieza del cabezote	18
9	Preparar el material para soldar	16
10	Preparar soldadora	19
11	Relleno mediante puntos de soldadura	13
12	Limpiar impurezas	12
13	Transporte al área de rectificado	11
14	Colocado y centrado del cabezote en la fresa	12
15	Preparación de la fresadora de superficie plana	12
16	Cepillado del cabezote	17
17	Desmontar cabezote y colocar en mesa de trabajo	16
18	Verificación con las láminas antes de la entrega	18
19	Verificación del cepillado del cabezote	13
20	Emplastar	11
21	Membretar	11
22	Transportar al área de despacho	12

Finalmente se calculan los tiempos observados promedio, tiempo normal, tiempo total y tiempo de ciclo.

Cálculo de los tiempos del proceso

- Tiempo promedio por actividad

El tiempo promedio se obtiene a partir de las observaciones tomadas de manera preliminar, mientras que la valoración del ritmo y suplementos se basan de acuerdo a las tablas de la OIT para el estudio de tiempos.

Formula del tiempo estándar por actividad

$$TPO = \frac{\sum xi}{n'}$$

Donde;

- $\sum xi =$ Suma de las observaciones
- $n' =$ Número de observaciones

- Tiempo normal

$$Tn = Te * \frac{VR}{100}$$

El tiempo normal debe ser calculado para cada actividad, manteniendo el valor del ritmo.

- Tiempo total ó estándar por actividad

$$Tt = Tn * \left(1 + \frac{ST}{100}\right)$$

Luego de determinar el tiempo promedio, tiempo normal y tiempo total incluyendo valoración del ritmo de trabajo y suplementos, se calcula el tiempo de ciclo del proceso sumando todos los tiempos totales de las actividades que conforman al proceso, el tiempo de ciclo es considerado como tiempo estándar del proceso. A continuación, se presenta la tabla general de estudios de tiempos del presente trabajo de investigación.

Tabla 3.13 Tiempos del proceso de rectificación de cabezotes.

N°	Descripción de actividades	Mediciones (Seg)										TPO	V. ritmo	Tn	Suplementos (ST)	Tiempo total
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10					
1	Recepción de cabezotes	58	59	61	59	63	62	64	58	63	61	61	111	67,49	17	78,96
2	Transporte al área de evaluación del cabezote	29	31	29	32	31	32	33	29	33	34	31	90	28,17	16	32,68
3	Adecuación del área de trabajo y las herramientas necesarias	57	56	55	55	54	55	54	57	55	56	55	92	50,97	13	57,59
4	Diagnóstico del cabezote	38	36	41	39	43	36	41	37	44	38	39	100	39,30	12	44,02
5	Transporte al área de lavado	63	62	65	62	64	64	62	64	63	62	63	114	71,93	11	79,85
6	Lavado del cabezote	624	664	664	655	649	639	653	641	638	623	645	100	645,00	13	728,85
7	Transporte al área de soldadura	68	73	69	69	73	71	69	68	72	69	70	107	75,01	17	87,76
8	Colocación y limpieza del cabezote	295	291	297	305	298	302	304	298	299	304	299	104	311,27	18	367,30
9	Preparar el material para soldar	26	29	29	28	27	30	31	27	31	29	29	108	31,00	16	35,96
10	Preparar soldadora	80	70	69	80	79	80	71	75	69	82	76	113	85,32	19	101,52
11	Relleno mediante puntos de soldadura	1557	1560	1580	1550	1620	1578	1569	1610	1594	1569	1579	112	1768,14	13	1998,00
12	Limpiar impurezas	25	27	29	26	26	32	26	30	28	28	28	99	27,42	12	30,71
13	Transporte al área de rectificando	21	19	19	20	25	18	23	23	25	18	21	108	22,79	11	25,29
14	Colocado y centrado del cabezote en la fresa	295	290	295	295	301	289	302	298	295	294	295	108	319,03	12	357,32
15	Preparación de la fresadora de superficie plana	25	25	27	24	28	31	29	27	29	31	28	113	31,19	12	34,93
16	Cepillado del cabezote	1987	1986	1994	2003	2025	1997	1996	2043	1998	2016	2005	108	2164,86	17	2532,89
17	Desmontar cabezote y colocar en mesa de trabajo	26	28	31	25	32	27	24	26	31	28	28	113	31,41	16	36,44
18	Verificación con las láminas antes de la entrega	29	27	28	27	29	30	27	29	28	31	29	113	32,21	18	38,00
19	Verificación del cepillado del cabezote	75	74	69	73	71	73	69	74	71	73	72	108	77,98	13	88,11
20	Emplastar	54	55	57	55	54	55	59	59	58	58	56	95	53,58	11	59,47
21	Membretar	28	28	29	27	27	27	28	29	29	28	28	90	25,20	11	27,97
22	Transportar al área de despacho	39	43	39	39	44	38	43	44	41	39	41	90	36,81	12	41,23

