



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**ESTANDARIZACIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO PARA EL  
MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA  
"RECTIFICADORA COTOPAXI"**

**Proyecto de Titulación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero  
Industrial**

**Autores:**

Herrera Proaño Juan Diego

Madril Zapata Kevin Mauricio

**Tutor:**

Ing. MSc. Espín Beltrán Cristian Xavier

Latacunga - Ecuador

Agosto 2022

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, **Herrera Proaño Juan Diego** y **Madril Zapata Kevin Mauricio** declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **“ESTANDARIZACIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA RECTIFICADORA COTOPAXI.”**, siendo el Ing. MSc. Cristian Xavier Espín Beltrán, tutor del presente trabajo investigativo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.



Herrera Proaño Juan Diego

C.C: 050389595-5



Madril Zapata Kevin Mauricio

C.C: 175604805-2



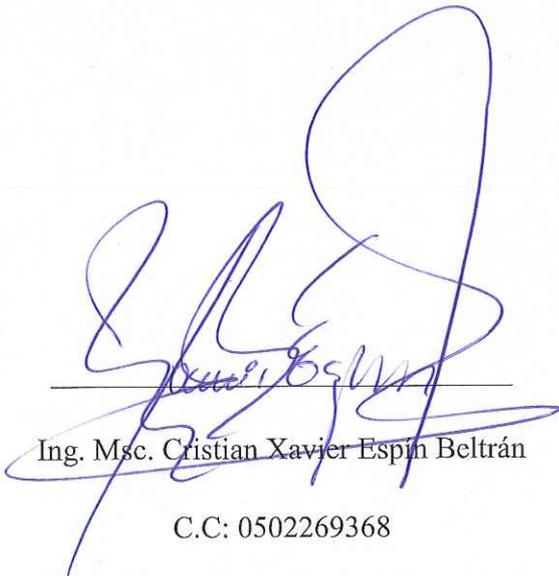
## AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

**“Estandarización del sistema productivo para el mejoramiento de la productividad de la empresa Rectificadora Cotopaxi.”**, de Herrera Proaño Juan Diego y Madril Zapata Kevin Mauricio, de la carrera de Ingeniería Industrial, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Agosto de 2022.

El Tutor



Ing. Msc. Cristian Xavier Espín Beltrán

C.C: 0502269368



## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, el o los postulantes: Herrera Proaño Juan Diego y Madril Zapata Kevin Mauricio, con el título de Proyecto de titulación: ESTANDARIZACIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA “RECTIFICADORA COTOPAXI.”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 25 agosto de 2022.

Para constancia firman:

Atentamente,

**Lector 1 (presidente)**

Ing. MSc. Lilia Cervantes

C.C: 175727437-6

**Lector 2**

Ing. MSc. Jaime Acurio

C.C: 050257424-7

**Lector 3**

Ing. MSc. Josué Constante

C.C: 050203456-4



## AVAL DE LA EMPRESA

Latacunga, 08 de agosto de 2022

### CERTIFICADO

Por medio de la presente "RECTIFICADORA COTOPAXI" certifica que el Sr. **HERRERA PROAÑO JUAN DIEGO** con CC 050389595-5 y el Sr. **MADRIL ZAPATA KEVIN MAURICIO** con CC 175604805-2 estudiantes de la **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI** de la carrera de Ingeniería Industrial, han realizado su trabajo de titulación con el título de "ESTANDARIZACIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA "RECTIFICADORA COTOPAXI".

Se expide el presente certificado para los fines de los interesados.



Firmado electrónicamente por:  
**IVAN ANDRES  
HERRERA  
PROANO**

---

Ing. Ivan Andrés Herrera

**Gerente de Rectificadora Cotopaxi**

**CC. 050368383-1**

## AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a Dios que me ha guiado por todo este trayecto, brindándome sabiduría e inteligencia para alcanzar mi título universitario.

A mis padres Ivan Herrera y Aracely Proaño quienes me han dado todo su amor, apoyo incondicional, y por ser mi ejemplo de superación, lo cual son mi razón para destacarme día a día, a mis abuelitas Yolanda Mejía y Mariela Viteri por confiar en mí, mis hermanos Iván Herrera y Sharon Herrera que fueron parte de mi proceso de formación académica.

A mi grupo de trabajo en especial a Kevin Madril mi gran amigo y compañero tesista, así como a mis amigos Jorge Ramírez, Jonathan Pilco y Belén Acurio por acompañarme durante esta etapa universitaria siendo excelentes compañeros.

Finalmente agradezco a mi tutor Ing. MSc. Xavier Espín quien fue mi guía, y por brindarme sus conocimientos durante este proceso de titulación.

Herrera Proaño Juan Diego

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi madre quien con su apoyo y cariño supo darme las herramientas y fuerzas necesarias para siempre seguir adelante en cada reto propuesto.

Agradezco a la empresa Rectificadora Cotopaxi por abrir sus puertas y permitir la realización del presente proyecto.

Agradezco a la Universidad Técnica de Cotopaxi por cobijarme y permitirme lograr este triunfo en mi vida profesional.

Agradezco a los excelentes docentes con los que cuenta la carrera de Ingeniería Industrial, los ingenieros; Lilia Cervantes, Jaime Acurio, Xavier Espín, Diana Salazar, Edison Salazar, Ángel Hidalgo y Ulloa Medardo, docentes que representan el valor de la universidad, siendo profesionales humanistas que trascienden la barrera de la enseñanza en todos aquellos a los que imparten su conocimiento.

Agradezco profundamente a mi tutor el ingeniero Xavier Espín, quien con su conocimiento, comprensión y paciencia supo guiarnos de la mejor manera en todo el trayecto estudiantil y de titulación.

Kevin Mauricio Madril Zapata

## **DEDICATORIA**

A mis padres quienes son mi pilar fundamental en mi vida y la razón de mi progreso, son las personas que estuvieron a mi lado en todos los momentos, me alentaron a seguir adelante y no rendirme en todo mi proceso de formación personal y académica.

Herrera Proaño Juan Diego

## DEDICATORIA

Dedico este logro a mi madre Irene Madril y a mi abuelita Olga Zapata, mujeres que con el ejemplo me demostraron lo que significa la palabra perseverancia, que a pesar de las dificultades siempre se puede sonreír a la vida y dar un paso más hacia adelante, gracias por el amor, consejos y apoyo incondicional en cada una de mis locuras, caídas y logros, gracias por llenarme el corazón con sus tiernas sonrisas.

A mi grupo de compañeros, Acurio Belén, Xavier Pilco, Ramírez Jorge y a uno de mis mejores amigos y compañero de tesis Herrera Diego, por aquellos buenos y malos momentos dentro y fuera de universidad, se me es grato decir que gracias a sus ocurrencias nunca me sentí solo o aburrido en todo este proceso.

A todas aquellas personas que me brindaron todo su apoyo y buenos deseos en cada etapa de mi vida; Magaly Toapanta, Valeria Chimborazo, Nicole Pacheco, Karen Madril, Ney Medina y Carlos Loaiza, gracias por todos los invaluable recuerdos que compartimos.

Kevin Mauricio Madril Zapata

## ÍNDICE DE CONTENIDO

INFORMACIÓN GENERAL .....	1
1. INTRODUCCIÓN .....	2
1.1. RESUMEN .....	2
ABSTRACT .....	3
AVAL DE TRADUCCIÓN .....	4
1.2. EL PROBLEMA .....	5
1.3. BENEFICIARIOS .....	6
1.4. JUSTIFICACIÓN .....	6
1.5. HIPÓTESIS .....	7
1.6. OBJETIVOS .....	7
1.6.1. General.....	7
1.6.2. Específicos.....	7
1.7. SISTEMA DE TAREAS .....	7
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	8
2.1. ANTECEDENTES .....	8
2.2. MARCO REFERENCIAL.....	9
2.2.1. Productividad.....	9
2.2.2. ¿Qué busca la productividad?.....	10
2.2.3. Medición de la productividad.....	11
2.2.4. Producción del trabajo .....	11
2.2.5. Limitaciones de la productividad .....	11
2.2.6. Cuellos de botella .....	12
2.2.7. Circunstancias del tiempo perdido durante la jornada de trabajo.....	13
2.2.8. Mejora continua.....	14
2.2.9. Los parámetros de referencia.....	14
2.2.10. Estudio de métodos.....	14
2.2.11. Estudio de tiempos .....	15
2.2.12. Técnicas para realizar el estudio de tiempos .....	15

2.2.13.	Cursograma analítico .....	16
2.2.14.	¿Qué busca los diagramas de flujo? .....	17
2.2.15.	¿Cuál es su función? .....	17
2.2.16.	Medición del trabajo .....	18
2.2.17.	Materiales para realizar el estudio de tiempos.....	19
2.2.18.	Estudio de tiempos con cronómetro .....	20
2.2.19.	Sistema productivo .....	21
2.2.20.	Eficiencia .....	21
2.2.21.	Eficacia .....	22
2.2.22.	Diseño del trabajo .....	23
2.2.23.	Estudio de diseño de trabajo .....	23
2.2.24.	Capacidad de producción deseada.....	23
2.2.25.	Tiempos de producción .....	24
2.2.26.	Los procesos industriales.....	25
2.2.27.	Estándares .....	26
2.2.28.	Calidad.....	26
2.2.29.	Funcionalidad de la calidad .....	27
2.2.30.	La estandarización como ventaja competitiva.....	27
2.2.31.	Principales ventajas de la estandarización de procesos .....	27
3.	DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....	29
3.1.	METODOLOGÍA.....	29
3.1.1.	Materiales .....	29
3.1.2.	Métodos .....	29
3.1.3.	Instrumentos .....	33
3.1.4.	Técnicas .....	33
3.2.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	35
3.2.2.	Objetivo 1 .....	36
3.2.3.	Objetivo 2 .....	39
3.2.4.	Objetivo 3 .....	56
3.2.5.	Cumplimiento de hipótesis .....	63
3.3.	EVALUACIÓN TÉCNICA, SOCIAL, AMBIENTAL Y ECONÓMICA.....	64
3.3.1.	Evaluación técnica.....	64

3.3.2.	Evaluación social.....	64
3.3.3.	Evaluación ambiental .....	64
3.3.4.	Evaluación económica.....	64
4.	CONCLUSIONES DEL PROYECTO .....	65
4.1.	CONCLUSIONES .....	65
4.2.	RECOMENDACIONES.....	66
4.3.	FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....	66
5.	BIBLIOGRAFÍA.....	67
6.	ANEXOS.....	70

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1:	Factores que determinan la productividad [7].....	10
Figura 2.2:	Evolución del concepto de productividad [6] .....	12
Figura 2.3:	Métodos para un estudio de métodos [6] .....	14
Figura 2.4:	Simbología del diagrama de flujo [7] .....	17
Figura 2.5:	Pasos de un estudio de medición del trabajo. [6].....	19
Figura 2.6:	Proceso Industrial.....	25

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Beneficiarios.....	6
Tabla 1.2: Sistema de tareas .....	7
Tabla 3.1: Sistema Westinghouse para la valoración del ritmo [9].....	31
Tabla 3.2: Consideración de suplementos [27] .....	32
Tabla 3.3: Diagrama de proceso del área de culatas.....	37
Tabla 3.4: Diagrama de proceso del área del bloque.....	38
Tabla 3.5: Toma de muestras de tiempos en el proceso de rectificación de culatas .....	40
Tabla 3.6: Toma de muestras de tiempos en el proceso de rectificación del bloque.....	41
Tabla 3.7: Muestras fuera de límite de control en el proceso de rectificación de culatas .....	43
Tabla 3.8: Muestras fuera de límite de control en el proceso de rectificación del bloque .....	44
Tabla 3.9: Corrección de muestras en el estudio del área de rectificación de culatas.....	46
Tabla 3.10: Corrección de muestras en el estudio del área de rectificación del bloque .....	47
Tabla 3.11: Cálculo y verificación del número de muestras adecuadas .....	48
Tabla 3.12: Parámetros valoración del ritmo en la actividad de lavado de culatas .....	49
Tabla 3.13: Suplementos en la actividad de rectificar a medida del pistón.....	50
Tabla 3.14: Cuadro de valoración de ritmo y suplementos en el área de culatas.....	51
Tabla 3.15: Cuadro de valoración de ritmo y suplementos en el área del bloque.....	52
Tabla 3.16: Tiempo total necesario en el proceso de rectificación de culatas.....	54
Tabla 3.17: Tiempo total necesario en el proceso de rectificación del bloque.....	55
Tabla 3.18: Propuesta de mejora en el área de rectificación de culatas .....	57
Tabla 3.19: Propuesta de mejora en el área de rectificación del bloque .....	58
Tabla 3.20: Actividades propuestas en el área de culatas.....	59
Tabla 3.21: Actividades propuestas en el área del bloque.....	59
Tabla 3.22: Proceso propuesto en el área de rectificación de culatas.....	60
Tabla 3.23: Proceso propuesto en el área de rectificación del bloque.....	60
Tabla 3.24: Tabla comparativa de tiempos.....	61
Tabla 3.25: Comprobación de hipótesis .....	63

## INFORMACIÓN GENERAL

**Título:**

Estandarización del sistema productivo para el mejoramiento de la productividad de la empresa "Rectificadora Cotopaxi"

**Tipo de Proyecto:**

Proyecto de Investigación

**Fecha de inicio:**

Abril del 2022

**Fecha de finalización:**

Agosto del 2022

**Lugar de ejecución:**

Provincia Cotopaxi, Cantón Latacunga, Barrio La Estación, Empresa Rectificadora Cotopaxi

**Facultad que auspicia:**

Ciencias de la Ingeniería Y Aplicadas

**Carrera que auspicia:**

Ingeniería Industrial

**Proyecto de investigación vinculado:**

No Aplica

**Equipo de Trabajo:**

**TUTOR**

Ing. MSc. Espín Beltrán Cristian Xavier

**INTEGRANTES**

- Herrera Proaño Juan Diego
- Madril Zapata Kevin Mauricio

**Área de Conocimiento:**

07. Ingeniería, Industria y Construcción / 072, Fabricación y Procesos /0722, Materiales (vidrio, papel, plástico y madera)

**Línea de investigación:**

Proceso Industrial

**Sublíneas de investigación de la Carrera:**

- Calidad, diseño de procesos productivos e Ingeniería de métodos

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. RESUMEN

**TEMA:** ESTANDARIZACIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA "RECTIFICADORA COTOPAXI"

**Autores:** Herrera Proaño Juan Diego

Madril Zapata Kevin Mauricio

**Tutor:** Ing. MSc Xavier Espín.

El presente proyecto realizado en la empresa Rectificadora Cotopaxi ubicada en el cantón Latacunga perteneciente a la provincia de Cotopaxi, tiene como finalidad el proponer un sistema productivo estandarizado que mejore la productividad en las áreas de rectificación de culatas y bloque del motor existentes en la empresa, en donde haciendo uso de la técnica de regreso a cero y la técnica de observación directa se logra determinar los tiempos y actividades de dos de los principales procesos con mayor demanda existentes en la empresa, se presenta una recapitulación de las actividades inmiscuidas en los procesos junto a una base de datos de los tiempos observados y tiempos muestrales empleados en el estudio, la información es analizada, clasificada y estudiada, bajo el método inductivo y de nivelación, con el fin de realizar un estudio acorde a las actividades, condiciones y experticia, a la que se encuentra laborando la empresa, los resultados obtenidos en el estudio arrojan una serie de actividades propuestas a cambios, modificaciones y eliminaciones, las cuales de ser aceptadas y empleadas por la empresa se concluirá en una estandarización del proceso, con tiempos necesarios que toman en cuenta un lapso de recuperación físico y mental necesario para velar por la salud ocupacional del trabajador y mantener un ritmo de trabajo constante en las áreas productivas de la empresa, en la que en un año de labor planificado, contrastan notablemente los procesos y tiempos actuales con los procesos y tiempos propuestos, con un aumento teórico en la productividad de 57,8% equivalente a un beneficio económico de \$24.300,000 en el proceso de rectificación de culatas y un incremento del 13,9% en el proceso de rectificación del bloque de motor, lo que equivale a una remuneración esperada anual de \$6.400,000.

**Palabras Clave:** Sistema Productivo, Estandarización, Productividad.

**ABSTRACT**

**THEME:** PRODUCTIVE SYSTEM STANDARDIZATION IN ORDER TO IMPROVE THE PRODUCTIVITY OF THE COMPANY "RECTIFICADORA COTOPAXI"

**Authors:** Herrera Proaño Juan Diego

Madril Zapata Kevin Mauricio

**Tutor:** Ing. MSc Xavier Espín.

**ABSTRACT**

The present project carried out in the Rectificadora Cotopaxi company located in Latacunga canton belonging to the province of Cotopaxi, has the purpose of proposing a standardized production system that improves productivity in the areas of rectification of existing cylinder heads and engine block in the company, where by making use of the return to zero technique and the direct observation technique, it is possible to determine the times and activities of two of the main processes with the highest demand in the company, a recapitulation of the activities involved in the processes is presented together with a database of the observed times and sample times used in the study, the information is analyzed, classified, and studied, under the inductive and leveling method, in order to carry out a study according to the activities, conditions, and expertise, to which the company is working, the results obtained in the study show a series of activities proposed for changes, modifications, and eliminations, which if are accepted and used by the company, they will conclude in a standardization of the process, with necessary times that take into account a period of physical and mental recovery necessary to ensure the occupational health of the worker and maintain a constant work rhythm in the productive areas of the company, in which in a year of planned work, they contrast remarkably current processes and times with the proposed processes and times, with a theoretical increase in productivity of 57.8% equivalent to an economic benefit of \$24,300,000 in the cylinder head rectification process and an increase of 13.9% in the rectification process of the engine block, which is equivalent to an expected annual compensation of \$6,400,000.

**Keywords:** Productive System, Standardization, Productivity.

## AVAL DE TRADUCCIÓN

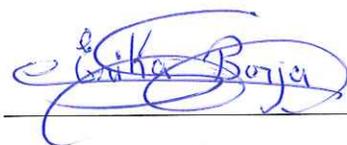
En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **ESTANDARIZACIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA "RECTIFICADORA COTOPAXI"** presentado por: **Herrera Proaño Juan Diego y Madril Zapata Kevin Mauricio**, egresados de la Carrera de: **Ingeniería Industrial**, perteneciente a la **Facultad Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, 30 de Agosto del 2022

Atentamente,



CENTRO  
DE IDIOMAS

**Msc. Erika Cecilia Borja Salazar**

**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC**

**CI: 0502161094**

## 1.2. EL PROBLEMA

En el Ecuador el sector de reparación de automotores trabaja bajo un flujo de demanda irregular y la carencia de un estándar de procesos tomando en cuenta los tiempos, pasa desapercibido, por lo tanto, los empleadores no consideran factores que producen tiempos muertos, conllevando esto a que una empresa posea un alto grado de improductividad que afecta directamente a la eficiencia y la capacidad de realización del trabajo.

Aspectos como el de desconocer los tiempos de producción por áreas, es sumamente importante y casi nada considerado como un factor interno de control de la calidad en los servicios de las mipymes nacientes en el Ecuador, siendo uno de los casos la empresa Rectificadora Cotopaxi ubicada en la ciudad de Latacunga.

La empresa consta de una manufactura bajo pedido y el trabajo es totalmente personalizado a los requerimientos del cliente, por lo tanto, en cada puesto de trabajo no existe un tiempo específico para realizar las actividades, dejando la actividad a libertad y experiencia del operario, lo que conlleva a una holgura entre procesos muy amplia, una mala comunicación interna y un escaso estándar de control al efectuar las actividades.

El principal problema es la inexistencia de un estándar de tiempos en la realización de los principales procesos, esto genera una reducción en la productividad de la empresa al dejar a experiencia de los trabajadores los tiempos necesarios que van a utilizar en cada actividad, la razón de contar con un estudio de tiempos en la empresa es el de estandarizar el tiempo productivo necesario y evitar problemas como el de retrasos en la entrega del producto final a causa de demoras en los procesos o una sobrepoblación de producto terminado almacenado en bodega, al no estandarizar el tiempo en el que el cliente debe acercarse a retirar el trabajo, de esta manera generando costos de almacenamiento y una disminución en la productividad a costa de un tiempo de entrega ineficiente.

En las áreas de culatas y de bloques se presentan problemas notables por la escasez de repuestos, la inexistencia de trabajos simultáneos enfocados al mismo proceso o un tiempo muy amplio en la realización de los procesos, por lo tanto, mientras se termina de lavar el motor no se toma las medidas necesarias para adelantar el proceso de fabricación de nuevos asientos de válvulas adaptados al motor trabajado o el de solicitar los repuestos necesarios para realizar el trabajo antes de empezar el proceso.

### 1.3. BENEFICIARIOS

Los beneficiarios directos e indirectos de la presente en la investigación presentada en la Tabla 1.1, es todo el personal inmiscuido en el proceso productivo de la empresa que abarca desde al área administrativa, los operarios de la empresa y aquellos cuya actividad es favorecida por el rendimiento de la empresa.

**Tabla 1.1:** Beneficiarios

<b>Tipo de Beneficiario</b>	<b>Ocupación</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Directo</b>	Maestros Mecánicos	30
	Trabajadores	6
	Técnico de Mantenimiento	1
	Gerente	1
<b>Indirecto</b>	Clientes	315
	Proveedores	3

### 1.4. JUSTIFICACIÓN

La empresa se vale de un nombre reconocido por su larga trayectoria a lo largo de casi 15 años de servicios de calidad a la comunidad, por lo tanto, la demanda va en aumento lo que ocasiona una desorganización y confusión al momento de realizar las actividades productivas.

La empresa al contar con un análisis estandarizado de tiempos fortalecerá la actividad productiva al minimizar los cuellos de botellas o los tiempos improductivos hombre-máquina.

La implementación de un trabajo estandarizado en la que se incluya los tiempos de realización de actividades, permitirá una mejora de la eficiencia inmiscuida en el proceso, permitiendo a la empresa estandarizada cumplir con las metas de producción y productividad de una manera sistemática, ordenada y funcional.

Mejorará el servicio al contar con una fabricación equilibrada que permite la optimización de variables que afectan la productividad, de tal forma que el tiempo de espera disminuirá notablemente permitiendo aumentar el número de trabajos realizados en un periodo de tiempo.

## 1.5. HIPÓTESIS

Se logrará mejorar y estandarizar el sistema productivo en la empresa Rectificadora Cotopaxi incrementando su productividad.

## 1.6. OBJETIVOS

### 1.6.1. General

Estandarizar el sistema productivo, mediante un estudio de tiempos para mejorar la producción en las áreas de rectificación de culatas y bloque del motor.

### 1.6.2. Específicos

- Identificar el sistema productivo mediante un diagrama de procesos para analizar los cuellos de botella.
- Estudiar los tiempos de producción para determinar el estado del proceso actual bajo el método de regreso a cero.
- Generar una propuesta de estandarización de los procesos que permita mejorar la producción.

## 1.7. SISTEMA DE TAREAS

Tabla 1.2: Sistema de tareas

Objetivos Específicos	Actividades	Resultados Esperados	Técnicas, Medios e Instrumentos
Identificar el sistema productivo mediante un diagrama de procesos para analizar los cuellos de botella.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación de actividades del proceso productivo en el área de culatas y bloques.</li> <li>• Recolección de tiempos observados en la realización de las actividades.</li> </ul>	Proceso detallado del área de culatas y bloques.	Diagrama de procesos.
Estudiar los tiempos de producción para determinar el estado del proceso actual mediante el estudio de tiempos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medición y toma de tiempos muestrales.</li> <li>• Análisis y tratamiento de los resultados obtenidos.</li> <li>• Comprobación de muestras necesarias para el estudio de tiempos.</li> </ul>	Tiempos reales empleados en los procesos y subprocesos de las áreas de estudio.	Estudio de tiempos regreso a 0.
Generar una propuesta de estandarización de los procesos que permita mejorar la producción.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propuesta de mejora en la realización de actividades.</li> <li>• Análisis de la propuesta de mejora.</li> <li>• Análisis de la productividad actual y propuesta.</li> <li>• Evaluación técnica, social, ambiental y económica.</li> </ul>	Estandarización del proceso productivo.	Hojas de cálculo.

## 2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 2.1. ANTECEDENTES

En la universidad Señor de Sipán, Vásquez (2017) se realizó un “Estudio de tiempos en la línea de producción de uva fresca en la empresa Jayanca Fruits S.A.C para mejorar la productividad – Lambayeque, 2016”, tuvo como objetivo elaborar un estudio de tiempos en la línea de producción, para mejorar la productividad, aplicó el estudio de tiempo y el balance de línea, a su vez utilizó los indicadores de desempeño de los procesos productivos, que le permitió evaluar la eficiencia de la línea de producción de uva fresca, aplicó cronometraje vuelta a cero donde se determinó los tiempos normal y estándar. Los resultados obtenidos a través de su estudio fue que implementando el estudio de tiempos mejoró los niveles de producción en un 137.84%, mejorando la productividad en un 137.83%. [1]

En la empresa Yuraq Pacha, Huancayo se ejecutó la “Aplicación de la ingeniería de métodos para mejorar la productividad de la producción de pegamentos de cerámico” la cual tiene como objetivo principal demostrar cómo la aplicación de la ingeniería de métodos mejora la productividad de la producción de pegamentos de cerámico de dicha empresa, de tal manera el proceso fue evaluado con pruebas aplicadas mediante la técnica de observación y como instrumento se tuvo a la guía de observación para las variables en estudio. Los resultados obtenidos son aplicados directamente a la productividad antes y después es de .000.; con un nivel de confianza del 95%, su  $Z= 1.96$  y un margen de error igual a 5%. Realizando la comparación de la significancia estadística, obtenida con el parámetro, se puede evidenciar p valor= 0.000; en consecuencia:  $p \text{ valor} \leq 0.05$ , en otros en términos porcentuales equivale a un incremento de productividad de 28%. [2]

En la Universidad de San Carlos de Guatemala se realizó un “Estudio de tiempos y movimientos en la línea de producción de pisos de granito en la fábrica Basa Blanca S.A.” la cual tuvo como objetivo Incrementar la productividad de mano de obra y de máquinas en la línea de producción de pisos de granito, a través de un estudio de tiempos y movimientos, para la cual se empleó mediciones de productividad de la eficiencia de producción como de la productividad de la maquinaria. Los resultados se reflejan en un incremento en la productividad de la mano de obra de un 20%, respecto a la productividad de manipulación de materiales se tiene un incremento del 34%. [3]

En la empresa MILMA se desarrolló una investigación “Mejora de la productividad, en la línea de producción de queso cheddar, mediante el estudio de métodos en la empresa MILMA” la cual tuvo como objetivo mejorar la productividad en la línea de producción del queso Cheddar mediante el estudio de métodos en la empresa Milma para lo cual se optimizó el tiempo de ciclo y el recurso humano en estudio se variaron varias tareas, teniendo una reducción total de 45 a 38 actividades, las mismas que fueron distribuidas de manera equitativa para cuatro trabajadores. Además, con el estudio de métodos se incrementó el rendimiento de la prensadora en un 14% y del operario en un 13%, y el tiempo de ciclo se redujo de 5,19 a 4,42 h, esta disminución incidió de manera positiva en la reducción del costo por mano de obra. [4]

En la Universidad Nacional de Chimborazo se realizó un “Estudio de procesos, tiempos y movimientos para mejorar la productividad en la planta de ensamble del modelo Golden en carrocerías MEGABUSS”. Tiene como objetivo elaborar un estudio de procesos, tiempos y movimientos para mejorar la productividad en la planta de ensamble del modelo Golden en Carrocerías Megabuss, existe una diferencia de procesos con un total de 57,49 horas/carrocería elaborada, para lo cual el índice de productividad laboral con el método actual 1 carrocería / 1502,67 horas-hombre la diferencia de propuesta con el índice recomendado es 1 carrocería / 1445,18 horas-hombre. [5]

## 2.2. MARCO REFERENCIAL

### 2.2.1. Productividad

La productividad es una de las variables de desempeño de las empresas, al igual que la calidad, la eficiencia, la competitividad o la rentabilidad.

Como se muestra en la ecuación (2.1), en su concepción general clásica, y más comúnmente manejada, la productividad es entendida como la relación volumétrica, es decir, no dineraria, entre los resultados producidos y los insumos utilizados en un periodo determinado. [6]

$$P = \frac{\text{Volumen de resultados obtenidos}}{\text{Volumen de insumos utilizados}} \quad (2.1)$$

Se refiere a algún proceso en el cual intervienen elementos y actividades para obtener un resultado, cuando hay mejoras, estas se traducen en el hecho que, con menos recursos o con los mismos, se pueden obtener los mismos o mayores resultados respectivamente (productos y servicios). [7]

En el complejo ámbito de la producción de una empresa, la productividad conlleva factores muy variados (Figura 2.1), por ende la productividad puede verse afectada no solo por el proceso en sí, sino por factores internos y externos a la planta de proceso.



Figura 2.1: Factores que determinan la productividad [7]

### 2.2.2. ¿Qué busca la productividad?

La productividad mide la eficiencia con la que las empresas y las economías utilizan los recursos disponibles para producir bienes y servicios; se puede medir para todos los factores de producción combinados o para cada uno de ellos.

Es importante recordar que productividad no es lo mismo que competitividad. Aunque elevar la productividad incrementa la competitividad de una empresa (al aumentar la cantidad de bienes y servicios suministrados y/o minimizar los costos de producción), hay otros elementos que una empresa necesita para ser competitiva. [8]

La mejora de la productividad se refiere al aumento en la cantidad de producción por hora de trabajo invertida. [9]

La única posibilidad para que una empresa o negocio crezca y aumente su rentabilidad es aumentar la productividad y ésta se refiere a:

- Aumento de la producción por hora-hombre y hora-máquina.
- Disminución del tiempo por unidad producida.
- Economía del material consumido. [10]

### 2.2.3. Medición de la productividad

La medición de la productividad identificada en la ecuación (2.2), es entendida como la relación entre resultados obtenidos e insumos utilizados, se realiza en forma inmediata y directa, si se tiene cuantificada la producción alcanzada en cada periodo, por ejemplo, considerando el volumen de piezas producidas por turno y el número de horas-hombre trabajadas en el periodo, el cálculo de la productividad será directo dividiendo las piezas sobre el número de horas. [6]

$$E = 100 \cdot \frac{He}{Hc} = 100 \cdot \frac{Oc}{Oe} \quad (2.2)$$

Dónde:

E=porcentaje de eficiencia

He=Horas estándar trabajadas

Hc=Horas de reloj en el trabajo

Oe=Producción esperada

Oc=Producción actual [9]

### 2.2.4. Producción del trabajo

Por lo general el insumo más utilizado es el de la fuerza empleada relacionada entre horas-hombre. [11]

Como se puede observar la ecuación (2.3) puede ser aplicada en general o por sectores de interés.

$$P = \frac{\text{Volumen de Producción}}{\text{Número de trabajadores}} \quad (2.3)$$

### 2.2.5. Limitaciones de la productividad

La productividad tiene algunas limitantes; por ejemplo, no incluye aspectos vitales relacionados con la producción realizada, y cuya medición resulta imprescindible para los tomadores de decisiones, responsables de la competitividad y la rentabilidad de la empresa, como: la calidad de los productos o los servicios producidos, la oportunidad en las entregas o el servicio que se ofrece a los clientes.

Asimismo, esta concepción de productividad puede ser engañosa, ya que, basándose en ésta, lo primero que suelen hacer los empresarios para incrementarla es deshacerse de trabajadores, dejando ir, con ello, experiencia y habilidades acumuladas, dejando intactos otros aspectos que también tienen que ver con el desempeño global y la sobrevivencia de la empresa: la tecnología, la materia prima, el estilo de dirección, las estrategias financieras y mercadológicas, etcétera. [6]

Como se observa (Figura 2.2), un indicador efectivo del desempeño no únicamente debe basarse en el aumento de la productividad, más bien a largo plazo debe conllevar a un análisis de todo el proceso y de la forma en la que esta funciona, así, la funcionalidad de la empresa irá en aumento.

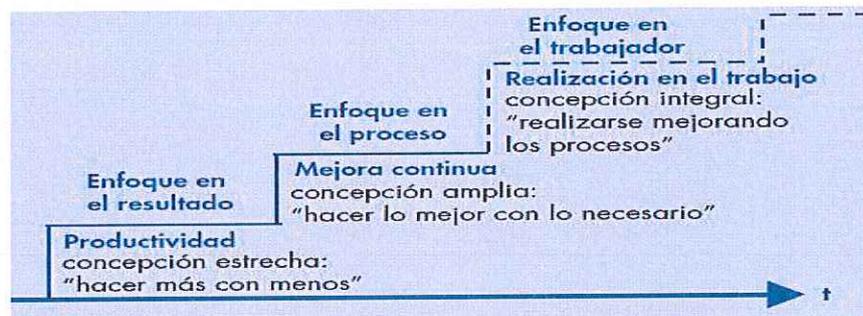


Figura 2.2: Evolución del concepto de productividad [6]

### 2.2.6. Cuellos de botella

Los cuellos de botella se produce cuando la capacidad de la línea de producción de un proceso es menor que lo que requiere la empresa, por lo tanto deben reprogramarse para maximizar la producción, para ello se puede realizar consideraciones como:

- El cuello de botella se lo identifica en la estación de trabajo como aquel proceso que mayor tiempo total por unidad procesada utiliza.
- La estación de trabajo con la utilización promedio más alta.
- El proceso que mayor carga de trabajo total presenta.
- En el departamento o proceso donde una reducción de un minuto en el tiempo de procesamiento reduce el promedio de la tasa de producción del proceso entero. [12]

## **2.2.7. Circunstancias del tiempo perdido durante la jornada de trabajo**

### **2.2.7.1. Comunicación inadecuada**

Es bastante común encontrar instrucciones de trabajo incompletas e incluso incorrectas en las órdenes de trabajo. Esta falta de información origina viajes adicionales al almacén de herramientas y suministros para obtener partes y herramientas que deben estar disponibles al iniciar el trabajo. Por ejemplo, una orden de trabajo que sólo establece “reparar fuga en el sistema de aceite” no proporciona detalles suficientes, es decir, si se necesita una nueva válvula, tubería o junta, o si la válvula necesita re-empacarse.

### **2.2.7.2. Poca disponibilidad de partes, herramientas o equipo**

Si los trabajadores de mantenimiento no cuentan con las instalaciones o partes para realizar la tarea, están obligados a improvisar, lo cual generalmente ocasiona pérdida de tiempo y resulta en un trabajo inferior.

### **2.2.7.3. Interferencia de empleados de producción**

Si se ven obligados a lidiar con una programación inadecuada, los empleados de mantenimiento pueden encontrar que no tienen la posibilidad de comenzar una reparación, un servicio o una operación de revisión general debido a que los empleados de producción todavía se encuentran en la instalación. El resultado puede ser que los técnicos estén inactivos en espera de que el departamento de producción desocupe el equipo.

### **2.2.7.4. Personal excesivo para el trabajo de mantenimiento**

Con demasiada frecuencia, se asigna una brigada de tres o cuatro personas cuando sólo se necesitan dos, lo que resulta en un tiempo perdido.

### **2.2.7.5. Trabajo insatisfactorio que debe realizarse de nuevo**

Con frecuencia, la mala planeación ocasiona que el mecánico asuma una actitud del tipo “con esto es suficiente”. Esto da como resultado que el trabajo de reparación deba realizarse nuevamente.

### **2.2.7.6. Planeación inadecuada**

La buena planeación asegura que haya suficiente trabajo programado para mantenimiento y minimiza el tiempo de espera. [9]

### 2.2.8. Mejora continua

La mejora continua de los procesos de trabajo, tanto en su operación como en su diseño, no surge de la nada ni por los deseos de los dueños y los directivos de la empresa. [6]

### 2.2.9. Los parámetros de referencia

Sólo se puede mejorar lo que se controla; sólo se puede controlar lo que se mide y sólo se puede medir lo que se conoce.

Aquí hay que precisar que no es posible saber directamente si un proceso está mejorando; es decir, saberlo al momento mismo de su ejecución; sólo es posible inferir mediante la cuantificación de sus resultados, efectos y manifestaciones y a través de su evaluación comparándolos con determinados parámetros de referencia. [6]

### 2.2.10. Estudio de métodos

El estudio de métodos (EM) involucra observar y conocer en detalle la forma en que un trabajo se efectúa, recopilando y organizando los datos e información relevante sobre el proceso y determinando sistemáticamente mejoras al mismo. Estas mejoras serán resultado de un escrutinio exhaustivo de la información y deberán traducirse en formas más simples, eficaces y lógicas de ejecución de las actividades y, por ende, en una reducción de su duración, lo que repercutirá en la disminución de costos. [6]

El estudio de métodos también conocido como estudio de tiempos lleva una secuencia sugerida de técnicas (Figura 2.3) para el correcto desarrollo y la posibilidad de resultados más eficaces.



**Figura 2.3:** Métodos para un estudio de métodos [6]

### **2.2.11. Estudio de tiempos**

El estudio de tiempos es el procedimiento utilizado para medir el tiempo requerido por un trabajador calificado quien trabajando a un nivel normal de desempeño realiza una tarea conforme a un método especificado. En la práctica, el estudio de tiempos incluye, por lo general, el estudio de métodos. Además, sostiene que los expertos tienen que observar los métodos mientras realizan el estudio de tiempos.

Hay dos tipos de cronómetros disponibles en el mercado:

- Modo de vuelta a cero: el reloj muestra el tiempo de cada elemento y automáticamente vuelve a cero para el inicio de cada elemento.
- Modo acumulativo (modo continuo): el reloj muestra el tiempo total transcurrido desde el inicio del primer elemento hasta el último [13]

### **2.2.12. Técnicas para realizar el estudio de tiempos**

#### **2.2.12.1. Seleccionar**

El área de estudio o el trabajo requerido para ello se deben tomar en cuenta:

- Aspectos económicos o aspectos involucrados a la eficiencia en función de costos
- Aspectos Técnicos:
- Cuellos de Botella
- Actividades muy repetitivas que involucran mucho al personal
- Fijación sobre productos que generan más desperdicios
- Aspectos Humanos [13]

#### **2.2.12.2. Registrar**

El trabajo a estudiar definiendo sus límites en una directa observación de los hechos relevantes relacionados con ese trabajo y recolectar de fuentes apropiadas los datos adicionales que sean necesarios.

#### **2.2.12.3. Examinar**

En forma crítica, el modo en que se realiza el trabajo, el propósito, el lugar, la secuencia en que se lleva a cabo y los métodos a utilizar.

#### **2.2.12.4. Establecer**

Buscar los métodos más práctico, eficaz y económico mediante las personas concernidas.

#### **2.2.12.5. Evaluar**

Diferentes opciones para realizar un nuevo método comparando la relación costo- eficiencia entre el nuevo método actual.

#### **2.2.12.6. Definir**

El método nuevo en forma clara a personas que puedan concernir.

#### **2.2.12.7. Implantar**

El nuevo método con una práctica normal formando todas las personas que han de utilizarlo.

#### **2.2.12.8. Controlar**

La aplicación del método nuevo para evitar el uso del método anterior. [6]

#### **2.2.13. Cursograma analítico**

También conocido como diagrama de flujo de proceso. Es un diagrama que muestra a detalle la secuencia que siguen los distintos elementos de un proceso. Consta de un listado de descripciones de cada uno de los pasos que conforman el trabajo, registrando el símbolo que corresponde a cada actividad. [6]

El diagrama de flujo del proceso es particularmente útil para registrar los costos ocultos no productivos como, por ejemplo, las distancias recorridas, los retrasos y los almacenamientos temporales. [9]

El cursograma analítico hace uso de todos los símbolos, éstos siempre deben presentarse en un orden específico: operaciones, transportes, demoras, inspecciones y almacenajes. También tiene columnas para anotar el tiempo de duración de cada elemento, las distancias recorridas en el caso de los transportes, además de una sección para observaciones o recomendaciones hechas por el analista al momento de levantar la información. [6]

Se necesita realizar un análisis la información se debe obtener registrada por varios métodos el método utilizado es el diagrama de flujo.

Los diagramas de flujo son una herramienta que permite representar visualmente qué operaciones se requieren y en qué secuencia se deben efectuar para solucionar un problema dado. Por consiguiente, un diagrama de flujo es la representación gráfica mediante símbolos especiales, de los pasos o procedimientos de manera secuencial y lógica que se deben realizar para solucionar un problema dado. [7]

#### 2.2.14. ¿Qué busca los diagramas de flujo?

Los diagramas de flujo facilitan la comunicación entre los programadores y los usuarios, además de que permiten de una manera más rápida detectar los posibles errores de lógica que se presenten al implementar el algoritmo. [7]

Para la implementación y representación gráfica se usa una serie de símbolos (Figura 2.4), los cuales son estandarizados para el entendimiento del proceso, estos símbolos son usados en cada tramo de actividades en las que se desee hacer uso del diagrama.

Símbolo	Descripción	Actividad indicada	Significado
	Círculo	Operación	Ejecución de un trabajo en una parte del producto.
	Cuadrado	Inspección	Utilizado para trabajo de control de calidad.
	Flecha	Transporte	Movimiento de un lugar a otro o traslado de un objeto.
	Triángulo invertido	Almacenamiento	Utilizado para almacenamiento a largo plazo.
	D grande	Retraso o demora	Cuando no se permite el flujo inmediato de una pieza a la siguiente estación.

Figura 2.4: Simbología del diagrama de flujo [7]

#### 2.2.15. ¿Cuál es su función?

Los métodos de estudio de tiempos fueron originalmente desarrollados por Taylor y continúan siendo la técnica más ampliamente utilizada para medir el trabajo que consta de tareas breves y repetitivas. La tarea correspondiente es descompuesta en movimientos básicos, y cada elemento es medido con un cronómetro. En seguida, el tiempo promedio de varios ciclos es calculado y ajustado para la velocidad y habilidad o tasa de ejecución (TE) del trabajador que es objeto del estudio. Finalmente, se aplica un factor de concesión (FC) para necesidades personales, retrasos inevitables y fatiga. [6]

#### **2.2.15.1. Objetivos**

- Incrementar la eficiencia del trabajo
- Conservar los recursos y minimizar los costes.
- Proporcionar un producto que sea cada vez más confiable y de alta calidad
- Proporcionar estándares de tiempo que servirán de información a otros sistemas de la empresa como el de costos de programación de la producción, supervisión, etcétera.
- Minimizar el tiempo requerido para la ejecución de trabajos.