En la tabla anterior se mostraron los tiempos de cada una de las actividades, para el tiempo de ciclo del proceso se suman los tiempos estándar de cada actividad y al final se obtendrá el resultado.

$$TC = \sum \text{Tiempos estandar de las actividades}$$

$$TC = 6884,86 \text{ segundos} \approx 114,7 \text{ minutos}$$

3.2.2.3 Identificación de actividades, tiempos y recorridos innecesarios

Se analizan las actividades de acuerdo al tiempo que se requiere para cumplir cada una y de acuerdo a la distancia en caso de desplazamientos, para ello se ordenarán las actividades de acuerdo al tiempo empleado.

Tabla 3.14 Actividades clasificadas de acuerdo al tiempo, de mayor a menor.

N°	Descripción de actividades	Tiempo (Seg)
16	Cepillado del cabezote	2532,89
11	Relleno mediante puntos de soldadura	1998,00
6	Lavado del cabezote	728,85
8	Colocación y limpieza del cabezote	367,30
14	Colocado y centrado del cabezote en la fresa	357,32
10	Preparar soldadora	101,52
19	Verificación del cepillado del cabezote	88,11
7	Transporte al área de soldadura	87,76
5	Transporte al área de lavado	79,85
1	Recepción de cabezotes	78,96
20	Emplastar	59,47
3	Adecuación del área de trabajo y las herramientas necesarias	57,59
4	Diagnóstico del cabezote	44,02
22	Transportar al área de despacho	41,23
18	Verificación con las láminas antes de la entrega	38,00
17	Desmontar cabezote y colocar en mesa de trabajo	36,44
9	Preparar el material para soldar	35,96
15	Preparación de la fresadora de superficie plana	34,93
2	Transporte al área de evaluación del cabezote	32,68
12	Limpiar impurezas	30,71
21	Membretar	27,97
13	Transporte al área de rectificado	25,29

3.2.3 Resultados del objetivo 3

Luego de realizar el estudio de tiempos la última etapa consiste en la mejora de los procesos, para ello se analizarán las actividades más críticas o que demanden más tiempo para ser realizadas.

Para la mejora de los procesos se realizará lo siguiente:

1. Análisis de los tiempos y actividades
 - Identificar la actividad con mayor consumo de tiempo
 - Evaluar y calificar a la actividad si es necesaria, innecesaria o repetitiva.
2. Propuesta de mejoras
 - Analizar mejoras que disminuyan el tiempo de las actividades.
 - Determinar desplazamientos que puedan ser reducidos
 - Proponer nueva distribución de planta
 - Calcular nuevo tiempo de ciclo de los procesos y sus subprocesos.
 - Establecer el análisis de la mejora implementando KPIs
 - Análisis de actividades con mayor tiempo

Cepillado del cabezote: Este proceso corresponde al mecanizado en la fresadora de superficies planas, esta actividad es importante dentro del proceso, acelerar el tiempo de mecanizado demandará que se realice una investigación para establecer velocidad máxima de desbaste.

Relleno de punto con soldadura: Esta actividad demanda concentración del operador y técnicas apropiadas para hacerlo, para garantizar la calidad de rectificación.

Lavado del cabezote: Corresponde a limpiar la pieza, retirando residuos de empaque u otro material.

Colocación y limpieza del cabezote: Esta actividad corresponde a centrar la pieza en la fresadora, es de vital importancia que se realice bien, para que el fresado sea correcto.