Una vez analizado los diferentes criterios de los autores se argumenta que el objetivo primordial del estudio de tiempos es buscar maximizar la productividad de una empresa o un proceso, con una estandarización se analiza los posibles factores que son causa de una demora o tiempos improductivos buscando una eficiencia total dentro de la cadena productiva de una empresa. [13]

#### **2.2.15.2. Ventajas**

- Reducir costos
- Mejorar condiciones obreras. [6]

#### **2.2.15.3. Pasos del estudio**

El estudio consta de 6 pasos:

- preparación para ejecutar el estudio,
- ejecución del estudio
- Valoración del ritmo de trabajo
- suplementos del estudio de tiempos,
- cálculo del tiempo tipo o estándar,
- asignación de trabajo compartiendo tareas. [14]

#### **2.2.16. Medición del trabajo**

Los estándares de tiempo establecidos con precisión hacen posible incrementar la eficiencia del equipo y el personal operativo, mientras que los estándares mal establecidos, aunque es mejor tenerlos que no tener estándares, conducen a costos altos, inconformidades del personal y posiblemente fallas de toda la empresa. Esto puede significar la diferencia entre el éxito y el fracaso de un negocio. [9]

### 2.2.16.1. Objetivos de la medición del trabajo

Un estudio de MT tiene dos objetivos principales:

- Detectar, reducir y/o eliminar el tiempo improductivo, entendiéndose como aquel que no añade valor a los productos o servicios. Es tiempo ocioso y de inactividad que a veces los empleados malgastan consciente e inconscientemente.
- Crear normas o estándares de tiempo que consideren las debidas tolerancias y retrasos inevitables, a fin de que funcionen como referencia del tiempo de ejecución de una tarea y a través de éstos se detecte cuando un empleado toma más tiempo del que debiera para ejecutar su trabajo. [6]

La misión de la mejora es analizar los procesos y determinar qué actividades del mismo generan costes sin añadir beneficio, y qué modificaciones se pueden hacer para aumentar la competitividad del mismo. [15]

La medición de cada uno de los elementos del trabajo se puede efectuar con distintas técnicas secuenciales (Figura 2.5), las cuales son las más comunes empleadas para el estudio de MT.

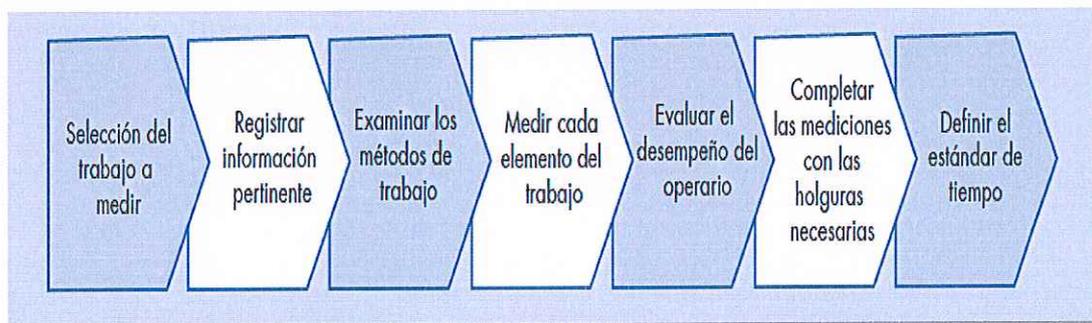


Figura 2.5: Pasos de un estudio de medición del trabajo. [6]

### 2.2.17. Materiales para realizar el estudio de tiempos

#### 2.2.17.1. Cronómetro

Se puede usar preferentemente dos cronómetros:

- Mecánico: A su vez puede subdividirse en ordinario, vuelta a cero, y cronómetro de registro fraccional de segundos.
- Electrónico: que a su vez puede subdividirse en el que se utiliza solo y el que se encuentra integrado en un dispositivo de registro.

Es recomendado que el cronómetro utilizado para el estudio de tiempos sea exclusivo de estos menesteres, que deben manipularse con cuidado, dejar que se paren en periodos de inactividad y periódicamente se deben mandar a verificar y limpiar.

Cuando el estudio se aplica sobre ciclos muy cortos que tienen un gran volumen en materia de repeticiones en el proceso, el tener un cronómetro averiado puede afectar de forma muy negativa la labor del especialista. [16]

#### **2.2.17.2. Tablero para observaciones**

Sencillamente un tablero liso, anteriormente se utilizaba de madera contrachapada, hoy en día se producen en su mayoría de un material plástico. En el tablero se fijan los formularios para anotar las observaciones" las características que debe tener el tablero son su rigidez y su tamaño.

#### **2.2.17.3. Formularios de estudio**

Es posible que tanto los tiempos como las observaciones puedan consignarse en hojas en blanco o de distinto formato cada vez, sin embargo, sería una gran contradicción que quién se encarga de la normalización de un proceso no tenga estandarizada una metodología de registro, y esto incluye los formularios.

#### **2.2.18. Estudio de tiempos con cronómetro**

El estudio de tiempos es la técnica básica (y principal) de la MT. Su objetivo es registrar los tiempos de ejecución de las actividades de los empleados, observándose directamente y usando un instrumento de medición del tiempo (por lo general cronómetro, aunque también se utiliza el video y el cronógrafo), evaluando su desempeño y comparando estos resultados con normas establecidas. [6]

El estudio de tiempos, iniciado por Taylor, se utilizó para determinar los tiempos estándar que corresponden a los tiempos de una persona competente para realizar el trabajo a marcha normal. [10]

La conducta real de un estudio de tiempos es tanto un arte como una ciencia. Para asegurar el éxito, los analistas deben ser capaces de inspirar confianza, ejercitar su juicio y desarrollar un acercamiento personal con todos aquellos con quienes tenga contacto. [9]

**2.2.19. Sistema productivo**

El sistema de producción, es, la forma general cómo están distribuidas las máquinas y las áreas, obedece a los procesos necesarios que deben llevarse a cabo para obtener los productos y servicios que se ofrecen en la empresa, tiene los siguientes tipos básicos: Intermitente (o Producción de Taller), Intermitente (o Producción por lotes) y Continua (o Masiva). [8]

Por lo tanto es indispensable la identificación temprana de la variación, haciendo uso de la ecuación (2.4), entre modelos de producción con la programación actual y la planificada, para generar un índice comparativo entre resultados.

$$\Delta P = \frac{P2 - P1}{P1} \quad (2.4)$$

Dónde:

$\Delta P$ =Variación de producción

P2=Producción propuesta

P1=Producción actual

**2.2.20. Eficiencia**

Se define como lograr que la productividad sea favorable es lograr el máximo resultado con una cantidad determinada mínima de insumos o recursos, lograr los resultados predeterminados o previstos con un mínimo de recursos. [17]

**2.2.20.1. Indicadores de eficiencia**

Un indicador es una expresión cualitativa o cuantitativa observable, que permite describir características, comportamientos o fenómenos de la realidad a través de la evolución de una variable o el establecimiento de una relación entre variables, la que, comparada con períodos anteriores, productos similares o una meta o compromiso, permite evaluar el desempeño y su evolución en el tiempo.

Un buen indicador se caracteriza por ser medible; preciso; consistente; y sensible, los indicadores pueden ser:

- Ingresos
- Costos y gastos
- % Ocupación
- Cuentas por cobrar y pagar
- Costos de calidad [18]

**2.2.20.2. Características de los indicadores**

El indicador simplifica, mide y comunica. Un indicador debe cumplir con tres características básicas:

1. **Simplificación:** La realidad en la que se actúa es multidimensional, un indicador puede considerar alguna de tales dimensiones (económica, social, cultural, política, etc.), pero no puede abordarlas todas.
2. **Medición:** Permite comparar la situación actual de una dimensión de estudio en el tiempo o respecto a patrones establecidos.
3. **Comunicación:** Todo indicador debe transmitir información acerca de un tema en particular para la toma de decisiones. Por ejemplo, el pulso y la temperatura corporal describen el estado de la salud de un individuo; cuando se tiene un registro de estos indicadores que está por fuera de los niveles considerados como “normales”, es necesario tomar medidas externas para controlar su comportamiento. [18]

**2.2.20.3. Eficiencia técnica**

Se dice que es un concepto tecnológico, que incide en los procesos productivos, al enfocarse en las cantidades y no en los valores. Este tipo de eficiencia puede expresarse tanto en términos de outputs como de inputs. [19]

**2.2.20.4. Eficiencia del trabajador**

Un trabajador debe mantener un ritmo de trabajo constante durante su periodo de tiempo lo cual necesitamos medir la eficiencia del trabajador para ello existe una relación entre las horas estándar y las horas reales de producción como se ejemplifica en la ecuación (2.5).

$$E = \frac{\text{Tiempo real de producción}}{\text{Tiempo estándar}} \cdot 100 \quad (2.5)$$

**2.2.21. Eficacia**

La eficacia tiene que ver con optimizar todos los procedimientos para obtener los mejores y más esperados resultados, la eficacia supone un proceso de organización planificación y proyección que tendrá como objetivo que los resultados puedan ser alcanzados. [17]

#### **2.2.21.1. Implicación de la eficacia**

- Análisis de la correspondencia entre resultados y objetivos
- Alto nivel de movilización y compromiso con los trabajadores
- Capacidad de liderazgo
- Conocimientos
- Vigor, virtud capacidad de resolución de problema

#### **2.2.21.2. Indicadores de eficacia**

- Satisfacción al cliente
- Calidad percibida
- Nivel de liderazgo
- Nivel de formalidad de los estándares [17]

#### **2.2.22. Diseño del trabajo**

El diseño del trabajo consiste en determinar la combinación óptima de las tareas y de los métodos que den por resultado la cantidad de trabajo esperado. [10]

#### **2.2.23. Estudio de diseño de trabajo**

Es una de las herramientas cualitativas más importantes de la administración de las operaciones de una empresa.

##### Objetivo Principal

- Satisfacer los requerimientos de productividad, eficiencia operacional y calidad al producir los bienes ofrecidos por una organización.
- Proporcionar estándares de tiempo que servirán de información a otros sistemas. [6]

#### **2.2.24. Capacidad de producción deseada**

La capacidad es la velocidad máxima a la que un sistema puede realizar un trabajo. Es decir, la capacidad se mide (entre otros aspectos) como el número de unidades de producción por unidad de tiempo. [8]

Por lo tanto la capacidad es una relación directa, como se ilustra en la ecuación (2.6), con las unidades que se puede producir en un tiempo disponible establecido.

$$CP = \frac{Td}{Te} \quad (2.6)$$

Dónde:

CP= Capacidad de producción

Td= Tiempo disponible

Te= Tiempo empleado

### 2.2.25. Tiempos de producción

#### 2.2.25.1. Tiempo de ciclo

El tiempo de ciclo es el tiempo máximo permitido para trabajar en la elaboración de una unidad en cada estación como se muestra en la ecuación (2.7) Si el tiempo requerido para trabajar con los elementos de una estación es mayor que el tiempo de ciclo, existirán cuellos de botella lo que impedirá que se alcance la producción deseada. [8]

$$c = \frac{1}{r} \quad (2.7)$$

Dónde:

c = Tiempo de ciclo en horas por unidad

r = Tasa de producción deseada en unidades por hora

#### 2.2.25.2. Tiempo ocioso

El tiempo ocioso es el total del tiempo improductivo de todas las estaciones que participan en el proceso productivo.

Al minimizar automáticamente el número de estaciones se garantiza:

- Tiempo de ocio mínimo
- Eficiencia máxima
- Retraso mínimo de balance [8]

#### 2.2.25.3. Tiempo de espera

Es el tiempo que espera el cliente a que esté el producto, o espera el producto a que esté el cliente, o esperan las máquinas que pueden fabricar el producto inmediatamente para que el cliente disponga de él, o esperan todos, cada uno en su proporción como se visualiza en la ecuación (2.8) y si no se define apropiadamente quien debe esperar lo que deba esperar, todos esperarán a todos porque ese es el modo natural de sincronizarse. [20]

#### 2.2.25.4. Tiempo básico

El tiempo básico corresponde al tiempo observado en campo bajo el análisis de la valoración del ritmo observado.

$$\text{Tiempo Básico} = \text{Tiempo observado} \cdot \frac{\text{Calificación}}{\text{Ritmo Estándar}} \quad (2.8)$$

#### 2.2.26. Los procesos industriales

Los procesos industriales, requieren materia prima como entradas, la empresa es la encargada de generar una serie de actividades que dan un valor agregado al insumo, estas actividades hacen uso de recursos bajo un estricto control de límites y requisitos dispuestos por la empresa, todo el proceso realizado resulta en el producto final que ofrece la empresa (Figura 2.6).

En general, un proceso se define como la aplicación de una serie de etapas lógicas y ordenadas que persiguen un objetivo común. Si a este término se le agrega la palabra industrial, entonces se refiere a cualquier conjunto de actividades o serie de trabajos físicos y/o químicos que provoca un cambio físico o químico en la materia prima, con la finalidad de generar productos de valor comercial.

Un “proceso mejorando” en su operación significa que se están tomando todas las acciones correctivas necesarias, a través del control, para que, en efecto, la operación corresponda al diseño. [6]

La función completa de control de la producción se basa en determinar dónde y cuándo se puede realizar el trabajo. Este objetivo no se puede lograr sin una idea concreta de “cuánto tiempo”. [9]

El desafío consiste en hacer aquellos cambios que nos permitan un método mejor, más fácil y más seguro para realizar el trabajo. [10]

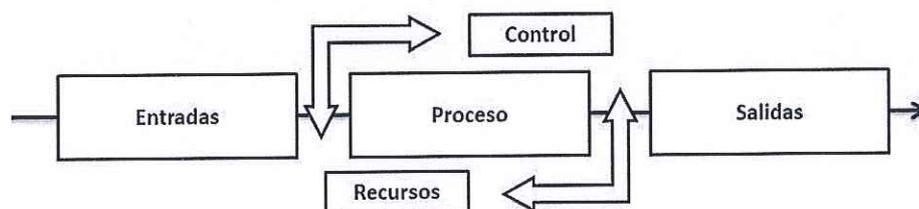


Figura 2.6: Proceso Industrial

### **2.2.27. Estándares**

Proviene de griego que es colocar, se entiende como la forma de realizar una actividad, se le conoce con las acepciones dura para los equipos y blanda para las teorías o modelos de estudio para su implementación, está identificada como la racionalización del trabajo de esta manera se transformaron los métodos del trabajo y se prescribieron criterios de objetividad y control. [21]

Los estándares de tiempo son fundamentales para lograr la eficiente operación de cualquier empresa de manufactura o de negocios, puesto que proporcionan el denominador común del que surgen todos los elementos de costo.

Los estándares son el resultado final del estudio de tiempos o de la medición del trabajo. Esta técnica establece un estándar de tiempo permitido para llevar a cabo una determinada tarea, con base en las mediciones del contenido de trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y retrasos inevitables del personal.

Para establecer estándares de desempeño profesional, los mismos profesionales deben ayudar a identificar los objetivos de cada puesto, recopilar los registros históricos de desempeño y desarrollar los estándares.

Tanto los trabajadores como la administración hacen hincapié en la necesidad de establecer tiempos estándar justos, y una vez introducidos dichos estándares, su mantenimiento es igual de importante. [9]

Su efectividad debe reflejarse en la subsistencia del sistema, la ganancia obtenida y el grado de satisfacción. [10]

### **2.2.28. Calidad**

Es el grado en que un conjunto de rangos diferenciadores inherentes cumplen con una necesidad o expectativa establecida, generalmente explícita u obligatoria. [6]

Para lograr la calidad tiene que haber un flujo de información entre lo que el cliente espera y lo que se le proporciona. Si esta comunicación no es correcta se incurrirá en falta de calidad. [15]

### **2.2.29. Funcionalidad de la calidad**

Cuando un cliente compra un producto (bien o servicio) espera que éste cumpla con ciertas expectativas y necesidades, y si éstas son satisfechas es muy probable que en otra ocasión que lo requiera compre nuevamente ese producto, dado que encuentra en él lo que busca.

La calidad ayuda al logro de dos objetivos fundamentales: por un lado, desde la perspectiva del cliente, satisface necesidades y expectativas; y por otro, desde el punto de vista de la empresa, ayuda a alcanzar mayores ganancias con la venta de un producto. [6]

Una mejora se considera consolidada cuando es posible mantener en condiciones normales la actividad, proceso o sistema mejorado en la situación controlada durante un largo período de tiempo. Esto significa que la mejora debe de ser permanente. [15]

### **2.2.30. La estandarización como ventaja competitiva**

El proceso de estandarización es fundamental para que las empresas puedan acceder a la certificación de sus procesos, de manera de garantizar el seguimiento y control de todos sus procedimientos operativos, para consolidar la calidad de los productos y servicios en función a la satisfacción de los clientes. [22]

Hay dos razones fundamentales por las que se deben estandarizar los procesos de fabricación en el seno de una organización: el tiempo y el dinero, es decir, el ahorro de tiempo de trabajo y el ahorro de recursos económicos propios y ajenos. [23]

### **2.2.31. Principales ventajas de la estandarización de procesos**

#### **2.2.31.1. Uso eficiente de los recursos disponibles**

Es uno de los beneficios más importantes, ya que la estandarización de procesos permite calcular la cantidad exacta de recursos que se deben utilizar. Haciendo que la fase de producción sea más eficiente, se gana en autonomía, seguridad y disminuya el consumo de materias primas. Al mismo tiempo, también se pueden reducir los fallos. Los procesos basados en alguna norma, implica que se documenten. Por ello, si hay algún error o no conformidad es fácil encontrarlo para solucionarlo con la mayor eficiencia posible.

#### **2.2.31.2. Aumenta la productividad**

El aumento de la productividad es un beneficio que toda empresa busca. Si mediante procesos entrenamos a nuestros trabajadores y cómo utilizar correctamente los recursos, esta estandarización hará que consigamos una rutina de trabajo positiva. Será fácil controlar todas las tareas si éstas se realizan siguiendo unas pautas. Los empleados tendrán menos dudas en su puesto de trabajo y así se evitará pérdida de tiempo en estos casos.

#### **2.2.31.3. Aumenta la calidad de los productos**

Tanto encontrar nuevos clientes como mantenerlos es difícil. Es más, si realizamos alguna venta con productos de mala calidad, probablemente, ese cliente no volverá a realizar compras o adquirir servicios en nuestra empresa. La estandarización de los procesos ayuda a definir las etapas de producción, lo que hace que sea más fácil controlarlas y mejorar una a una dando lugar a un servicio o producto con mayor calidad.

#### **2.2.31.4. Disminución de costes**

La estandarización de procesos implica una reducción de los costes. Esto se debe a que las actividades que se realicen seguirán los mismos parámetros, consiguiendo un mejor uso de los recursos. Si reducimos los gastos podremos reducir precios en los productos. Así convertiremos nuestra empresa en una más productiva. [24]

Tener un proceso estandarizado es una herramienta que da ventajas competitivas a emprendedores y empresas de todos los tamaños, no solo permite conocer a fondo el negocio, sino que también a establecer indicadores que guiarán todas sus actividades. [25]

### **3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA**

#### **3.1. METODOLOGÍA**

##### **3.1.1. Materiales**

###### **3.1.1.1. Cronómetro**

El cronómetro es un instrumento de medición que nos permite medir el tiempo que toma en desarrollarse una acción determinada, en el estudio de tiempos el cronómetro permite medir micro actividades y facilita el seguimiento de una o varias actividades.

###### **3.1.1.2. Tablero de registro**

Tablero de registro es una herramienta determinada para el estudio del trabajo o estudio de tiempos, que nos permite registrar las observaciones tomadas con el cronómetro, en el tablero es donde se anotará de manera cronológica la recopilación de datos para emplear en el estudio de tiempos.

###### **3.1.1.3. Hoja guía**

La hoja de guía es una herramienta de apoyo para integrar las tareas que no están totalmente detalladas en las actividades de control, lo cual determina cada actividad u operación por cada área determinada para obtener un sentido lógico en el proceso de rectificación de motores, permite guiar el proceso productivo de las diferentes áreas de trabajo, para analizar los procesos más problemáticos del proceso.

###### **3.1.1.4. Software de cálculo libre Excel**

Excel permite crear bases de datos, registrar y clasificar una gran cantidad de información muy completa de manera eficiente.

##### **3.1.2. Métodos**

En la presente investigación los métodos empleados permiten generar hipótesis partiendo de lo específico a lo general, las cuales serán corroboradas en base a los resultados obtenidos de la disertación de premisas generadas en el trabajo.

### **3.1.2.1. Método inductivo**

El método inductivo empleado es reflejado principalmente en el planteamiento del problema, objetivos e hipótesis, permitiendo generar una premisa en donde se propone una mejora del sistema productivo en base al análisis y tratamiento de dos de las principales áreas de rectificación de la empresa.

### **3.1.2.2. Método deductivo**

El presente método empleado permite la inferencia lógica directa e indirecta en base a los resultados obtenidos a través del estudio de tiempos, tratamiento y análisis de datos expuestos en el presente proyecto, se puede ver reflejado en la elaboración, redacción y comprobación de la hipótesis del proyecto investigativo, así como de las conclusiones.

### **3.1.2.3. Método de nivelación**

Este sistema de calificación también llamado Westinghouse considera cuatro factores para evaluar el desempeño del operario: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia. [9]

- La habilidad. - se define como el aprovechamiento al seguir un método dado, el observador debe de evaluar y calificar dentro de seis (6) clases la habilidad desplegada por el operario: superior, excelente, buena, promedio, aceptable y mala.
- El esfuerzo. - se define como una demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia. El esfuerzo es representativo de la velocidad con que se aplica la habilidad y es normalmente controlada en un alto grado por el operario.
- Las condiciones. - son aquellas circunstancias que afectan solo al operador y no a la operación. Los elementos que pueden afectar las condiciones de trabajo incluyen: temperatura, ventilación, monotonía, alumbrado, ruido, etc.
- La consistencia. - es el grado de variación en los tiempos transcurridos, mínimos y máximos, en relación con la media, juzgado con arreglo a la naturaleza de las operaciones y a la habilidad y esfuerzo del operador.

Los valores de las consideraciones son expresadas en la Tabla 3.1, además, es sumamente importante considerar que una vez un elemento como la iluminación afecte un factor como las condiciones, se deberá descartar de considerar en la determinación de los suplementos. [26]

**Tabla 3.1:** Sistema Westinghouse para la valoración del ritmo [9]

Habilidad			Esfuerzo		
+0,15	A1	Superior	+0,13	A1	Excesivo
+0,13	A2	Superior	+0,12	A2	Excesivo
+0,11	B1	Excelente	+0,10	B1	Excelente
+0,08	B2	Excelente	+0,08	B2	Excelente
+0,06	C1	Buena	+0,05	C1	Bueno
+0,03	C2	Buena	+0,02	C2	Bueno
0,00	D	Promedio	0,00	D	Promedio
-0,05	E1	Aceptable	-0,04	E1	Aceptable
-0,10	E2	Aceptable	-0,08	E2	Aceptable
-0,16	F1	Mala	-0,12	F1	Malo
-0,22	F2	Mala	-0,17	F2	Malo
Condiciones			Consistencia		
+0,06	A	Ideal	+0,04	A	Perfecta
+0,04	B	Excelente	+0,03	B	Excelente
+0,02	C	Bueno	+0,01	C	Bueno
0,00	D	Promedio	0,00	D	Promedio
-0,03	E	Aceptable	-0,02	E	Aceptable
-0,07	F	Malo	-0,04	F	Malo

La calificación ponderada se traduce a su equivalencia porcentual siguiendo la ecuación (3.1), por lo tanto, los tiempos considerados según la valoración del ritmo presente, permiten el cálculo del tiempo normal en el estudio de tiempos.

$$V_r = 1 + \sum C \quad (3.1)$$

Dónde:

$V_r$ =Valoración del ritmo de trabajo

$C$ = Consideraciones

### Suplementos

Los suplementos corresponden a la tolerancia, identificada en Tabla 3.2, que se asigna a juicio del examinador, en donde se describen en detalle las causas que ocasionan que el tiempo básico o tiempo normal no corresponda a la referencia real para establecer estimaciones estándar de producción.

**Tabla 3.2:** Consideración de suplementos [27]

SUPLEMENTOS CONSTANTES			SUPLEMENTOS VARIABLES		
	HOMBRE	MUJER	e) Condiciones atmosféricas	HOMBRE	MUJER
Necesidades Personales	5	7	Índice de enfriamiento, termómetro de KATA (milicalorías/cm2/segundo)		
Básico por fatiga	4	4			
SUPLEMENTOS VARIABLES			16	0	0
<b>a) Trabajo de pie</b>	<b>HOMBRE</b>	<b>MUJER</b>	14	0	0
Trabajo se realiza sentado(a)	0	0	12	0	0
Trabajo se realiza de pie	2	4	10	3	3
<b>b) Postura normal</b>	<b>HOMBRE</b>	<b>MUJER</b>	8	10	10
Ligeramente incómoda	0	1	6	21	21
Incómoda (Inclinación del cuerpo)	2	3	5	31	31
Muy incómoda (Cuerponestirado)	7	7	4	45	45
<b>c) Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, tirar o empujar)</b>	<b>HOMBRE</b>	<b>MUJER</b>	3	64	64
Peso levantado por kilogramo			2	100	100
2,5	0	1	<b>f) Tensión visual</b>	<b>HOMBRE</b>	<b>MUJER</b>
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	<b>g) Ruido</b>	<b>HOMBRE</b>	<b>MUJER</b>
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)	<b>h) Tensión mental</b>	<b>HOMBRE</b>	<b>MUJER</b>
30	17		Proceso algo complejo	1	1
33,5	22		Proceso complejo o de atención dividida	4	4
<b>d) Iluminación</b>	<b>HOMBRE</b>	<b>MUJER</b>	Proceso muy complejo	8	8
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	<b>i) Monotonía mental</b>	<b>HOMBRE</b>	<b>MUJER</b>
Bastante por debajo	2	2	Trabajo monótono	0	0
Absolutamente insuficiente	5	5	Trabajo bastante monótono	1	1
			Trabajo muy monótono	4	4
			<b>j) Monotonía física</b>	<b>HOMBRE</b>	<b>MUJER</b>
			Trabajo algo aburrido	0	0
			Trabajo aburrido	2	2
			Trabajo muy aburrido	5	5

Por lo tanto, para la aplicación de los suplementos, es necesaria la aplicación de la ecuación (3.2) para determinar su valor decimal necesario para los cálculos subsecuentes.

$$S = \frac{\sum C}{100} \quad (3.2)$$

Dónde:

S= Suplementos

C= Complementos

### **3.1.3. Instrumentos**

#### **3.1.3.1. Diagrama de procesos**

El diagrama de procesos es un esquema en el cual puntualiza de manera específica toda actividad realizada por un operario desde una actividad que tiene como punto de partida el inicio del proceso hasta culminar una actividad o proceso. Para el cual se toma en cuenta el tiempo requerido para realizar cada actividad lo cual el diagrama de procesos permite analizar las actividades en donde se generan retrasos, tiempos de ocio para eliminar tiempos improductivos.

#### **3.1.3.2. Diagrama de flujo**

Es un esquema que muestra el proceso de una actividad desde la llegada de la materia prima y los insumos que participan dentro del proceso para cada área como su entrada y su salida, permite tener un orden cronológico para realizar alguna tarea en específico, permite identificar dónde existen cuellos de botella o retrasos del proceso productivo.

#### **3.1.3.3. Matriz de estudios de tiempos**

Es una técnica muy útil para el estudio de tiempos, es una matriz de registro que permite apuntar la mayor información almacenada sobre el proceso o actividad que se está estudiando, se registraran los datos, muestras de tiempos, tiempos ciclo para una posterior aplicación de las diferentes técnicas del estudio de tiempos.

### **3.1.4. Técnicas**

#### **3.1.4.1. Técnica de regreso a cero**

Consiste iniciar la cuenta de toma de tiempos desde cero, una vez registrado la duración de la actividad, el cronómetro se deberá reiniciar desde cero consecutivamente en cada toma de muestra de las actividades.

##### **3.1.4.1.1. Media aritmética**

La media aritmética también llamada promedio es un concepto matemático usado en la estadística y hace referencia a la sumatoria de un rango de valores dividida para el número de valores dentro del rango estudiado.

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} \quad (3.3)$$

Dónde:

$\sum x$ =Sumatoria de los tiempos de muestra

n=Número de muestras

#### 3.1.4.1.2. Desviación estándar

Es una medida que representa cuantitativamente la dispersión de un conjunto de datos numéricos.

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad (3.4)$$

Dónde:

x=Datos de la variable x

$\bar{x}$ =Media aritmética

n=Número de muestras

#### 3.1.4.1.3. Cálculo estadístico del número de muestras

En el estudio de tiempos es de suma importancia que en la etapa del cronometraje se cuente con un nivel de confianza alto, este nivel solo es alcanzado al contar con un número correcto de muestras, logrando el objetivo de determinar el valor del promedio representativo para cada actividad, por lo tanto se emplea la ecuación (3.5).

$$n = \left( \frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - \sum (x)^2}}{\sum x} \right)^2 \quad (3.5)$$

Dónde:

n=Número de muestras necesarias

x=valores de muestras de estudio

40=confiabilidad del 95%

#### 3.1.4.1.4. Tiempo base

Tiempo base o tiempo estándar es la equivalencia para el estudio de tiempos de la media aritmética, hace referencia al tiempo requerido por una persona que trabaja a un ritmo normal sin considerar factores que provocan retrasos.

**3.1.4.1.5. Tiempo normal**

El tiempo normal o básico, representa el tiempo que se invertiría en ejecutar el elemento (a juicio del especialista según su valoración) si el operario trabajara al ritmo estándar en vez de hacerlo a una velocidad mayor. [26]

$$T_n = T_o \cdot \frac{V_r}{V_e} \quad (3.6)$$

Dónde:

$T_o$ =Tiempo observado

$V_r$ =Valor del ritmo

$V_e$ =Valor estándar

**3.1.4.1.6. Tiempo total**

También conocido como el tiempo estándar o takt time es el tiempo permitido para producir un producto y este es igual al producto del tiempo normal multiplicado por la suma de uno más el cómo total del suplemento.

$$T_s = T_n \cdot (1 + s) \quad (3.7)$$

Dónde:

$T_s$ =Tiempo estándar

$T_n$ =Tiempo normal

$s$ =suplementos

**3.1.4.2. Técnica de observación directa**

La observación consiste en acumular información sobre la situación que el investigador ha observado, además permite que se puedan interpretar los comportamientos, hechos, objetivos, entre otros, es capaz de recolectar información subjetiva y objetiva del estudio planteado.

**3.2. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

En el presente trabajo investigativo, se detalla el análisis y resultados de los objetivos propuestos en el orden cronológico estipulado, realizando un análisis de las actividades, procedimientos y de los tiempos que intervienen en el correcto desarrollo de los principales procesos productivos de la empresa "Rectificadora Cotopaxi".

### **3.2.2. Objetivo 1**

Identificar el sistema productivo mediante un diagrama de procesos para analizar los cuellos de botella.

Para dar cumplimiento con el objetivo uno, se observó directamente las actividades realizadas en los principales procesos de la empresa Rectificadora Cotopaxi, la toma de datos se realizó bajo observación directa, los tiempos fueron tomados con ayuda de un cronómetro digital haciendo uso de la técnica de regreso a cero y un tablero de registro de actividades.

#### **Rectificación de culatas**

La rectificadora de culatas consiste en el mecanizado íntegro de los componentes principales de la culata tales como: válvulas, guías de válvulas, sellos de válvulas y asientos de válvulas, los cuales a su vez son reemplazados por repuestos nuevos, estos elementos son reemplazados porque han cumplido su ciclo de vida, existen factores como suciedad o calentamientos de motor que afectan principalmente a estos componentes.

#### **Rectificación del bloque**

La rectificación de bloque de motor consiste principalmente en la rectificación íntegra de las camisas de los cilindros, se sustituyen los componentes principales tales como: camisas, pistones y rines que se encuentran en malas condiciones, que suelen tener un deterioro interno causados por la fricción que genera un motor a combustión interna, el tiempo de uso, el calentamiento repentino del motor o pérdida de compresión del motor.

##### **3.2.2.1. Diagrama de proceso del área de culatas**

Como se ejemplifica en la Tabla 3.3, mediante la observación directa se logró identificar las 39 actividades que interfieren en el proceso de rectificación de culatas de un motor, además de la toma de datos que repercute en una estimación de un tiempo de ciclo de 382,317 minutos correspondiente a la totalidad de actividades del proceso mencionado.

##### **3.2.2.2. Diagrama de proceso del área del bloque**

Como se expone en la Tabla 3.4 se logró identificar las 43 actividades que interfieren en el proceso de rectificación del bloque de un motor, la cual posee un tiempo de ciclo de 366,647 minutos correspondiente a la totalidad de actividades del proceso mencionado.

**Tabla 3.3:** Diagrama de proceso del área de culatas

DIAGRAMA DE PROCESOS								
Fecha de realización:	11 de Julio del 2022	Lugar de realización:	Rectificadora Cotopaxi					
Diagrama N°1	Página 1 de 1	RESUMEN						
Proceso: Rectificación	Actividades	Actual		Propuesto				
		Cant.	Tiemp.	Cant.	Tiemp.			
Actividad: Rectificación de culatas	○	Operación	27	377,150				
	➡	Transporte	8	3,417				
	⊖	Espera	-	-				
Método	□	Inspección	3	1,367				
	△	Almacenamiento	1	0,383				
Área/S ección	⊗	Operación-Inspección	-	-				
	Área de maquinado		TOTAL		39	382,317		
N°	Descripción de actividades	T(min)	Símbolos					
			○	➡	⊖	□	△	⊗
1	Desarmar piezas de la culata (Chavetas, válvulas, rodela)	8,167	○	➡	⊖	□	△	⊗
2	Reservar piezas de la culata en el área de culatas	0,167	○	➡	⊖	□	△	⊗
3	Diagnosticar la avería	5,167	○	➡	⊖	□	△	⊗
4	Transporte de la culata al área de lavado	1,000	○	➡	⊖	□	△	⊗
5	Lavado de la culata	138,000	○	➡	⊖	□	△	⊗
6	Transporte del área de lavado al área de suelda	0,750	○	➡	⊖	□	△	⊗
7	Extraer los asientos de válvula	31,833	○	➡	⊖	□	△	⊗
8	Extraer las guías de válvulas	30,133	○	➡	⊖	□	△	⊗
9	Transporte del área de suelda al área de culata	0,167	○	➡	⊖	□	△	⊗
10	Traslado del operario a bodega	0,500	○	➡	⊖	□	△	⊗
11	Recolectar el material necesario almacenado en bodega	0,167	○	➡	⊖	□	△	⊗
12	Traslado del operario al área de culatas	0,483	○	➡	⊖	□	△	⊗
13	Colocar el material en el torno para construcción de asientos de válvula	0,200	○	➡	⊖	□	△	⊗
14	Verificación que el material se encuentre centrado para maquinar	0,467	○	➡	⊖	□	△	⊗
15	Colocar las cuchillas necesarias (interior, exterior, corte)	0,417	○	➡	⊖	□	△	⊗
16	Maquinar según las medidas necesarias del catálogo de la empresa	89,667	○	➡	⊖	□	△	⊗
17	Verificación de la medida exacta del interior y del exterior	0,667	○	➡	⊖	□	△	⊗
18	Corte de los asientos en la medida exacta	24,033	○	➡	⊖	□	△	⊗
19	Transporte de los anillos al área de culatas	0,200	○	➡	⊖	□	△	⊗
20	Adecuación del área de trabajo y las herramientas necesarias	0,333	○	➡	⊖	□	△	⊗
21	Insertar los asientos de válvula en los alojamientos	1,300	○	➡	⊖	□	△	⊗
22	Introducir las guías de válvulas	7,000	○	➡	⊖	□	△	⊗
23	Montar la culata a la máquina rectificadora de asientos	0,417	○	➡	⊖	□	△	⊗
24	Nivelar la culata	0,367	○	➡	⊖	□	△	⊗
25	Rectificar los asientos de válvula	11,167	○	➡	⊖	□	△	⊗
26	Comprobar la compresión de los asientos	0,233	○	➡	⊖	□	△	⊗
27	Bajar la culata de la máquina	0,333	○	➡	⊖	□	△	⊗
28	Colocar las válvulas en los asientos	0,500	○	➡	⊖	□	△	⊗
29	Asentar los asientos de válvula	0,350	○	➡	⊖	□	△	⊗
30	Retirar válvulas	1,050	○	➡	⊖	□	△	⊗
31	Limpia las válvulas	2,000	○	➡	⊖	□	△	⊗
32	Transporte al área de lavado	0,167	○	➡	⊖	□	△	⊗
33	Lavar la culata y las piezas	10,000	○	➡	⊖	□	△	⊗
34	Envío al área de culatas	0,150	○	➡	⊖	□	△	⊗
35	Armar culata	12,000	○	➡	⊖	□	△	⊗
36	Emplasticar	0,783	○	➡	⊖	□	△	⊗
37	Membretar	0,533	○	➡	⊖	□	△	⊗
38	Envío al área de bodega	1,067	○	➡	⊖	□	△	⊗
39	Almacenar trabajo terminado para posterior entrega	0,383	○	➡	⊖	□	△	⊗

**Tabla 3.4:** Diagrama de proceso del área del bloque

DIAGRAMA DE PROCESOS								
Fecha de realización:	11 de Julio del 2022	Lugar de realización:	Rectificadora Cotopaxi					
Diagrama N°2	Página 1 de 1	RESUMEN						
Proceso: Rectificación	Actividades	Actual		Propuesto				
		Cant.	Tiemp.	Cant.	Tiemp.			
Actividad: Rectificación del bloque de motor	○ Operación	33	361,397					
	⇒ Transporte	6	3,983					
	⊖ Espera	-	-					
Método	□ Inspección	2	1,017					
	△ Almacenamiento	1	0,250					
Área/Sección	⊗ Operación-Inspección	1	0,367					
	TOTAL	43	366,647					
Nº	Descripción de actividades	T(min)	Símbolos					
			○	⇒	⊖	□	△	⊗
1	Diagnosticar la causa de la avería	4,067	○	⇒	⊖	□	△	⊗
2	Traslado a el área de lavado	0,700	○	⇒	⊖	□	△	⊗
3	Lavado del bloque	120,000	○	⇒	⊖	□	△	⊗
4	Transporte al área de rectificación	0,750	○	⇒	⊖	□	△	⊗
5	Colocación el bloque en la rectificadora de cilindros	0,333	○	⇒	⊖	□	△	⊗
6	Colocar alzas	0,483	○	⇒	⊖	□	△	⊗
7	Ajustar el bloque	0,517	○	⇒	⊖	□	△	⊗
8	Colocar la cuchilla en el eje vertical	0,167	○	⇒	⊖	□	△	⊗
9	Perforación de la camisa 1 de bloque	33,447	○	⇒	⊖	□	△	⊗
10	Perforación de la camisa 2 de bloque	19,433	○	⇒	⊖	□	△	⊗
11	Perforación de la camisa 3 de bloque	19,117	○	⇒	⊖	□	△	⊗
12	Perforación de la camisa 4 de bloque	18,950	○	⇒	⊖	□	△	⊗
13	Traslado del operario a bodega	0,550	○	⇒	⊖	□	△	⊗
14	Retira las nuevas camisas necesarias	0,333	○	⇒	⊖	□	△	⊗
15	Traslado del operario al área de bloque	0,700	○	⇒	⊖	□	△	⊗
16	Aflojar las alzas	0,417	○	⇒	⊖	□	△	⊗
17	Bajar el bloque	0,517	○	⇒	⊖	□	△	⊗
18	Señalar la camisa a la medida requerida	0,900	○	⇒	⊖	□	△	⊗
19	Colocación de las camisas en el torno	0,683	○	⇒	⊖	□	△	⊗
20	Corte de las camisas a la medida requerida	2,283	○	⇒	⊖	□	△	⊗
21	Ubicar el bloque en la prensa hidráulica	0,383	○	⇒	⊖	□	△	⊗
22	Colocar las camisas nuevas en los alojamientos	1,100	○	⇒	⊖	□	△	⊗
23	Introducir a presión las camisas nuevas	0,500	○	⇒	⊖	□	△	⊗
24	Desmontar el bloque de la prensa	0,333	○	⇒	⊖	□	△	⊗
25	Traslado del bloque a la rectificadora de cilindros	0,700	○	⇒	⊖	□	△	⊗
26	Se centra el cilindro	0,733	○	⇒	⊖	□	△	⊗
27	Colocar alzas	0,417	○	⇒	⊖	□	△	⊗
28	Ajuste el bloque	0,517	○	⇒	⊖	□	△	⊗
29	Rectificar a la medida del pistón	72,000	○	⇒	⊖	□	△	⊗
30	Comprobación de la medida requerida	0,667	○	⇒	⊖	□	△	⊗
31	Desmontar el bloque de la rectificadora de cilindros	0,500	○	⇒	⊖	□	△	⊗
32	Transporte del bloque a la pulidora de cilindros	0,583	○	⇒	⊖	□	△	⊗
33	Colocar el bloque en la pulidora de cilindros	0,550	○	⇒	⊖	□	△	⊗
34	Colocar alzas y se ajusta el bloque	0,533	○	⇒	⊖	□	△	⊗
35	Nivelar el bloque	0,833	○	⇒	⊖	□	△	⊗
36	Pulir cilindros del bloque	58,333	○	⇒	⊖	□	△	⊗
37	Comprobar con un reloj comparador	0,350	○	⇒	⊖	□	△	⊗
38	Se comprueba que el pistón entre correctamente en los cilin	0,367	○	⇒	⊖	□	△	⊗
39	Desmontar el bloque de la pulidora	0,750	○	⇒	⊖	□	△	⊗
40	Emplasticar	1,017	○	⇒	⊖	□	△	⊗
41	Membretar	0,583	○	⇒	⊖	□	△	⊗
42	Envío al área de bodega	0,667	○	⇒	⊖	□	△	⊗
43	Almacenar trabajo terminado para posterior entrega	0,250	○	⇒	⊖	□	△	⊗

### **3.2.3. Objetivo 2**

Estudiar los tiempos de producción para determinar el estado del proceso actual mediante el estudio de tiempos.

Para el estudio de tiempos se consideró que una parte representativa de actividades es superior a la media de 2 minutos, de esta manera se tomó 10 muestras iniciales, siendo estas los tiempos que el operador necesita para desarrollar las actividades.

La toma de muestras se realizó gracias al flujo constante de rectificación que posee las áreas seleccionadas, en las cuales haciendo uso de la técnica de regreso a 0, se logró extraer una base de datos de los tiempos en cada actividad, las cuales reflejan los tiempos que se demora un operador en realizar dichas actividades, los datos fueron registrados en el tablero designado para el estudio.

#### **3.2.3.1. Toma de muestras de tiempos**

Se logró registrar 10 mediciones presentadas en la Tabla 3.5 que corresponden a las muestras de interés para el estudio, mismas que fueron expuestas al cálculo de la media aritmética dando como resultado el tiempo promedio en realizar las diversas actividades en el proceso de rectificación de culatas.

En la Tabla 3.6 se expone la toma de las muestras de tiempos iniciales que corresponde a la totalidad de actividades inmiscuidas en el proceso de rectificación de bloque, en las mismas se detalla los tiempos medidos dando como resultado una primera toma de 10 tiempos para el estudio.