Desplazamientos: La motivación de un trabajador puede reflejarse en su esfuerzo para realizar una actividad, cuando el trabajador no se encuentra motivado puede realizar sus tareas de manera mas lenta, existe un valor promedio de velocidad de caminar, pero en la empresa el tiempo es menor y muy representativo.

3.2.3.1 Propuesta de mejora

Tabla 3.15 Tabla de propuestas por actividad.

N	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	PROPUESTA	BENEFICIOS
1	Recepción de cabezotes	Receptar los cabezotes directamente en la mesa de diagnóstico de culatas, ya que el diagnóstico solo se realiza cuando ingresa una culata, por lo que no tendrá esperas.	Ahorro de tiempo
2	Transporte al área de evaluación del cabezote	Suprimir actividad	Ahorro de tiempo
3	Adecuación del área de trabajo y las herramientas necesarias	Equipar la mesa de trabajo para realizar diagnósticos evitando que se ejecute esta actividad en cada orden	Ahorro de tiempo
4	Diagnóstico del cabezote	Elaborar un manual de procedimientos para un correcto diagnóstico en menor tiempo	Ahorro de tiempo
5	Transporte al área de lavado	Instruir al personal para un desplazamiento promedio	Ahorro de tiempo
6	Lavado del cabezote	Elaborar un manual de procedimientos para un correcto lavado en menor tiempo	Ahorro de tiempo
7	Transporte al área de soldadura	Instruir al personal para un desplazamiento promedio	Ahorro de tiempo
8	Colocación y limpieza del cabezote		
9	Preparar el material para soldar		
10	Preparar soldadora		
11	Relleno mediante puntos de soldadura		
12	Limpiar impurezas		
13	Transporte al área de rectificado	Instruir al personal para un desplazamiento promedio	Ahorro de tiempo
14	Colocado y centrado del cabezote en la fresa		
15	Preparación de la fresadora de superficie plana		
16	Cepillado del cabezote		
17	Desmontar cabezote y colocar en mesa de trabajo		
18	Verificación con las láminas antes de la entrega		
19	Verificación del cepillado del cabezote		
20	Emplastar		
21	Membretar	Instruir al personal para realizar actividades más rápido	Ahorro de tiempo
22	Transportar al área de despacho	Instruir al personal para un desplazamiento promedio	Ahorro de tiempo

Análisis general y propuesta de plan

La predisposición de un trabajador para realizar sus actividades es importan, pues se ve reflejado en el esfuerzo, velocidad y resultados, en la empresa RECTIFICADORA COTOPAXI, sus trabajadores no realizan sus actividades con mayor velocidad, demoran demasiado tiempo en la mayoría de actividades, esto se ve reflejado más durante los desplazamientos de una estación de trabajo a otro, siendo las distancias cortas.

Tabla 22 Plan anual propuesto.

ACCIONES DE MEJORA	OBJETIVOS	ESTRATEGIAS	ACTIVIDADES	INDICADORES	VALOR INDICADOR		Cronograma						RESPONSABLES	ÁREAS DE COORDINACIÓN	RESULTADOS		
					ACTUAL	OBJETIVO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun					
Adecuación de las áreas de trabajo para mejorar estándares productivos	Analizar el diseño actual de la planta identificando procesos similares.	Implementar procesos para la identificación de las actividades y recursos utilizados en el transcurso de la rectificación de culatas	Realizar el diagnóstico del proceso actual de la rectificación de motores.	Eficiencia productiva	78,5 u/mes	98,3 u/mes							Jefe de producción	Producción	Informes del diagnóstico actual de la Empresa Rectificadora Cotopaxi		
			Identificar procesos similares en la rectificación de culatas														
			Estudio de tiempos de los procesos similares	Productividad de órdenes de trabajo	80,00%	98,00%									Diagrama analítico de procesos		
			Rediseño de planta	Eficiencia económica	2,72	2,85									Layout de la empresa		
Fortalecimiento de los niveles de calidad de los productos y servicios ofrecidos por la empresa	Fomentar conceptos de calidad y producción mejorando el servicio y tiempos productivos empleados.	Capacitar por medio del estado y conferencias para actualizar al personal en nuevas tendencias de productos y servicio que tiene el mercado buscando tener todos los procesos vigentes dentro de la empresa	Implementar temas sobre calidad al personal operativo	Eficiencia de órdenes de producción	78,46%	98,30%							Personal administrativo	Área administrativas	Capacitaciones a todo el personal de la Rectificadora Cotopaxi		
			Supervisar el desempeño de cada subproceso dentro e la rectificación de culatas.				Eficiencia de ejecución de una orden de producción en una jornada laboral	78,90%	98,30%								
			Mejorar la supervisión en planta para reducir reprocesos productivos y operativos.	Eficiencia del trabajador en su velocidad de desplazamiento	52,00%	93,00%									Supervisor operativo	Producción	
			Estandarizar los tiempos y recursos en procesos de producción														
			Supervisar los tiempos y procesos productivos que encuentran estandarizados.														