Tabla 3.5: Toma de muestras de tiempos en el proceso de rectificación de culatas

DIAGRAMA DE PROCESOS													
Fecha de realización:		Rectificadora Cotopaxi											
Diagrama N°1		Lugar de realización:											
Proceso: Rectificación		Actual (X)											
Actividad: Rectificación de culatas		Propuesto ( )											
N°	Descripción de actividades	Área de maquinado										Método	Datos
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10		
1	Desarmar piezas de la culata (Chavetas, válvulas, rodajas)	8,167	8,150	8,833	8,817	8,300	8,567	8,267	8,783	9,017	8,417	8,532	8,532
2	Reservar piezas de la culata en el área de culatas	0,167	0,267	0,333	0,333	0,317	0,367	0,333	0,367	0,383	0,183	0,298	0,298
3	Diagnosticar la avería	5,167	6,200	5,983	5,383	5,883	5,000	5,550	5,417	3,800	5,633	5,402	5,402
4	Transporte de la culata al área de lavado	1,000	1,333	1,067	0,833	1,150	1,233	0,817	1,233	1,083	1,000	1,105	1,105
5	Lavado de la culata	138,000	140,167	138,033	140,767	137,467	137,533	134,983	137,167	141,050	138,600	138,377	138,377
6	Transporte del área de lavado al área de suelda	0,750	1,783	1,167	0,583	0,617	0,617	1,467	1,533	1,033	0,967	1,052	1,052
7	Extraer los asientos de válvula	31,833	31,850	32,167	34,050	31,400	33,033	31,267	34,083	31,317	30,517	32,152	32,152
8	Extraer las guías de válvulas	30,133	32,217	31,600	31,383	31,967	32,183	30,883	30,583	30,900	31,133	31,298	31,298
9	Transporte del área de suelda al área de culata	0,167	0,433	0,467	0,333	0,367	0,383	0,650	0,583	0,367	0,217	0,397	0,397
10	Traslado del operario a bodega	0,500	0,867	1,050	0,683	0,683	1,083	0,750	0,900	0,833	0,600	0,795	0,795
11	Recolectar el material necesario almacenado en bodega	0,167	0,383	0,283	0,367	0,150	0,633	0,567	0,600	0,217	0,183	0,355	0,355
12	Traslado del operario al área de culatas	0,483	1,450	1,350	0,617	1,383	1,367	0,817	0,983	1,200	1,000	1,065	1,065
13	Colocar el material en el torno para construcción de asientos de válvula	0,200	0,607	0,950	1,083	0,650	0,200	0,750	0,783	0,517	0,350	0,608	0,608
14	Verificación que el material se encuentre centrado para maquinado	0,467	1,367	0,467	1,183	0,817	0,533	0,933	0,467	0,700	1,217	0,815	0,815
15	Colocar las cuchillas necesarias (interior, exterior, corte)	0,417	1,067	0,300	1,200	0,600	1,033	1,050	1,683	1,000	1,067	0,942	0,942
16	Maquinado según las medidas necesarias del catálogo de la empresa	89,667	87,533	88,533	88,700	88,200	88,850	90,050	90,617	87,900	87,650	88,770	88,770
17	Verificación de la medida exacta del interior y del exterior	0,667	0,850	1,267	1,450	1,083	0,967	0,883	0,633	0,633	1,450	1,070	1,070
18	Corte de los asientos en la medida exacta	24,033	24,583	25,433	23,317	24,233	25,050	26,117	23,700	25,867	24,433	24,677	24,677
19	Transporte de los anillos al área de culatas	0,200	0,167	0,317	0,317	0,433	0,250	0,400	0,250	0,267	0,200	0,280	0,280
20	Adecuación del área de trabajo y las herramientas necesarias	0,333	0,367	0,617	0,283	0,283	0,433	0,550	0,767	0,633	0,817	0,508	0,508
21	Insertar los asientos de válvula en los alojamientos	1,300	1,233	1,483	1,217	1,200	1,950	2,283	1,250	1,783	2,250	1,595	1,595
22	Introducir las guías de válvulas	7,000	7,233	7,933	7,417	7,633	7,267	6,383	7,933	7,167	6,733	7,270	7,270
23	Montar la culata a la máquina rectificadora de asientos	0,417	1,150	0,567	1,100	0,850	0,950	0,967	1,033	1,067	0,967	0,907	0,907
24	Nivelar la culata	0,367	0,767	0,967	0,583	1,050	0,850	1,100	1,117	0,583	0,950	0,833	0,833
25	Rectificar los asientos de válvula	11,167	11,500	11,983	10,833	11,050	10,483	12,750	11,483	10,883	11,500	11,363	11,363
26	Comprobar la compresión de los asientos	0,233	1,000	0,417	0,250	0,683	0,733	0,383	0,667	0,767	0,750	0,588	0,588
27	Bajar la culata de la máquina	0,333	0,883	0,950	0,417	0,267	0,267	0,917	0,517	0,267	1,083	0,590	0,590
28	Colocar las válvulas en los asientos	0,500	1,467	0,933	1,083	1,150	1,567	1,333	1,267	0,850	0,467	1,062	1,062
29	Asentar los asientos de válvula	0,350	0,700	0,550	0,567	0,533	0,400	0,733	0,417	0,350	0,300	0,490	0,490
30	Retirar válvulas	1,050	2,000	2,283	1,083	1,883	2,167	2,367	1,783	1,950	2,000	1,857	1,857
31	Limpieza de las válvulas	2,000	2,383	2,033	2,583	1,917	1,917	2,467	2,650	1,983	2,417	2,235	2,235
32	Transporte al área de lavado	0,167	0,700	0,717	1,133	0,150	0,333	0,433	1,117	0,950	1,033	0,673	0,673
33	Lavar la culata y las piezas	10,000	11,250	11,200	11,883	11,500	10,850	9,600	11,433	9,367	11,817	10,890	10,890
34	Envío al área de culatas	0,150	0,650	0,983	0,233	0,317	0,217	0,450	0,783	0,683	0,783	0,525	0,525
35	Armar culata	12,000	12,983	12,767	12,750	14,100	11,300	14,233	11,833	13,733	11,217	12,692	12,692
36	Emplastificar	0,783	0,733	0,683	1,183	0,650	0,650	0,817	0,883	0,983	0,683	0,805	0,805
37	Membretar	0,533	0,550	0,517	0,550	0,533	0,483	0,483	0,550	0,650	0,467	0,532	0,532
38	Envío al área de bodega	1,067	1,250	1,250	0,950	1,167	1,233	1,300	0,983	1,233	1,267	1,170	1,170
39	Almacenar trabajo terminado para posterior entrega	0,383	0,500	0,500	0,383	0,433	0,383	0,650	0,433	0,383	0,567	0,462	0,462

Tabla 3.6: Toma de muestras de tiempos en el proceso de rectificación del bloque

Fecha de realización:		DIAGRAMA DE PROCESOS											Rectificadora Cotopaxi	
Diagrama N°2		Lugar de realización:											Actual (X)	
Proceso: Rectificación		Área de maquinado											Propuesto ( )	
Actividad: Rectificación del bloque de motor		Método												
N°	Descripción de actividades	Mediciones (min)											Datos	
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	X	
		11 de Julio del 2022												
		Página 1 de 1												
1	Diagnosticar la causa de la avería	4,067	3,317	3,817	5,217	6,483	6,683	6,300	4,817	4,267	4,117	4,908		
2	Traslado a el área de lavado	0,700	0,833	0,750	0,767	0,617	0,833	0,883	0,783	0,883	0,800	0,763		
3	Lavado del bloque	120,000	121,317	120,967	119,650	121,383	119,783	118,900	121,217	121,500	119,600	120,432		
4	Transporte al área de rectificación	0,750	1,300	1,117	0,717	0,600	1,133	1,150	1,200	0,583	0,650	0,920		
5	Colocación el bloque en la rectificadora de cilindros	0,333	0,883	1,200	0,400	1,233	0,717	0,700	1,250	1,250	0,417	0,838		
6	Colocar alzas	0,483	1,000	0,500	1,083	1,183	1,433	1,100	0,817	0,967	0,950	0,952		
7	Ajustar el bloque	0,517	1,267	1,417	1,467	1,033	0,783	0,567	1,433	1,383	1,037	1,037		
8	Colocar la cuchilla en el eje vertical	0,167	0,200	0,417	0,350	0,233	0,250	0,533	0,583	0,217	0,450	0,340		
9	Perforación de la camisa 1 de bloque	33,447	32,300	33,617	33,950	33,917	33,300	33,783	35,433	34,583	32,217	33,655		
10	Perforación de la camisa 2 de bloque	19,433	18,100	18,567	22,050	20,767	21,617	18,617	21,633	21,400	18,200	20,038		
11	Perforación de la camisa 3 de bloque	19,117	18,483	21,200	17,817	19,517	19,483	21,017	20,100	19,500	20,450	19,668		
12	Perforación de la camisa 4 de bloque	18,950	18,033	20,667	20,767	21,583	19,417	20,750	20,133	18,500	20,250	19,915		
13	Traslado del operario a bodega	0,550	0,583	0,733	0,833	0,783	0,800	0,583	0,583	0,650	0,833	0,693		
14	Retira las nuevas camisas necesarias	0,333	0,567	0,517	0,400	0,433	0,533	0,900	0,417	0,483	0,900	0,548		
15	Traslado del operario al área de bloque	0,700	0,617	0,767	1,183	0,900	0,800	0,617	1,217	1,683	0,750	0,923		
16	Aflojar las alzas	0,417	1,367	0,400	1,000	0,783	1,033	1,233	1,283	1,300	0,433	0,925		
17	Aflojar las alzas	0,517	1,233	1,483	0,900	1,467	0,783	0,767	0,717	0,900	0,867	0,963		
18	Señalar la camisa a la medida requerida	0,900	1,717	1,100	1,150	1,333	1,000	1,567	1,133	1,867	1,200	1,297		
19	Colocación de las camisas en el torno	0,683	1,483	1,400	1,150	0,700	1,083	0,767	0,750	0,600	1,002	1,002		
20	Corte de las camisas a la medida requerida	2,283	2,867	2,733	2,250	2,633	2,683	2,450	3,167	2,933	2,750	2,675		
21	Ubicar el bloque en la prensa hidráulica	0,383	0,383	0,600	0,500	0,533	0,517	0,450	0,533	0,550	0,533	0,498		
22	Colocar las camisas nuevas en los alojamientos	1,100	2,067	2,233	2,867	0,967	1,583	1,350	1,167	1,117	1,717	1,617		
23	Introducir a presión las camisas nuevas	0,500	1,050	1,083	0,867	0,733	0,983	0,750	1,083	0,617	0,817	0,848		
24	Desmontar el bloque de la prensa	0,333	0,517	0,900	0,950	0,900	0,817	0,400	0,417	0,567	1,000	0,680		
25	Traslado del bloque a la rectificadora de cilindros	0,700	0,650	0,900	0,967	0,733	0,783	0,867	0,683	0,950	0,733	0,797		
26	Se centra el cilindro	0,733	0,650	0,683	0,650	0,883	0,733	0,967	1,000	0,633	1,000	0,793		
27	Colocar alzas	0,417	0,733	0,367	0,833	0,417	0,517	0,650	0,633	0,917	0,667	0,615		
28	Ajuste el bloque	0,517	0,633	0,750	0,867	1,017	0,867	0,700	0,817	0,600	0,633	0,740		
29	Rectificar a la medida del pistón	72,000	75,667	75,283	72,283	71,467	75,867	74,767	73,167	73,750	71,617	73,587		
30	Comprobación de la medida requerida	0,667	1,000	1,617	0,800	0,833	0,783	1,400	1,650	0,667	0,700	1,012		
31	Desmontar el bloque de la rectificadora de cilindros	0,500	1,450	1,267	1,417	0,750	0,750	1,400	1,217	0,883	1,417	1,072		
32	Transporte del bloque a la pulidora de cilindros	0,583	1,300	0,517	1,117	1,400	0,783	0,750	0,533	0,883	0,567	0,843		
33	Colocar el bloque en la pulidora de cilindros	0,550	0,600	1,333	0,750	1,167	1,050	0,567	0,483	1,183	0,900	0,858		
34	Colocar alzas y se ajusta el bloque	0,533	1,283	0,983	1,350	0,500	0,783	0,650	0,650	0,917	1,100	0,875		
35	Nivelar el bloque	0,833	1,433	1,467	1,050	0,833	1,283	1,417	1,267	0,983	0,783	1,135		
36	Pulir cilindros del bloque	58,333	63,267	55,133	58,183	56,430	54,973	61,500	54,617	43,567	43,283	54,929		
37	Comprobar con un reloj comparador	0,350	0,400	0,800	1,267	0,717	1,083	0,767	0,650	1,250	0,467	0,775		
38	Se comprueba que el pistón entre correctamente en los cilindros	0,367	1,033	0,767	0,983	0,750	0,717	0,550	0,383	0,550	0,850	0,695		
39	Desmontar el bloque de la pulidora	0,750	0,867	0,700	0,717	1,350	0,700	1,167	1,033	1,350	0,717	0,935		
40	Emplastificar	1,017	0,900	1,150	1,050	0,400	0,850	0,750	0,333	0,783	0,783	0,793		
41	Membretar	0,583	0,550	1,017	0,750	1,267	1,067	0,633	0,783	0,633	0,800	0,808		
42	Envío al área de bodega	0,667	0,767	0,900	0,567	0,833	0,350	0,917	0,783	0,467	1,017	0,727		
43	Almacenar trabajo terminado para posterior entrega	0,250	0,800	0,767	0,467	0,483	0,650	0,900	0,500	0,483	0,333	0,563		

### **3.2.3.2. Tiempos fuera de límites**

Una vez identificado el tiempo promedio de las actividades de forma individual se logró extraer el cálculo de la desviación muestral de los 10 tiempos por cada actividad, la desviación representa lo dispersos que se encuentran los datos.

El cálculo del promedio y la desviación, permitió identificar los límites de control superior e inferior, los cuales representan la adición y diferencia, entre el valor promedio y la desviación estándar.

Haciendo uso de los límites encontrados se logró identificar aquellos tiempos que no representan al estudio referente al proceso de rectificación de culatas cómo se identifica en la Tabla 3.7 en donde los valores señalados fueron seleccionados como anómalos para el estudio, estos tiempos señalados se encuentran fuera de los límites de control establecidos.

En la Tabla 3.8 se logró la identificación de aquellos valores no correspondientes al rango permisible establecido por los límites de control del proceso de rectificación del bloque del motor.

**Tabla 3.7: Muestras fuera de límite de control en el proceso de rectificación de culatas**

Fecha de realización:		DIAGRAMA DE PROCESOS												Rectificadora Cotopaxi		
Diagrama N°1		Lugar de realización:												Actual (X)		
Proceso: Rectificación		Área/Sección												Propuesto (C)		
Actividad: Rectificación de culatas		Área de maquinado												Método		
N°	Descripción de actividades	Mediciones (min)												Datos		
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	X̄	D.S	LCS	LCI
1	Desarmar piezas de la culata (Chavetas, válvulas, rodebas)	8,167	8,150	8,833	8,817	8,300	8,567	8,267	8,783	9,017	8,417	8,532	0,314	8,846	8,218	
2	Reservar piezas de la culata en el área de culatas	0,167	0,267	0,267	0,333	0,367	0,317	0,333	0,367	0,383	0,317	0,298	0,076	0,374	0,222	
3	Diagnosticar la avería	5,167	6,200	5,983	5,383	5,883	5,000	5,550	5,417	3,800	5,633	5,402	0,672	6,074	4,730	
4	Transporte de la culata al área de lavado	1,000	1,333	1,067	0,833	1,533	1,150	0,817	1,233	1,000	1,000	1,105	0,220	1,325	0,885	
5	Lavado de la culata	138,000	140,167	138,033	140,767	137,467	137,533	134,983	137,167	141,050	138,600	138,377	1,853	140,229	136,524	
6	Transporte del área de lavado al área de suelta	0,750	1,783	1,167	0,583	0,617	0,617	1,467	1,533	1,033	0,967	1,052	0,428	1,480	0,624	
7	Extraer los asientos de válvula	31,833	31,850	32,167	34,050	31,400	33,033	31,267	34,083	31,317	30,517	32,152	1,203	33,355	30,949	
8	Extraer las guías de válvulas	30,133	32,217	31,600	31,383	31,967	32,183	30,883	30,583	30,900	31,133	31,298	0,699	31,997	30,599	
9	Transporte del área de suelta al área de culata	0,167	0,433	0,467	0,333	0,367	0,383	0,650	0,583	0,367	0,217	0,397	0,148	0,544	0,249	
10	Traslado del operario a bodega	0,500	0,867	1,050	0,683	0,683	1,083	0,750	0,900	0,833	0,600	0,795	0,188	0,983	0,607	
11	Recolectar el material necesario almacenado en bodega	0,167	0,383	0,283	0,367	0,150	0,633	0,567	0,600	0,217	0,183	0,355	0,187	0,542	0,168	
12	Traslado del operario al área de culatas	0,483	1,450	1,350	1,083	0,650	0,200	0,970	0,783	1,200	1,000	1,065	0,342	1,407	0,723	
13	Colocar el material en el torno para construcción de asientos de válvula	0,200	0,600	0,950	1,083	0,650	0,200	0,817	0,850	0,517	0,350	0,608	0,299	0,907	0,310	
14	Verificación que el material se encuentre centrado para maquinar	0,467	1,367	0,467	1,183	0,817	0,533	0,933	0,467	0,700	1,217	0,815	0,345	1,160	0,470	
15	Colocar las cuchillas necesarias (interior, exterior, corte)	0,417	1,067	0,300	1,200	0,600	1,033	1,050	1,683	1,000	1,067	0,942	0,405	1,347	0,537	
16	Maquinar según las medidas necesarias del catálogo de la empresa	89,667	87,533	88,533	88,700	88,200	88,850	90,050	90,617	87,900	87,650	88,770	1,043	89,813	87,727	
17	Verificación de la medida exacta del interior y del exterior	0,667	0,850	1,267	1,450	1,083	0,967	0,883	0,633	1,450	1,450	1,070	0,320	1,390	0,750	
18	Corte de los asientos en la medida exacta	24,033	24,583	25,433	23,317	24,233	25,050	26,117	23,700	25,867	24,433	24,677	0,924	25,601	23,753	
19	Transporte de los anillos al área de culatas	0,200	0,167	0,317	0,317	0,433	0,433	0,400	0,250	0,267	0,200	0,280	0,087	0,367	0,193	
20	Adecuación del área de trabajo y las herramientas necesarias	0,333	0,367	0,617	0,283	0,283	0,433	0,550	0,767	0,633	0,817	0,508	0,197	0,705	0,312	
21	Insertar los asientos de válvula en los alojamientos	1,300	1,233	1,483	1,217	1,200	1,930	2,283	1,250	1,783	2,250	1,595	0,436	2,031	1,159	
22	Introducir las guías de válvulas	7,000	7,233	7,933	7,417	7,633	7,267	6,383	7,933	7,167	6,733	7,270	0,494	7,764	6,776	
23	Montar la culata a la máquina rectificadora de asientos	0,417	1,150	0,567	1,100	0,850	0,950	0,967	1,033	1,067	0,967	0,907	0,237	1,144	0,670	
24	Nivelar la culata	0,367	0,767	0,967	0,583	1,050	0,850	1,100	1,117	1,117	0,583	0,950	0,253	1,087	0,580	
25	Rectificar los asientos de válvula	11,167	11,500	11,983	10,833	11,050	10,483	12,750	11,483	10,883	11,500	11,363	0,648	12,012	10,715	
26	Comprobar la compresión de los asientos	0,233	1,000	0,417	0,250	0,683	0,733	0,383	0,667	0,767	0,750	0,588	0,253	0,841	0,335	
27	Bejar la culata de la máquina	0,333	0,883	0,950	1,083	0,417	0,267	0,917	0,517	0,267	1,083	0,590	0,330	0,920	0,260	
28	Colocar las válvulas en los asientos	0,350	0,700	0,550	0,567	0,533	0,400	0,733	0,417	0,850	0,300	0,490	0,376	1,438	0,685	
29	Asentar los asientos de válvula	1,050	2,000	2,283	1,083	1,883	2,167	2,367	1,783	1,950	2,000	1,857	0,453	2,509	1,404	
30	Retirar válvulas	2,000	2,383	2,033	2,583	1,917	1,917	2,467	2,650	1,983	2,417	2,235	0,291	2,526	1,944	
31	Limpieza de las válvulas	0,167	0,700	0,717	1,133	0,150	0,333	0,433	1,117	0,950	1,033	0,673	0,383	1,056	0,290	
32	Transporte al área de lavado	10,000	11,250	11,200	11,883	11,500	10,850	9,600	11,433	9,367	11,817	10,890	0,914	11,804	9,976	
33	Lavar la culata y las piezas	0,150	0,650	0,983	0,233	0,317	0,217	0,450	0,783	0,683	0,783	0,525	0,289	0,814	0,236	
34	Envío al área de culatas	12,000	12,983	12,767	14,100	11,300	14,233	11,833	13,733	13,733	11,217	12,692	1,099	13,790	11,593	
35	Amar culata	0,783	0,733	0,683	1,183	0,650	0,650	0,817	0,883	0,983	0,683	0,805	0,171	0,976	0,634	
36	Emplastificar	0,533	0,550	0,517	0,550	0,533	0,483	0,483	0,550	0,650	0,467	0,532	0,052	0,583	0,480	
37	Membretar	1,067	1,250	1,250	0,950	1,167	1,233	1,300	0,983	1,233	1,267	1,170	0,125	1,295	1,045	
38	Envío al área de bodega	0,383	0,500	0,500	0,383	0,433	0,383	0,650	0,433	0,383	0,567	0,462	0,092	0,533	0,370	
39	Almacenar trabajo terminado para posterior entrega															

Tabla 3.8: Muestras fuera de límite de control en el proceso de rectificación del bloque

Fecha de realización:		11 de Julio del 2022		Rectificadora Cotopaxi											
Diagrama N°2		Página 1 de 1		Datos											
Proceso: Rectificación		Lugar de realización:		Propuesto ( X )											
Actividad: Rectificación del bloque de motor		Área/Sección		Propuesto ( )											
N°	Descripción de actividades	Método													
		Mediciones (mm)													
Área/Sección		Área de maquinado													
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	X̄	D.S	LCS	LCI
1	Diagnosticar la causa de la avería	4,067	3,317	3,817	5,217	6,483	6,683	6,300	4,817	4,267	4,117	4,908	1,208	6,117	3,700
2	Traslado a el área de lavado	0,700	0,833	0,750	0,767	0,667	0,617	0,833	0,783	0,883	0,800	0,763	0,082	0,846	0,681
3	Lavado del bloque	120,000	121,317	120,967	119,650	121,383	119,783	118,900	121,217	121,500	119,600	120,432	0,942	121,374	119,490
4	Transporte al área de rectificaci3n	0,750	1,300	1,117	0,717	0,600	1,133	1,150	1,200	0,583	0,650	0,920	0,283	1,203	0,637
5	Colocaci3n el bloque en la rectificadora de cilindros	0,333	0,883	1,200	0,400	1,233	0,717	0,700	1,250	1,250	0,417	0,838	0,378	1,216	0,460
6	Colocar alzas	0,483	1,000	0,500	1,083	1,183	1,483	1,100	0,817	0,967	0,950	0,952	0,292	1,244	0,659
7	Ajustar el bloque	0,517	1,267	1,417	1,467	1,033	0,783	1,067	0,500	1,433	1,383	1,037	0,409	1,445	0,628
8	Colocar la cuchilla en el eje vertical	0,167	0,200	0,417	0,350	0,233	0,250	0,533	0,583	0,217	0,450	0,340	0,149	0,489	0,191
9	Perforaci3n de la camisa 1 de bloque	33,447	32,300	33,617	33,950	33,917	33,300	33,783	35,433	34,583	32,217	33,655	0,959	34,613	32,696
10	Perforaci3n de la camisa 2 de bloque	19,433	18,100	18,567	22,050	20,767	21,617	18,617	21,633	21,400	18,200	20,038	1,604	21,642	18,434
11	Perforaci3n de la camisa 3 de bloque	19,117	18,483	21,200	17,817	19,517	19,483	21,017	20,100	19,500	20,450	19,668	1,064	20,732	18,605
12	Perforaci3n de la camisa 4 de bloque	18,950	18,033	20,667	20,767	21,583	19,417	20,750	20,133	18,600	20,250	19,915	1,124	21,039	18,791
13	Traslado del operario a bodega	0,550	0,583	0,733	0,833	0,783	0,800	0,583	0,583	0,650	0,833	0,693	0,115	0,808	0,578
14	Retirar las nuevas camisas necesarias	0,333	0,567	0,517	0,400	0,433	0,533	0,900	0,417	0,483	0,900	0,548	0,198	0,746	0,351
15	Traslado del operario al área de bloque	0,700	0,617	0,767	1,183	0,900	0,800	0,617	1,217	1,683	0,750	0,923	0,340	1,263	0,583
16	Afiliar las alzas	0,417	1,367	0,400	1,000	0,783	1,033	1,233	1,283	1,300	0,433	0,925	0,390	1,315	0,535
17	Bajar el bloque	0,517	1,233	1,483	0,900	1,467	0,783	0,767	0,717	0,900	0,867	0,963	0,324	1,287	0,639
18	Señalar la camisa a la medida requerida	0,900	1,717	1,100	1,150	1,333	1,000	1,567	1,133	1,867	1,200	1,297	0,319	1,616	0,977
19	Colocaci3n de las camisas en el torno	0,683	1,483	1,400	1,150	0,700	1,083	1,083	0,767	0,750	0,600	1,002	0,342	1,343	0,660
20	Corte de las camisas a la medida requerida	2,283	2,867	2,733	2,250	2,633	2,683	2,450	3,167	2,933	1,400	2,675	0,287	2,962	2,388
21	Ubicar el bloque en la prensa hidráulica	0,383	0,383	0,600	0,500	0,533	0,517	0,450	0,533	0,550	0,533	0,498	0,071	0,570	0,427
22	Colocar las camisas nuevas en los aljambientos	1,100	2,067	2,233	2,867	0,967	1,583	1,350	1,167	1,117	1,717	1,617	0,612	2,229	1,005
23	Introducir a presi3n las camisas nuevas	0,500	1,050	1,083	0,867	0,733	0,983	0,750	1,083	0,617	0,817	0,848	0,202	1,051	0,646
24	Desmontar el bloque de la prensa	0,333	0,517	0,900	0,950	0,900	0,817	0,400	0,417	0,567	1,000	0,680	0,258	0,938	0,422
25	Traslado del bloque a la rectificadora de cilindros	0,700	0,650	0,900	0,967	0,733	0,783	0,867	0,683	0,950	0,733	0,797	0,115	0,912	0,681
26	Se centra el cilindro	0,733	0,650	0,683	0,650	0,883	0,733	0,967	1,000	0,633	1,000	0,793	0,153	0,946	0,641
27	Colocar alzas	0,417	0,733	0,367	0,833	0,417	0,517	0,650	0,633	0,917	0,667	0,615	0,185	0,800	0,430
28	Ajuste el bloque	0,517	0,633	0,750	0,867	1,017	0,867	0,700	0,817	0,600	0,633	0,740	0,152	0,892	0,388
29	Rectificar a la medida del pist3n	72,000	75,667	75,283	72,283	71,467	75,867	74,767	73,167	73,750	71,617	73,587	1,719	75,306	71,868
30	Comprabaci3n de la medida requerida	0,667	1,000	1,617	0,800	0,833	0,783	1,400	1,650	0,667	0,700	1,012	0,393	1,404	0,619
31	Desmontar el bloque de la rectificadora de cilindros	0,500	1,450	1,267	1,417	0,417	0,750	1,400	1,217	0,883	1,417	1,072	0,400	1,472	0,671
32	Transporte del bloque a la pulidora de cilindros	0,583	1,300	0,517	1,117	1,400	0,783	0,750	0,533	0,883	0,567	0,843	0,326	1,169	0,518
33	Colocar el bloque en la pulidora de cilindros	0,550	0,600	1,333	0,750	1,167	1,050	0,567	0,483	1,183	0,900	0,858	0,310	1,168	0,548
34	Colocar alzas y se ajusta el bloque	0,533	1,283	0,983	1,350	0,500	0,783	0,650	0,650	0,917	1,100	0,875	0,302	1,177	0,573
35	Nivelar el bloque	0,833	1,433	1,467	1,050	0,833	1,283	1,417	1,267	0,983	0,783	1,135	0,269	1,404	0,866
36	Pulir cilindros del bloque	58,333	63,267	55,133	58,183	56,443	54,973	61,500	54,6167	43,567	43,283	54,929	6,683	61,612	48,245
37	Comprabaci3n con un reloj comparador	0,350	0,400	0,800	1,267	0,717	1,083	0,767	0,650	1,250	0,467	0,775	0,333	1,108	0,442
38	Se comprueba que el pist3n entre correctamente en los cilindros	0,367	1,033	0,767	0,983	0,750	0,717	0,550	0,383	0,550	0,850	0,695	0,230	0,925	0,465
39	Desmontar el bloque de la pulidora	0,750	0,867	0,700	0,717	1,350	0,700	1,167	1,033	1,350	0,717	0,935	0,269	1,204	0,666
40	Empalear el bloque	1,017	0,900	1,150	1,050	0,400	0,850	0,750	0,700	0,333	0,783	0,793	0,266	1,059	0,528
41	Membretar	0,583	0,550	1,017	0,750	1,267	1,067	0,633	0,783	0,633	0,800	0,808	0,236	1,045	0,572
42	Envío al área de bodega	0,667	0,767	0,900	0,567	0,833	0,350	0,917	0,783	0,467	1,017	0,727	0,212	0,939	0,515
43	Almacenar trabajo terminado para posterior entrega	0,250	0,800	0,767	0,467	0,483	0,650	0,900	0,500	0,483	0,333	0,563	0,210	0,773	0,354

### **3.2.3.3. Tiempos corregidos y selección de desviación representativa**

Los valores de las tablas que fueron seleccionados como datos anómalos fueron separados del estudio, por lo tanto, fueron reemplazados por valores predispuestos de la base de datos que sí representarán a las muestras, mismas que además deben pertenecer al rango de valores que se encuentren dentro de los límites de control establecidos.

Considerado un universo de valores que se encuentran dentro de los límites de control se procedió al cálculo de una nueva desviación estándar muestral, como se representa en la Tabla 3.9, con el fin de localizar a la actividad que mayor fluctuación de datos posea en el estudio de tiempos, se logró identificar que en el proceso de rectificación de culatas en la actividad del lavado de la culata se encuentra una desviación atípica de 1,186, siendo esta actividad la mayor de la totalidad de desviaciones, por lo tanto, esta actividad fue la seleccionada como dato de interés para la determinación y corroboración del número de muestras necesarias para un estudio correcto de tiempos.

En el proceso de rectificación del bloque se logró detectar que la actividad cuyos datos son más variados pertenece a la actividad de pulir los cilindros del bloque, indicada en la Tabla 3.10, con una desviación atípica de 2,819 siendo esta actividad la más representativa para el estudio.

Tabla 3.9: Corrección de muestras en el estudio del área de rectificación de culatas

Fecha de realización:		Lugar de realización:		Rectificadora Cotopaxi											
Diagrama N°1		11 de Julio del 2022													
Proceso: Rectificación		Página 1 de 1													
Actividad: Rectificación de culatas		Área/Sección		Área de maquinado		Método									
N°	Descripción de actividades	Mediciones (min)										Datos			
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	Actual (X)	Propuesto ( )	
1	Desarmar piezas de la culata (Chavetas, válvulas, rodela)	8,367	8,303	8,833	8,817	8,300	8,567	8,267	8,783	8,378	8,417	0,228			
2	Reservar piezas de la culata en el área de culatas	0,331	0,267	0,267	0,333	0,367	0,317	0,333	0,367	0,227	0,273	0,047			
3	Diagnosticar la avería	5,167	5,597	5,983	5,383	5,883	5,000	5,550	5,417	5,634	5,633	0,299			
4	Transporte de la culata al área de lavado	1,000	1,249	1,067	0,999	1,000	1,150	1,324	1,233	1,083	1,000	0,122			
5	Lavado de la culata	138,000	140,167	138,033	136,598	137,467	137,533	137,566	137,167	140,099	138,600	1,186			
6	Transporte del área de lavado al área de suelda	0,750	1,050	1,167	1,448	1,271	1,353	1,467	1,257	1,033	0,967	0,228			
7	Extraer los asientos de válvula	31,833	31,850	32,167	31,236	31,400	33,033	31,267	32,992	31,317	33,317	0,802			
8	Extraer las guías de válvulas	31,796	31,400	31,600	31,383	31,967	30,837	30,883	30,699	30,900	31,133	0,437			
9	Transporte del área de suelda al área de culata	0,279	0,433	0,467	0,333	0,367	0,383	0,342	0,439	0,367	0,452	0,060			
10	Traslado del operario a bodega	0,908	0,867	0,649	0,683	0,683	0,832	0,750	0,900	0,833	0,887	0,099			
11	Recolectar el material necesario almacenado en bodega	0,516	0,383	0,283	0,367	0,304	0,417	0,470	0,233	0,217	0,183	0,112			
12	Traslado del operario al área de culatas	0,731	1,184	1,350	1,133	1,383	1,367	0,817	0,983	1,200	1,000	0,229			
13	Colocar el material en el torno para construcción de asientos de válvula	0,540	0,600	0,690	0,627	0,650	0,615	0,750	0,783	0,517	0,350	0,124			
14	Verificación que el material se encuentre centrado para maquinado	0,575	0,981	0,612	0,979	0,817	0,533	0,933	0,814	0,700	0,602	0,173			
15	Colocar las cuchillas necesarias (interior, exterior, corte)	0,811	1,067	0,670	1,200	0,600	1,033	1,050	0,848	1,000	1,067	0,194			
16	Maquinado según las medidas necesarias del catálogo de la empresa	89,667	88,092	88,533	88,700	88,200	88,850	88,023	87,871	87,900	89,793	0,699			
17	Verificación de la medida exacta del interior y del exterior	1,357	0,850	1,267	0,825	1,083	0,967	0,883	0,808	1,150	1,142	0,195			
18	Corte de los asientos en la medida exacta	24,033	24,583	25,433	25,055	24,233	25,050	25,099	25,219	25,226	24,433	0,477			
19	Transporte de los anillos al área de culatas	0,200	0,237	0,317	0,317	0,317	0,250	0,197	0,250	0,267	0,200	0,049			
20	Adecuación del área de trabajo y las herramientas necesarias	0,333	0,367	0,617	0,672	0,454	0,433	0,550	0,553	0,633	0,360	0,124			
21	Insertar los asientos de válvula en los alojamientos	1,300	1,233	1,483	1,217	1,200	1,950	1,319	1,250	1,783	1,731	0,276			
22	Introducir las guías de válvulas	7,000	7,233	7,146	7,417	7,633	7,267	7,693	7,164	7,167	7,456	0,225			
23	Montar la culata a la máquina rectificadora de asientos	0,922	0,920	1,144	1,100	0,850	0,950	0,967	1,033	1,067	0,967	0,091			
24	Nivelar la culata	0,581	0,767	0,967	0,583	1,050	0,850	0,995	0,947	0,583	0,950	0,186			
25	Rectificar los asientos de válvula	11,167	11,500	11,983	10,833	11,050	11,093	11,822	11,483	10,883	11,500	0,388			
26	Comprobar la compresión de los asientos	0,618	0,421	0,417	0,595	0,683	0,733	0,383	0,667	0,767	0,750	0,146			
27	Bajar la culata de la máquina	0,333	0,883	0,569	0,417	0,267	0,267	0,917	0,517	0,267	0,786	0,258			
28	Colocar las válvulas en los asientos	1,218	1,299	0,933	1,083	1,150	1,102	1,333	1,267	0,850	0,746	0,198			
29	Asentar los asientos de válvula	0,350	0,379	0,550	0,567	0,533	0,400	0,365	0,417	0,350	0,388	0,086			
30	Retirar válvulas	1,489	2,000	2,283	1,795	1,883	2,167	1,890	1,783	1,950	2,000	0,218			
31	Limpieza de las válvulas	2,000	2,383	2,033	2,384	2,008	1,959	2,467	2,437	1,983	2,417	0,224			
32	Transporte al área de lavado	0,446	0,700	0,717	0,706	0,783	0,333	0,433	0,672	0,950	1,033	0,223			
33	Lavar la culata y las piezas	10,000	11,250	11,200	11,220	11,500	10,850	11,640	11,433	10,641	11,220	0,484			
34	Envío al área de culatas	0,280	0,650	0,455	0,782	0,317	0,406	0,450	0,783	0,683	0,783	0,199			
35	Armar culata	12,000	12,983	12,767	12,750	13,768	12,017	11,922	11,833	13,733	13,439	0,757			
36	Empastar	0,783	0,733	0,683	0,917	0,650	0,650	0,817	0,883	0,750	0,683	0,094			
37	Membretar	0,533	0,550	0,517	0,550	0,533	0,483	0,483	0,483	0,550	0,579	0,030			
38	Envío al área de bodega	1,067	1,250	1,250	1,165	1,167	1,233	1,204	1,283	1,233	1,267	0,064			
39	Almacénar trabajo terminado para posterior entrega	0,383	0,500	0,500	0,383	0,433	0,383	0,515	0,433	0,383	0,486	0,056			

Tabla 3.10: Corrección de muestras en el estudio del área de rectificación del bloque

Fecha de realización:		Lugar de realización:		Rectificadora Cotopaxi																			
Diagrama N°2		Área/Sección		Área de maquinado		Método																	
Proceso: Rectificación		T1		T2		T3		T4		T5		T6		T7		T8		T9		T10		Actual (X) Propuesto ( )	
Actividad: Rectificación del bloque de motor		Descripción de actividades		Mediciones (min)																			
N°		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	DS											
1	Diagnosticar la causa de la avería	4,067	5,231	3,817	5,217	4,859	5,488	4,905	4,817	4,267	4,117	0,573											
2	Traslado a el área de lavado	0,700	0,833	0,750	0,767	0,695	0,810	0,833	0,783	0,733	0,800	0,051											
3	Lavado del bloque	120,000	121,317	120,967	119,650	120,855	119,783	120,149	121,217	120,922	119,600	0,674											
4	Transporte al área de rectificación	0,750	0,944	1,117	0,717	0,979	1,133	1,150	1,200	0,814	0,650	0,202											
5	Colocación el bloque en la rectificadora de cilindros	0,789	0,883	1,200	0,475	0,849	0,717	0,700	0,854	0,645	0,885	0,194											
6	Colocar alzas	1,105	1,000	1,065	1,083	1,183	0,705	1,100	0,817	0,967	0,950	0,145											
7	Ajustar el bloque	0,778	1,267	1,417	1,273	1,033	0,783	1,087	1,368	1,433	1,383	0,250											
8	Colocar la cuchilla en el eje vertical	0,212	0,200	0,417	0,350	0,233	0,250	0,237	0,215	0,217	0,450	0,092											
9	Perforación de la camisa 1 de bloque	33,447	34,092	33,617	33,950	33,917	33,300	33,783	34,236	34,583	34,118	0,384											
10	Perforación de la camisa 2 de bloque	19,433	18,951	18,567	20,976	20,767	21,617	18,617	21,633	21,400	18,495	1,351											
11	Perforación de la camisa 3 de bloque	19,117	20,565	19,698	20,648	19,517	19,483	20,007	20,100	19,500	20,450	0,541											
12	Perforación de la camisa 4 de bloque	18,950	20,241	20,667	20,767	19,430	19,417	20,750	20,133	19,212	20,250	0,677											
13	Traslado del operario a bodega	0,660	0,583	0,733	0,748	0,783	0,800	0,583	0,583	0,650	0,714	0,084											
14	Retira las nuevas camisas necesarias	0,604	0,567	0,517	0,400	0,433	0,533	0,672	0,417	0,483	0,413	0,091											
15	Traslado del operario al área de bloque	0,700	0,617	0,767	1,183	0,900	0,800	0,617	1,217	1,217	0,750	0,210											
16	Aflojar las alzas	0,860	1,159	0,905	1,000	0,783	1,033	1,233	1,283	1,300	1,039	0,180											
17	Bajar el bloque	0,767	1,233	0,730	0,900	0,893	0,783	0,767	0,717	0,900	0,867	0,151											
18	Señalar la camisa a la medida requerida	1,123	1,325	1,100	1,150	1,333	1,000	1,564	1,133	1,564	1,200	0,194											
19	Colocación de las camisas en el torno	0,683	0,754	1,096	1,150	0,700	1,083	0,767	0,750	1,341	1,234	0,249											
20	Corte de las camisas a la medida requerida	2,651	2,867	2,733	2,746	2,683	2,683	2,450	2,912	2,933	2,750	0,145											
21	Ubicar el bloque en la prensa hidráulica	0,552	0,494	0,466	0,500	0,533	0,517	0,450	0,533	0,550	0,533	0,035											
22	Colocar las camisas nuevas en los alojamientos	1,100	2,067	1,576	2,147	1,836	1,583	1,350	1,167	1,117	1,717	0,381											
23	Introducir a presión las camisas nuevas	0,734	1,050	0,688	0,867	0,733	0,983	0,750	0,667	0,999	0,817	0,139											
24	Desmontar el bloque de la prensa	0,918	0,517	0,900	0,922	0,900	0,817	0,449	0,740	0,567	0,534	0,191											
25	Traslado del bloque a la rectificadora de cilindros	0,700	0,880	0,900	0,879	0,733	0,783	0,867	0,683	0,774	0,733	0,082											
26	Se centra el cilindro	0,733	0,650	0,683	0,650	0,883	0,733	0,675	0,806	0,903	0,832	0,097											
27	Colocar alzas	0,679	0,733	0,712	0,603	0,723	0,517	0,650	0,633	0,649	0,667	0,064											
28	Ajuste el bloque	0,879	0,633	0,750	0,867	0,708	0,867	0,700	0,817	0,600	0,633	0,107											
29	Rectificar a la medida del pistón	72,000	72,776	75,283	72,283	72,447	74,803	74,767	73,167	73,750	74,689	1,217											
30	Comprobación de la medida requerida	0,667	1,000	1,006	0,800	0,833	0,783	1,400	1,270	0,667	0,700	0,255											
31	Desmontar el bloque de la rectificadora de cilindros	1,294	1,450	1,267	1,417	0,743	0,750	1,400	1,217	0,883	1,417	0,283											
32	Transporte del bloque a la pulidora de cilindros	0,583	1,095	1,128	1,117	0,739	0,783	0,750	0,533	0,883	0,567	0,230											
33	Colocar el bloque en la pulidora de cilindros	0,550	0,600	0,586	0,750	1,167	1,050	0,567	0,822	0,767	0,900	0,213											
34	Colocar alzas y se ajusta el bloque	1,001	1,011	0,983	0,761	0,661	0,783	0,650	0,650	0,917	1,100	0,170											
35	Nivelar el bloque	1,011	1,134	1,269	1,050	0,997	1,283	1,230	1,267	0,983	1,090	0,121											
36	Pulir cilindros del bloque	58,333	57,998	55,133	58,183	56,43	54,973	54,973	54,616	52,179	52,985	2,819											
37	Comprobar con un reloj comparador	0,993	0,976	0,800	1,105	0,717	1,083	0,767	0,650	0,744	0,467	0,205											
38	Se comprueba que el pistón entre correctamente en los cilindros	0,680	0,598	0,767	0,665	0,750	0,717	0,550	0,474	0,550	0,850	0,116											
39	Desmontar el bloque de la pulidora	0,750	0,867	0,700	0,717	0,788	0,700	1,167	1,033	1,162	0,717	0,190											
40	Emplasticar	1,017	0,900	0,759	1,050	0,657	0,850	0,750	0,700	1,051	0,783	0,147											
41	Membretar	0,583	0,688	1,017	0,750	0,626	0,768	0,633	0,783	0,633	0,800	0,127											
42	Envío al área de bodega	0,667	0,767	0,900	0,567	0,833	0,896	0,917	0,783	0,627	0,574	0,136											
43	Almacenar trabajo terminado para posterior entrega	0,770	0,394	0,767	0,467	0,483	0,650	0,634	0,500	0,483	0,436	0,136											

### 3.2.3.4. Cálculo del número de muestras

Los datos de aquellas actividades que fueron señaladas por poseer los valores más dispersos en los procesos, fueron extraídos y representados en la Tabla 3.11, para la realización del cálculo de las muestras necesarias, de esta forma permitiendo continuar y aseverar que las muestras tomadas fueron suficientes para el estudio de tiempos, en donde la ecuación (3.5) representa una confiabilidad del 95%.