3.2.3.2 Costo de implementación del plan

El plan presenta dos acciones de medida, la primera se basa en el análisis de otros procesos productivos dentro de la empresa, para una propuesta de redistribución, esta medida se puede realizar a través de trabajos en conjunto con la comunidad estudiantil, las micro, pequeñas y medianas empresas deben aprovechar los productos que ofrecen las universidades para el desarrollo empresarial, concluyendo que esta medida no le costaría algún valor económico para que se lleve a cabo.

La segunda medida se trata sobre el fortalecimiento de las habilidades blandas del personal, mediante capacitaciones, estas deberán abordar temas de desarrollo productivo, procesos de inspección laboral, tiempos de trabajo efectivo, mecanizado eficiente y otros. Existen empresas capacitadoras que ofrecen planes en los que agrupan temas productivos por un valor de 150 dólares, este valor no varía según la cantidad del personal.

De acuerdo a lo anterior, la empresa deberá realizar los siguientes gastos para implantar por completo el plan de mejora.

- Plan de capacitación para 3 días= \$150
- Refrigerios por 3 día = \$12
- Materiales, impresiones para 3 días = \$42

La empresa para capacitar sus 6 operativos y su administrador deberá invertir un total de \$204 dólares aparte de 6 horas laborales remuneradas de sus siete trabajadores que corresponde a un total de \$78,75.

Con lo expuesto anteriormente la empresa necesita invertir un total de \$282,75 dólares en la implementación del plan, esta inversión puede recuperarla durante el primer mes luego de la implantación de la propuesta.

3.2.3.1 Medición del tiempo de ciclo propuesto

Con la propuesta se vuelve a realizar el cálculo de los tiempos del proceso, si se emplea métodos para motivar y capacitar al personal para la ejecución de actividades más eficientes, en donde empleen menor tiempo posible, pero garanticen un trabajo de calidad.

Nº	Descripción de actividades	TPO	V. ritmo	Tn	Suplementos (ST)	Tiempo total
1	Recepción de cabezotes	60	111	66,60	17	77,92
4	Diagnóstico del cabezote	39	100	39,30	12	44,02
5	Transporte al área de lavado	8	114	9,12	11	10,12
6	Lavado del cabezote	500	100	500,00	13	565,00
7	Transporte al área de soldadura	10	114	11,40	17	13,34
8	Colocación y limpieza del cabezote	120	100	120,00	18	141,60
9	Preparar el material para soldar	29	107	30,71	16	35,62
10	Preparar soldadora	35	104	36,40	19	43,32
11	Relleno mediante puntos de soldadura	1300	108	1404,00	13	1586,52
12	Limpiar impurezas	25	113	28,25	12	31,64
13	Transporte al área de rectificado	11	112	12,32	11	13,68
14	Colocado y centrado del cabezote en la fresa	180	99	178,20	12	199,58
15	Preparación de la fresadora de superficie plana	30	108	32,40	12	36,29
16	Cepillado del cabezote	2005	108	2164,86	17	2532,89
17	Desmontar cabezote y colocar en mesa de trabajo	28	113	31,41	16	36,44
18	Verificación con las láminas antes de la entrega	29	108	30,78	18	36,32
19	Verificación del cepillado del cabezote	40	113	45,20	13	51,08
20	Emplastar	15	113	16,95	11	18,81
21	Membretar	5	108	5,40	11	5,99
22	Transportar al área de despacho	12	95	11,40	12	12,77

En la tabla anterior se mostraron los tiempos de cada una de las actividades, para el tiempo de ciclo del proceso se suman los tiempos estándar de cada actividad y al final se obtendrá el resultado.

$$TC = \sum \text{Tiempos estandar de las actividades}$$

$$TC = 5492,94 \text{ segundos} \approx 91,55 \text{ minutos}$$

Evaluación de la propuesta

Para la evaluación de la propuesta se compararán los indicadores propuestos en el primer objetivo, en el que se visualicen cambios en los indicadores.