**Tabla 3.11:** Cálculo y verificación del número de muestras adecuadas

Muestra	Bloque de motor		Culatas de motor	
	X	X2	X	X2
1	58,333	3402,778	138,000	19044,000
2	57,998	3363,710	140,167	19646,694
3	55,133	3039,684	138,033	19053,201
4	58,183	3385,300	136,598	18658,904
5	56,430	3184,345	137,467	18897,084
6	54,973	3022,031	137,533	18915,418
7	61,500	3782,250	137,566	18924,432
8	54,617	2982,980	137,167	18814,694
9	52,179	2722,648	140,099	19627,814
10	52,985	2807,421	138,600	19209,960
<b>Total</b>	<b>562,331</b>	<b>31693,147</b>	<b>1381,230</b>	<b>190792,202</b>

$$n = \left( \frac{40\sqrt{n' \sum x^2 - \sum(x)^2}}{\sum x} \right)^2 \quad (3.5)$$

#### 3.2.3.4.1. Número de muestras necesarias en el proceso de rectificación de culatas

$$n = \left( \frac{40\sqrt{(10)(31693,147) - (562,331)^2}}{562,331} \right)^2$$

$$n = 3,739$$

Las muestras necesarias para un correcto estudio de tiempos en el área de culatas son de 4 muestras, las cuales para el beneficio del estudio de tiempos se consideró las actuales 10 muestras.

**3.2.3.4.2. Número de muestras necesarias en el proceso de rectificación del bloque**

$$n = \left( \frac{40\sqrt{(10)(190792,202) - (1381,230)^2}}{1381,230} \right)^2$$

$$n = 0,105$$

Se analiza que las muestras necesarias para un correcto estudio de tiempos en el área de rectificación del bloque del motor son de 1 muestra, las cuales para el correcto estudio de tiempos se consideró las 10 muestras previamente establecidas.

**3.2.3.5. Valoración del ritmo**

Una vez corroborado que las muestras tomadas fueron las adecuadas para el estudio de tiempos se procedió al cálculo de la valoración de ritmo bajo el método de nivelación Westinghouse que identifica una correlación a juicio del especialista, generando una consideración real acorde a la habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia que posee el trabajador y bajo las cuales labora normalmente en el desarrollo de actividades.

En actividades como el lavado de culatas, se consideran unas condiciones de trabajo buenas, una consistencia deficiente por la variabilidad de tiempos en la realización del trabajo, una habilidad empleada en la actividad promedio y un esfuerzo regular, las valoraciones son expuestas en la Tabla 3.12.

**Tabla 3.12:** Parámetros valoración del ritmo en la actividad de lavado de culatas

Nº	Actividad	Condiciones	Consistencia	Habilidad	Esfuerzo
5	Lavado de la culata	0,02	-0,04	0	-0,08

Inicialmente el ritmo esperado por la empresa hacia los trabajadores es del 100%, mediante la ecuación (3.1) se logra calcular el ritmo real a la que el trabajador realiza una actividad.

$$V_r = 1 + \sum C \quad (3.1)$$

En la actividad del lavado de culatas se tomó en cuenta varias consideraciones oportunas que generan una ponderación necesaria para el cálculo de la valoración del ritmo.

$$V_r = 1 + (0,02 - 0,04 + 0 - 0,08)$$

$$V_r = 0,9 \approx 90\%$$

Por lo tanto en la actividad del lavado de culatas la valoración real tomando en cuenta las consideraciones que reducen el ritmo de trabajo, es del 90%.

### 3.2.3.6. Suplementos

Además, para la caracterización del tiempo total, se procede a la identificación de los suplementos necesarios para los cálculos en cada actividad, con el objetivo de compensar los retrasos, las demoras y los elementos contingentes que se presentan en la tarea, generadas por necesidades básicas, descanso, fatiga y retrasos que el trabajador puede llegar a presentar.

En la Tabla 3.13, se considera suplementos fijos, como las de necesidades personales de los operadores y la fatiga, además en casos como el proceso el rectificar a medida del pistón, se consideró suplementos variables acorde al tipo de trabajo que en el caso es un trabajo realizado de pie, la tensión visual empleada y la tensión mental a la que el operario se encuentra expuesto al momento de realizar la actividad.

**Tabla 3.13:** Suplementos en la actividad de rectificar a medida del pistón

Nº	Actividad	Suplementos fijos	Trabajo de pie	Tensión visual	Tensión mental
29	Rectificar a la medida del pistón	9	2	5	4

El valor de los complementos que son empleados según la ecuación (3.2) corresponde al valor decimal que se emplea en el cálculo del tiempo total.

$$S = \frac{\sum C}{100} \quad (3.2)$$

Los complementos tomados en cuenta en la actividad generan una ponderación puesta a cálculos que permiten un aumento en el tiempo de ciclo final.

$$S = \frac{(9 + 2 + 5 + 4)}{100}$$

$$S = 0,2$$

Por lo tanto en la actividad del rectificar a la medida del pistón, el valor de los suplementos es de 0,2 segundos.

En la Tabla 3.14 se presentan las diversas consideraciones y sus ponderaciones relativas necesarias para el estudio de tiempos, dichas actividades corresponden a la totalidad de actividades inmiscuidas en el proceso de rectificación de culatas.

En la Tabla 3.15 se expone la totalidad de actividades consideradas en el estudio y su ponderación relativa para el proceso de rectificación correspondiente al área del bloque.

**Tabla 3.14:** Cuadro de valoración de ritmo y suplementos en el área de culatas

Nº	Área de culatas	Valoración del ritmo	Suplementos
1	Desarmar piezas de la culata (Chavetas, válvulas, rodela)	85%	0,13
2	Reservar piezas de la culata en el área de culatas	85%	0,12
3	Diagnosticar la avería	93%	0,12
4	Transporte de la culata al área de lavado	90%	0,19
5	Lavado de la culata	90%	0,12
6	Transporte del área de lavado al área de suelda	90%	0,17
7	Extraer los asientos de válvula	93%	0,14
8	Extraer las guías de válvulas	93%	0,12
9	Transporte del área de suelda al área de culata	94%	0,17
10	Traslado del operario a bodega	90%	0,17
11	Recolectar el material necesario almacenado en bodega	94%	0,12
12	Traslado del operario al área de culatas	94%	0,12
13	Colocar el material en el torno para construcción de asientos de válvula	94%	0,12
14	Verificación que el material se encuentre centrado para maquinar	90%	0,12
15	Colocar las cuchillas necesarias (interior, exterior, corte)	90%	0,12
16	Maquinar según las medidas necesarias del catálogo de la empresa	93%	0,16
17	Verificación de la medida exacta del interior y del exterior	94%	0,12
18	Corte de los asientos en la medida exacta	93%	0,16
19	Transporte de los anillos al área de culatas	93%	0,12
20	Adecuación del área de trabajo y las herramientas necesarias	90%	0,12
21	Insertar los asientos de válvula en los alojamientos	93%	0,12
22	Introducir las guías de válvulas	93%	0,14
23	Montar la culata a la máquina rectificadora de asientos	90%	0,17
24	Nivelar la culata	93%	0,16
25	Rectificar los asientos de válvula	94%	0,18
26	Comprobar la compresión de los asientos	93%	0,12
27	Bajar la culata de la máquina	93%	0,17
28	Colocar las válvulas en los asientos	93%	0,14
29	Asentar los asientos de válvula	93%	0,18
30	Retirar válvulas	94%	0,12
31	Limpiar las válvulas	90%	0,12
32	Transporte al área de lavado	90%	0,14
33	Lavar la culata y las piezas	90%	0,14
34	Envío al área de culatas	90%	0,14
35	Armar culata	90%	0,14
36	Emplastar	85%	0,12
37	Membretar	85%	0,12
38	Envío al área de bodega	90%	0,12
39	Almacenar trabajo terminado para posterior entrega	90%	0,11

**Tabla 3.15:** Cuadro de valoración de ritmo y suplementos en el área del bloque

Nº	Área del bloque	Valoración del ritmo	Suplementos
1	Diagnosticar la causa de la avería	93%	0,13
2	Traslado a el área de lavado	90%	0,12
3	Lavado del bloque	90%	0,14
4	Transporte al área de rectificación	90%	0,14
5	Colocación el bloque en la rectificadora de cilindros	93%	0,14
6	Colocar alzas	90%	0,12
7	Ajustar el bloque	90%	0,12
8	Colocar la cuchilla en el eje vertical	90%	0,12
9	Perforación de la camisa 1 de bloque	93%	0,14
10	Perforación de la camisa 2 de bloque	93%	0,14
11	Perforación de la camisa 3 de bloque	93%	0,14
12	Perforación de la camisa 4 de bloque	93%	0,14
13	Traslado del operario a bodega	90%	0,12
14	Retira las nuevas camisas necesarias	90%	0,12
15	Traslado del operario al área de bloque	90%	0,12
16	Aflojar las alzas	90%	0,14
17	Bajar el bloque	90%	0,12
18	Señalar la camisa a la medida requerida	93%	0,14
19	Colocación de las camisas en el torno	93%	0,12
20	Corte de las camisas a la medida requerida	93%	0,14
21	Ubicar el bloque en la prensa hidráulica	90%	0,14
22	Colocar las camisas nuevas en los alojamientos	93%	0,14
23	Introducir a presión las camisas nuevas	90%	0,12
24	Desmontar el bloque de la prensa	90%	0,16
25	Traslado del bloque a la rectificadora de cilindros	90%	0,16
26	Se centra el cilindro	90%	0,14
27	Colocar alzas	90%	0,12
28	Ajuste el bloque	90%	0,12
29	Rectificar a la medida del pistón	93%	0,2
30	Comprobación de la medida requerida	93%	0,14
31	Desmontar el bloque de la rectificadora de cilindros	90%	0,14
32	Transporte del bloque a la pulidora de cilindros	90%	0,14
33	Colocar el bloque en la pulidora de cilindros	90%	0,14
34	Colocar alzas y se ajusta el bloque	90%	0,12
35	Nivelar el bloque	90%	0,12
36	Pulir cilindros del bloque	93%	0,17
37	Comprobar con un reloj comparador	93%	0,12
38	Se comprueba que el pistón entre correctamente en los cilindros	93%	0,12
39	Desmontar el bloque de la pulidora	90%	0,1
40	Emplasticar	85%	0,14
41	Membretar	85%	0,12
42	Envío al área de bodega	90%	0,12
43	Almacenar trabajo terminado para posterior entrega	90%	0,12

### **3.2.3.7. Tiempo total de los procesos de rectificación**

Contemplado un cálculo adecuado de la valoración del ritmo, se calculó el tiempo normal que se toma en la realización de actividades, en las cuales interfiere el tiempo promedio o tiempo observado de las actividades y la valoración del ritmo previamente calculado, además se consideró que el desempeño estándar de un trabajador es el 100%.

Los tiempos suplementarios se tomaron en cuenta con el fin de permitir al trabajador reponerse de la actividad realizada posibilitando la recuperación fisiológica y psicológica causada por la ejecución de los diversos procesos, dichos suplementos fueron tratados, con el fin de encontrar los tiempos totales que se requiere para la realización de las actividades considerando factores como la experticia, factores ambientales, condiciones fisiológicas, entre otras, que limitan al trabajador imposibilitando un rendimiento constante y adecuado a lo largo de la jornada de trabajo.

En el proceso de rectificación de culatas inicialmente se obtuvo un tiempo de ciclo de 382,317 minutos, bajo las anotaciones llevadas en el tablero de registro, los datos contrarrestan con el tiempo de ciclo final calculado en la Tabla 3.16, en el cual el tiempo de ciclo pronosticado real es de 411,178 minutos.

En el proceso de rectificación del bloque del motor el tiempo de ciclo inicial es de 366,647 minutos, la cual es notablemente distinta del tiempo final calculado en la Tabla 3.17, en donde el tiempo de ciclo real es de 403,419 minutos.

Tabla 3.16: Tiempo total necesario en el proceso de rectificación de culatas

Fecha de realización:		11 de Julio del 2022		DIAGRAMA DE PROCESOS															Rectificadora Cotopaxi	
Diagrama N°1		Página 1 de 1		Lugar de realización:															Actual (X)	
Proceso: Rectificación		Área/Sección		Área de maquinado															Propuesto ( )	
Actividad: Rectificación de culatas		Método		Método															Datos	
N°	Descripción de actividades	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	To	VR	TN	S	Tt				
1	Desarmar piezas de la culata (Chavetas, válvulas, rodajas)	8,367	8,303	8,833	8,817	8,300	8,567	8,267	8,783	8,378	8,417	8,503	85%	7,228	0,130	8,167				
2	Reservar piezas de la culata en el área de culatas	0,331	0,267	0,267	0,333	0,367	0,317	0,333	0,367	0,227	0,273	0,308	85%	0,262	0,120	0,293				
3	Diagnosticar la avería	5,167	5,597	5,983	5,383	5,883	5,000	5,550	5,417	5,634	5,633	5,525	93%	5,138	0,120	5,755				
4	Transporte de la culata al área de lavado	1,000	1,249	1,067	0,999	1,000	1,150	1,324	1,283	1,083	1,000	1,111	90%	1,000	0,190	1,189				
5	Lavado de la culata	138,000	140,167	138,033	136,598	137,467	137,533	137,566	137,167	140,099	138,600	138,123	90%	124,311	0,120	139,228				
6	Transporte del área de lavado al área de suelda	0,750	1,050	1,167	1,448	1,271	1,353	1,467	1,257	1,033	0,967	1,176	90%	1,059	0,170	1,239				
7	Extraer los asientos de válvula	31,833	31,850	32,167	31,236	31,400	33,033	31,267	32,992	31,317	33,317	32,041	93%	29,798	0,140	33,970				
8	Extraer las guías de válvulas	31,796	31,401	31,600	31,383	31,967	30,887	30,883	30,699	30,900	31,133	31,260	93%	29,072	0,120	32,560				
9	Transporte del área de suelda al área de culata	0,279	0,433	0,467	0,333	0,367	0,383	0,342	0,439	0,367	0,452	0,386	94%	0,363	0,170	0,425				
10	Traslado del operario a bodega	0,908	0,867	0,649	0,683	0,683	0,832	0,750	0,900	0,833	0,887	0,799	90%	0,719	0,170	0,842				
11	Recolectar el material necesario almacenado en bodega	0,516	0,383	0,283	0,367	0,304	0,417	0,470	0,233	0,217	0,183	0,337	94%	0,317	0,120	0,355				
12	Traslado del operario al área de culatas	0,731	1,184	1,350	1,133	1,383	1,367	0,817	0,983	1,200	1,000	1,115	94%	1,048	0,120	1,174				
13	Colocar el material en el torno para construcción de asientos de válvula	0,540	0,600	0,690	0,627	0,650	0,615	0,750	0,783	0,517	0,350	0,612	94%	0,575	0,120	0,645				
14	Verificación que el material se encuentre centrado para maquinado	0,575	0,981	0,612	0,979	0,817	0,533	0,933	0,814	0,700	0,602	0,755	90%	0,679	0,120	0,761				
15	Colocar las cuchillas necesarias (interior, exterior, corte)	0,811	1,067	0,670	1,200	0,600	1,033	1,050	0,848	1,000	1,067	0,934	90%	0,841	0,120	0,942				
16	Maquinado según las medidas necesarias del catálogo de la empresa	89,667	88,092	88,533	88,700	88,200	88,850	88,023	87,871	87,900	89,793	88,563	93%	82,363	0,160	95,542				
17	Verificación de la medida exacta del interior y del exterior	1,357	0,850	1,267	0,825	1,083	0,967	0,883	0,808	1,150	1,142	1,033	94%	0,971	0,120	1,088				
18	Corte de los asientos en la medida exacta	24,033	24,583	25,433	25,055	24,233	25,050	25,099	25,219	25,226	24,433	24,837	93%	23,098	0,160	26,794				
19	Transporte de los anillos al área de culatas	0,200	0,237	0,317	0,317	0,317	0,250	0,197	0,250	0,267	0,200	0,257	93%	0,237	0,120	0,266				
20	Adecuación del área de trabajo y las herramientas necesarias	0,333	0,367	0,617	0,672	0,454	0,433	0,550	0,553	0,633	0,360	0,497	90%	0,447	0,120	0,501				
21	Insertar los asientos de válvula en los alojamientos	1,300	1,233	1,483	1,217	1,200	1,950	1,319	1,250	1,783	1,731	1,447	93%	1,345	0,120	1,507				
22	Introducir las guías de válvulas	7,000	7,233	7,146	7,417	7,633	7,267	7,693	7,164	7,167	7,456	7,318	93%	6,805	0,140	7,758				
23	Montar la culata a la máquina rectificadora de asientos	0,922	0,920	1,144	1,100	0,850	0,950	0,967	1,033	1,067	0,967	0,992	90%	0,893	0,170	1,044				
24	Nivelar la culata	0,581	0,767	0,967	0,583	1,050	0,850	0,995	0,947	0,583	0,950	0,827	93%	0,769	0,150	0,892				
25	Rectificar los asientos de válvula	11,167	11,500	11,983	10,833	11,050	11,093	11,822	11,483	10,883	11,500	11,332	94%	10,652	0,180	12,569				
26	Comprobar la compresión de los asientos	0,618	0,421	0,417	0,595	0,683	0,733	0,383	0,667	0,767	0,750	0,603	93%	0,561	0,120	0,628				
27	Bajar la culata de la máquina	0,333	0,883	0,569	0,417	0,267	0,267	0,917	0,517	0,267	0,786	0,522	93%	0,486	0,170	0,568				
28	Colocar las válvulas en los asientos	1,218	1,299	0,933	1,083	1,150	1,102	1,333	1,267	0,850	0,746	1,098	93%	1,021	0,140	1,164				
29	Asentar los asientos de válvula	0,350	0,379	0,550	0,567	0,533	0,400	0,365	0,417	0,350	0,388	0,430	93%	0,400	0,180	0,472				
30	Retirar válvulas	1,489	2,000	2,283	2,033	2,384	2,008	1,959	2,467	2,437	1,983	2,207	90%	1,986	0,120	2,225				
31	Limpieza de culatas	0,446	0,700	0,717	0,706	0,783	0,333	0,433	0,672	0,950	1,033	0,677	90%	0,610	0,140	0,695				
32	Transporte al área de lavado	10,000	11,250	11,200	11,220	11,500	10,850	11,640	11,433	10,641	11,220	11,095	90%	9,986	0,140	11,384				
33	Lavar la culata y las piezas	0,280	0,650	0,455	0,782	0,317	0,406	0,450	0,783	0,683	0,783	0,559	90%	0,503	0,140	0,573				
34	Envío al área de culatas	12,000	12,983	12,767	12,750	13,768	12,017	11,922	11,833	13,733	13,439	12,721	90%	11,449	0,140	13,052				
35	Armar culata	0,783	0,733	0,683	0,917	0,650	0,650	0,817	0,883	0,750	0,683	0,755	85%	0,642	0,120	0,719				
36	Emplastar	0,533	0,550	0,517	0,550	0,483	0,483	0,550	0,579	0,532	0,532	0,532	85%	0,452	0,120	0,506				
37	Membrar	1,067	1,250	1,250	1,165	1,167	1,233	1,204	1,283	1,233	1,267	1,212	90%	1,091	0,120	1,221				
38	Envío al área de bodega	0,383	0,500	0,500	0,383	0,433	0,383	0,515	0,433	0,383	0,486	0,440	90%	0,396	0,110	0,440				
39	Almacenar trabajo terminado para posterior entrega																			
<b>TOTAL</b>																	<b>411,178</b>			