Tabla 17 Indicadores actuales vs propuestos.

INDICADOR	FORMULA	ACTUAL	PROPUESTO
Eficiencia de una orden de producción (EOP)	$EOP = \frac{TPOP}{TROP}$	$EOP = \frac{90}{114,7} = 78,46\%$	$EOP = \frac{90}{91,55} = 98,3\%$
Eficiencia de ejecución de una orden de producción en una jornada laboral (EEJ)	$EEJ = \frac{TDJ}{TROP}$	$EEJ = \frac{450}{570} = 78,9\%$	$EEJ = \frac{450}{457,75} = 98,3\%$
Eficiencia económica	$EE = \frac{PVP}{CT}$	$EE = \frac{30}{11} = 2,72$	$EE = \frac{30}{10,5} = 2,85$
Productividad de ordenes de trabajo	$Pr = \frac{OTR}{OTP}$	$Pr = \frac{4}{5} = 80\%$	$Pr = \frac{4,91}{5} = 98\%$
Eficiencia del trabajador en su velocidad de desplazamiento	$ETVD = \frac{VDR}{VDP}$	$ETVD = \frac{2,5}{4,8} = 52\%$	$ETVD = \frac{4,5}{4,8} = 93\%$

DEMOSTRACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Un plan de mejora continua se realiza estableciendo objetivos, el presente trabajo de investigación busca la reducción de tiempos operacionales del proceso de rectificación de culatas en el cepillado de cabezotes, las actividades propuestas en el anterior plan presentado fueron establecidos con el fin de que al finalizar el plan, la empresa tenga personal capacitado en todas sus áreas productivas, al tener trabajadores capacitados en diferentes temas productivos se logrará reducir los tiempos operacionales.

La reducción de tiempos en un proceso reduce únicamente el factor tiempo, permitiendo que la entrega del producto terminado sea en menor tiempo, logrando que tiempos de mecanizado y en ejecución de actividades en el que involucre la utilización de máquinas sea reducido.

4. CONCLUSIONES DEL PROYECTO

4.1 CONCLUSIONES

- Mediante el diagnóstico del estado actual del proceso de rectificación de motores, se realizó la caracterización de la rectificación de culatas, mediante lo cual se logró observar el recorrido del proceso, conocer el tiempo empleado del proceso (114 min), la distancia recorrida en el proceso (41 m) y determinar los indicadores que permiten medir al proceso EOP y EEJ=78.46%, EE=2.72, Productividad=80% y ETVD=52%.
- En este punto se determinó que se requiere proponer una redistribución para disminuir el recorrido de un punto a otro, sin embargo, es necesario analizar los otros servicios que la empresa ofrece, ya que al proponer una redistribución basándose solo en el beneficio de un sub proceso se podría afectar a los otros, por tal razón, en este objetivo luego de realizar el estudio de tiempos se determinaron las actividades que podrían mejorarse para la reducción de tiempos, partiendo de aquí los elementos para realizar la propuesta del plan de mejora.
- El plan se basa en la propuesta de capacitar al personal para aumentar la productividad, además de aumentar el control y supervisión de las actividades, logrando estandarizar tiempos y mejorar las habilidades blandas del personal, al finalizar la implementación del plan se obtendría un aumento de 10 puntos en el indicador EOP llegando a 98,3%, al igual que la eficiencia de una orden de producción en una jornada laboral, mientras que la productividad del proceso aumentaría un total de 18 puntos pasando de 80% a un 98%, esto se lograría luego de la implementación y cumplimiento del plan.

4.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda a la empresa o a futuros estudiantes investigadores que complementen este proyecto realizando el estudio en cada uno de los procesos de los diferentes servicios que comprenden a la reparación de un motor de la empresa Rectificadora Cotopaxi, con el fin de buscar estrategias de redistribución de planta que permita un aumento de la productividad de toda el área operativa.