Tabla 3.17: Tiempo total necesario en el proceso de rectificación del bloque

Fecha de realización:		DIAGRAMA DE PROCESOS											Rectificadora Cotopaxi							
Diagrama N°2		Lugar de realización:																		
Proceso: Rectificación		Área de maquinado																		
Actividad: Rectificación del bloque de motor		Método											Actual (X) Propuesto ( )							
N°	Descripción de actividades	Mediciones (min)											Datos							
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	To	VR	TN	S	Tt				
1	Diagnosticar la causa de la avería	4,067	5,231	3,817	5,217	4,859	5,488	4,905	4,817	4,267	4,117	4,678	93%	4,351	0,130	4,916				
2	Traslado a el área de lavado	0,700	0,833	0,750	0,767	0,695	0,810	0,833	0,783	0,733	0,800	0,770	90%	0,693	0,120	0,777				
3	Lavado del bloque	120,000	121,317	120,967	119,650	120,855	119,783	120,149	121,217	120,922	119,600	120,446	90%	108,401	0,140	123,578				
4	Transporte al área de rectificación	0,750	0,944	1,117	0,979	1,133	1,150	1,200	0,814	0,650	0,885	0,945	90%	0,851	0,140	0,970				
5	Colocación el bloque en la rectificadora de cilindros	0,789	0,883	1,065	0,475	0,849	0,717	0,700	0,654	0,645	0,885	0,780	93%	0,725	0,140	0,827				
6	Colocar alzas	1,105	1,000	1,065	1,083	1,183	0,705	1,100	0,817	0,967	0,950	0,998	90%	0,898	0,120	1,005				
7	Ajustar el bloque	0,778	1,267	1,417	1,273	1,033	1,087	1,368	1,433	1,383	1,182	0,90%	1,064	0,120	1,192					
8	Colocar la cuebilla en el eje vertical	0,212	0,200	0,417	0,350	0,233	0,250	0,237	0,215	0,217	0,450	0,278	90%	0,250	0,120	0,280				
9	Perforación de la camisa 1 de bloque	33,447	34,092	33,617	33,950	33,917	33,300	33,783	34,236	34,583	34,118	33,904	93%	31,531	0,140	35,945				
10	Perforación de la camisa 2 de bloque	19,433	18,951	18,567	20,976	20,767	21,617	18,617	21,693	21,400	18,495	20,046	93%	18,642	0,140	21,252				
11	Perforación de la camisa 3 de bloque	19,117	20,665	19,698	20,648	19,517	19,483	20,007	20,100	19,500	20,450	19,918	93%	18,524	0,140	21,118				
12	Perforación de la camisa 4 de bloque	18,950	20,241	20,667	20,767	19,430	19,417	20,750	20,133	19,212	20,250	19,982	93%	18,583	0,140	21,184				
13	Traslado del operario a bodega	0,660	0,583	0,733	0,748	0,783	0,800	0,583	0,583	0,650	0,714	0,684	90%	0,615	0,120	0,689				
14	Retira las nuevas camisas necesarias	0,604	0,567	0,517	0,400	0,433	0,533	0,672	0,417	0,483	0,413	0,504	90%	0,453	0,120	0,508				
15	Traslado del operario al área de bloque	0,700	0,617	0,767	1,183	0,900	0,800	0,617	1,217	0,811	0,750	0,896	90%	0,752	0,120	0,843				
16	Aflorar las alzas	0,860	1,159	0,905	1,000	0,783	1,033	1,233	1,283	1,300	1,060	1,060	90%	0,954	0,140	1,087				
17	Bajar el bloque	0,767	1,233	0,730	0,900	0,893	0,783	0,767	0,717	0,900	0,867	0,856	90%	0,770	0,120	0,863				
18	Señalar la camisa a la medida requerida	1,123	1,325	1,100	1,150	1,333	1,000	1,567	1,133	1,564	1,200	1,250	93%	1,162	0,140	1,325				
19	Colocación de las camisas en el torno	0,683	0,754	1,096	1,150	0,700	1,083	0,767	0,750	1,341	1,234	0,956	93%	0,889	0,120	0,996				
20	Corte de las camisas a la medida requerida	2,651	2,867	2,733	2,746	2,653	2,683	2,450	2,912	2,933	2,750	2,736	93%	2,544	0,140	2,901				
21	Ubicar el bloque en la prensa hidráulica	0,552	0,494	0,466	0,500	0,533	0,517	0,450	0,533	0,550	0,533	0,513	90%	0,462	0,140	0,526				
22	Colocar las camisas nuevas en los alojamientos	1,100	2,067	1,576	2,147	1,836	1,583	1,350	1,617	1,117	1,717	1,566	93%	1,456	0,140	1,660				
23	Introducir a presión las camisas nuevas	0,734	1,050	0,688	0,867	0,733	0,983	0,750	0,657	0,999	0,817	0,829	90%	0,746	0,120	0,835				
24	Desmontar el bloque de la prensa	0,918	0,517	0,900	0,922	0,900	0,817	0,449	0,740	0,567	0,534	0,726	90%	0,654	0,160	0,758				
25	Traslado del bloque a la rectificadora de cilindros	0,700	0,880	0,900	0,879	0,733	0,783	0,867	0,683	0,774	0,733	0,793	90%	0,714	0,160	0,828				
26	Se centra el cilindro	0,733	0,650	0,683	0,650	0,883	0,733	0,675	0,805	0,903	0,852	0,757	90%	0,681	0,140	0,777				
27	Colocar alzas	0,679	0,733	0,712	0,603	0,723	0,517	0,650	0,633	0,649	0,667	0,656	90%	0,591	0,120	0,662				
28	Ajuste el bloque	0,879	0,633	0,750	0,867	0,708	0,867	0,700	0,817	0,600	0,633	0,745	90%	0,671	0,120	0,751				
29	Rectificar a la medida del pistón	72,000	72,776	75,283	72,283	72,447	74,803	74,767	73,167	73,750	74,589	73,596	93%	68,445	0,200	82,134				
30	Desmontar el bloque de la medida requerida	0,667	1,000	1,006	0,800	0,833	0,783	1,400	1,270	0,667	0,700	0,913	93%	0,849	0,140	0,963				
31	Colocar el bloque de la rectificadora de cilindros	1,294	1,450	1,267	1,417	0,743	0,750	1,400	1,217	0,883	1,417	1,184	90%	1,065	0,140	1,214				
32	Transporte del bloque a la pulidora de cilindros	0,583	1,095	1,128	1,117	0,739	0,783	0,750	0,533	0,883	0,567	0,818	90%	0,736	0,140	0,839				
33	Colocar el bloque en la pulidora de cilindros	0,550	0,600	0,586	0,750	1,167	1,050	0,567	0,822	0,767	0,900	0,776	90%	0,698	0,140	0,796				
34	Colocar alzas y se ajusta el bloque	1,001	1,011	0,983	0,761	0,651	0,783	0,650	0,650	0,917	1,100	0,952	90%	0,767	0,120	0,859				
35	Nivelar el bloque	1,011	1,134	1,269	1,050	0,997	1,230	1,230	1,267	0,983	1,090	1,131	90%	1,018	0,120	1,141				
36	Pulir cilindros del bloque	58,333	57,998	55,133	58,183	56,430	54,973	61,500	54,617	52,179	52,985	56,233	93%	52,297	0,170	61,187				
37	Comprobar con un reloj comparador	0,993	0,976	0,800	1,105	0,717	1,083	0,767	0,650	0,744	0,467	0,830	93%	0,772	0,120	0,865				
38	Se comprueba que el pistón entre correctamente en los cilindros	0,680	0,596	0,767	0,665	0,717	0,550	0,474	0,550	0,850	0,850	0,660	93%	0,614	0,120	0,667				
39	Desmontar el bloque de la pulidora	0,750	0,867	0,700	0,717	0,788	0,700	1,167	1,033	1,162	0,717	0,860	90%	0,774	0,100	0,851				
40	Emplastificar	1,017	0,900	0,759	1,050	0,657	0,850	0,750	0,700	1,051	0,783	0,852	85%	0,724	0,120	0,811				
41	Membretar	0,583	0,688	1,017	0,750	0,626	0,768	0,633	0,633	0,800	0,800	0,728	85%	0,619	0,120	0,693				
42	Envío al área de bodega	0,667	0,767	0,900	0,567	0,833	0,896	0,917	0,783	0,627	0,574	0,753	90%	0,678	0,120	0,759				
43	Almacener trabajo terminado para posterior entrega	0,770	0,394	0,767	0,467	0,483	0,650	0,634	0,500	0,483	0,436	0,558	90%	0,503	0,120	0,563				
<b>TOTAL</b>																<b>380,137</b>				
																<b>349,186</b>				

### **3.2.4. Objetivo 3**

Generar una propuesta de estandarización de los procesos que permita mejorar la producción.

Para el cumplimiento del presente objetivo se buscó la combinación, mejoras y de ser el caso la eliminación de actividades que pueden ser reemplazadas por actividades o procesos que disminuyan el tiempo de ciclo sin perder efectividad en la realización de las tareas.

#### **3.2.4.1. Propuesta de mejora**

Por lo tanto en la Tabla 3.18 se presenta la descripción de las actividades actuales, las actividades propuestas y las consideraciones tomadas en el momento de desarrollar las nuevas actividades propuestas del proceso de rectificación de culatas.

En la tabla 3.19 se exponen las diversas consideraciones tomadas para la generación de nuevas actividades que permiten un aumento en la productividad en el área de rectificación del bloque.

Tabla 3.18: Propuesta de mejora en el área de rectificación de culatas

PROPUESTA DE MEJORA EN EL ÁREA DE RECTIFICACIÓN DE CULATAS			
N°	Descripción de actividades actuales	Tt (min)	Observaciones
1	Desarmar piezas de la culata (Chavetas, válvulas, rodajas)	8.167	Actividades combinadas, al momento de desarmar se puede disponer de un espacio para reservar las piezas de la culata
2	Reservar piezas de la culata en el área de culatas	0.293	
3	Diagnosticar la avería	5.755	
4	Transporte de la culata al área de lavado	1.189	
5	Lavado de la culata	139.228	Actividad mejorada, en el mismo proceso de lavado de culatas se puede incluir las demás piezas destinadas al lavado
6	Transporte del área de lavado al área de suelda	1.239	
7	Extraer los asientos de válvula	33.970	Actividades mejoradas y combinadas, la implementación de una nueva suelda TTC facilita el trabajo de extracción de asientos, en el mismo proceso se pueden extraer las guías de válvula
8	Extraer las guías de válvulas	32.560	
9	Transporte del área de suelda al área de culata	0.425	
10	Traslado del operario a bodega	0.842	Actividades eliminadas, se recomienda que el trabajador al iniciar la semana disponga de los insumos necesarios para la labor semanal
11	Recolectar el material necesario almacenado en bodega	0.355	
12	Traslado del operario al área de culatas	1.174	
13	Colocar el material en el torno para construcción de asientos de válvula	0.645	
14	Verificación que el material se encuentre centrado para maquinari	0.761	
15	Colocar las cuchillas necesarias (interior, exterior, corte)	0.942	Actividades eliminadas, se recomienda que la fabricación de los asientos de válvula de los motores más solicitados se realice en los tiempos muertos, con el fin de poseer en stock los anillos prefabricados
16	Maquinar según las medidas necesarias del catálogo de la empresa	95.542	
17	Verificación de la medida exacta del interior y del exterior	1.088	
18	Corte de los asientos en la medida exacta	26.794	
19	Transporte de los anillos al área de culatas	0.266	
20	Adecuación del área de trabajo y las herramientas necesarias	0.501	Actividad eliminada, el trabajador debe adecuar su área de trabajo al iniciar la jornada laboral
21	Insertar los asientos de válvula en los alojamientos	1.507	Actividades combinadas, la realización de las actividades puede realizarse de manera continua sin esperas
22	Introducir las guías de válvulas	7.758	
23	Montar la culata a la máquina rectificadora de asientos	1.044	Actividades combinadas, en el proceso de montar la culata ya debe estar inmiscuido el nivelar, por lo tanto no hay esperas entre actividades
24	Nivelar la culata	0.892	
25	Rectificar los asientos de válvula	12.569	Actividades combinadas, después de rectificar cada asiento de válvula se debe comprobar la compresión hasta obtener valores acordados
26	Comprobar la compresión de los asientos	0.628	
27	Bajar la culata de la máquina	0.568	
28	Colocar las válvulas en los asientos	1.164	Actividades combinadas, al colocar las válvulas se debe asentiar en ese momento
29	Asentar los asientos de válvula	0.472	
30	Retirar válvulas	2.026	Actividades combinadas, una vez retirada la válvula está debe ser limpiada en el momento y proseguir con la siguiente
31	Limpiar las válvulas	2.225	
32	Transporte al área de lavado	0.695	
33	Lavar la culata y las piezas	11.384	Actividades eliminadas, el proceso de lavado de los demás elementos de la culata puede realizarse en la primera actividad de lavado
34	Envío al área de culatas	0.573	
35	Arrmar culata	13.052	
36	Emplasticar	0.719	Actividades combinadas, no existe holgura de tiempo entre procesos, por lo tanto se puede realizar de manera consecutiva, además se recomienda contar con un membrete previamente establecido con los campos de interés
37	Membretar	0.506	
38	Envío al área de bodega	1.221	
39	Almacenar trabajo terminado para posterior entrega	0.440	

Tabla 3.19: Propuesta de mejora en el área de rectificación del bloque

PROPUESTA DE MEJORA EN EL ÁREA DE RECTIFICACIÓN DEL BLOQUE			Observaciones
Nº	Descripción de actividades actuales	Tt (min)	
1	Diagnosticar la causa de la avería	4,916	
2	Traslado a el área de lavado	0,777	
3	Lavado del bloque	123,578	Actividad mejorada, se recomienda descarbontizar con un cepillo de cerdas metálicas y proceder a lavar el bloque
4	Transporte al área de rectificación	0,970	
5	Colocación el bloque en la rectificadora de cilindros	0,827	
6	Colocar alzas	1,005	
7	Ajustar el bloque	1,192	Actividades combinadas, son procesos complementarios, su realización puede ser consecutiva sin demoras
8	Colocar la cuchilla en el eje vertical	0,280	
9	Perforación de la camisa 1 de bloque	35,945	
10	Perforación de la camisa 2 de bloque	21,252	
11	Perforación de la camisa 3 de bloque	21,118	
12	Perforación de la camisa 4 de bloque	21,184	
13	Traslado del operario a bodega	0,689	
14	Retira las nuevas camisas necesarias	0,508	Actividades eliminadas, se recomienda que el trabajador al iniciar la semana disponga de los insumos necesarios para la labor semanal
15	Traslado del operario al área de bloque	0,843	
16	Aflorar las alzas	1,087	
17	Bajar el bloque	0,863	Actividades combinadas, el proceso se puede realizar inmediatamente, no requiere tiempos extra ni demoras
18	Señalar la camisa a la medida requerida	1,325	
19	Colocación de las camisas en el torno	0,996	Actividades combinadas, se puede señalar las medidas directamente en el torno
20	Corte de las camisas a la medida requerida	2,901	
21	Ubicar el bloque en la prensa hidráulica	0,526	
22	Colocar las camisas nuevas en los alojamientos	1,660	
23	Introducir a presión las camisas nuevas	0,835	
24	Desmontar el bloque de la prensa	0,758	
25	Traslado del bloque a la rectificadora de cilindros	0,828	Actividades combinadas, al hacer uso de la ayuda de otro trabajador en el traslado del bloque a la siguiente área ya no se considera un tiempo de holgura por espera y transporte
26	Se centra el cilindro	0,777	
27	Colocar alzas	0,662	
28	Ajuste el bloque	0,751	Actividades combinadas, la actividad es complementaria, no requiere tiempos extra en su realización
29	Rectificar a la medida del pistón	82,134	
30	Comprobación de la medida requerida	0,968	Actividades combinadas, es innecesario comprobar dos veces el mismo proceso
31	Desmontar el bloque de la rectificadora de cilindros	1,214	
32	Transporte del bloque a la pulidora de cilindros	0,839	Actividades combinadas, al hacer uso de la ayuda de otro trabajador en el traslado del bloque a la siguiente área ya no se considera un tiempo de holgura por espera y transporte
33	Colocar el bloque en la pulidora de cilindros	0,796	
34	Colocar alzas y se ajusta el bloque	0,859	Actividades combinadas, la actividad es complementaria, no requiere tiempos extra en su realización
35	Nivelar el bloque	1,141	
36	Pulir cilindros del bloque	61,187	
37	Comprobar con un reloj comparador	0,865	Actividad combinada, se recomienda comprobar las medidas una vez culminado el bruido de cada cilindro
38	Se comprueba que el pistón entre correctamente en los cilindros	0,687	Actividad eliminada, la existencia de dos comprobaciones para el mismo objetivo es ineficiente
39	Desmontar el bloque de la pulidora	0,851	
40	Emplastificar	0,825	Actividades combinadas, no existe holgura de tiempo entre procesos, por lo tanto se puede realizar de manera consecutiva, además se recomienda contar con un membrete previamente establecido con los campos de interés
41	Membretear	0,693	
42	Envío al área de bodega	0,759	
43	Almacener trabajo terminado para posterior entrega	0,563	

### 3.2.4.2. Descripción de actividades propuestas

Se logró identificar aquellas actividades en las que se puede existir mejoras, dichas actividades fueron expuestas al cálculo del tiempo total para obtener los tiempos reales, cómo se logra identificar en la Tabla 3.20 estos tiempos serán añadidos al proceso completo de rectificación de culatas para la obtención del tiempo de ciclo acorde a las actividades propuestas.

**Tabla 3.20:** Actividades propuestas en el área de culatas

Nº	Descripción de actividades propuestas en el área de culatas	To	VR	TN	S	Tt
1	Desarmar y reservar piezas de la culata (Chavetas, válvulas, rodela)	8,232	85%	6,997	0,130	7,907
2	Lavado de todas las piezas correspondiente a la culata	142,256	90%	128,030	0,120	143,394
3	Extraer los asientos de válvula y las guías de válvula	53,123	93%	49,404	0,140	56,321
4	Insertar los asientos de válvula en los alojamientos e introducir las guías de válvulas	7,945	93%	7,389	0,140	8,423
5	Montar y nivelar la culata en la máquina rectificadora de asientos	1,892	93%	1,760	0,170	2,059
6	Rectificar y comprobar la compresión de los asientos de válvula	11,521	94%	10,830	0,180	12,779
7	Colocar y asentar los asientos de válvula	1,291	93%	1,201	0,180	1,417
8	Retirar y limpiar la válvulas	3,493	94%	3,283	0,120	3,677
9	Emplastar y membretar la culata armada	0,739	85%	0,628	0,120	0,704

En la Tabla 3.21 se recapitula aquellas actividades propuestas a mejora en donde se analiza el tratamiento de los datos para la obtención de tiempo real de cada actividad que será de utilidad al momento de focalizar el tiempo de ciclo de la rectificación de un bloque de motor.

**Tabla 3.21:** Actividades propuestas en el área del bloque

Nº	Descripción de actividades propuestas en el área del bloque	To	VR	TN	S	Tt
1	Descarbonizar con un cepillo de cerdas metálicas y proceder a lavar el bloque	98,964	90%	89,068	0,140	101,537
2	Colocar y ajustar alzas	1,267	90%	1,140	0,120	1,277
3	Aflojar las alzas y retirar el bloque	1,499	90%	1,349	0,140	1,538
4	Señalar y colocar la camisa a la medida requerida	1,638	93%	1,523	0,140	1,737
5	Desmontar el bloque de la prensa hidráulica y colocar directamente en la rectificadora de cilindros	1,175	90%	1,058	0,160	1,227
6	Colocar alzas y ajustar el bloque	1,053	90%	0,948	0,120	1,061
7	Rectificar y comprobar a la medida del pistón	58,137	93%	54,067	0,200	64,881
8	Desmontar el bloque de la rectificadora de cilindros y colocar directamente en la pulidora de cilindros	1,865	90%	1,679	0,140	1,913
9	Colocar alzas, ajustar y nivelar el bloque	1,197	90%	1,077	0,120	1,207
10	Bruñido de cilindros y comprobación de medidas	54,871	93%	51,030	0,170	59,705
11	Emplastar y membretar	0,776	85%	0,660	0,120	0,739

### 3.2.4.3. Proceso propuesto

Los procesos y tiempos señalados para el análisis del tiempo total propuesto fueron integrados a las actividades naturales del proceso de rectificación de culatas, cómo se logra apreciar en la Tabla 3.22 generando así un tiempo de ciclo estimado acorde a las actividades seleccionadas a mejora.

**Tabla 3.22:** Proceso propuesto en el área de rectificación de culatas

N°	Descripción de actividades propuestas	Tt (min)
1	Desarmar y reservar piezas de la culata (Chavetas, válvulas, rodela)	7,907
2	Diagnosticar la avería	5,755
3	Transporte de la culata a el área de lavado	1,189
4	Lavado de todas las piezas correspondiente a la culata	143,394
5	Transporte del área de lavado al área de suelda	1,239
6	Extraer los asientos de valvula y las guías de válvula	56,321
7	Transporte del área de suelda al área de culata	0,425
8	Insertar los asientos de valvula en los alojamientos e introducir las guías de válvulas	8,423
9	Montar y nivelar la culata a la máquina rectificadora de asientos	2,059
10	Rectificar y comprobar la compresión de los asientos de valvula	12,779
11	Bajar la culata de la máquina	0,568
12	Colocar y asentar los asientos de válvula	1,417
13	Retirar y limpiar la válvulas	3,677
14	Armar culata	13,052
15	Emplasticar y nembretar la culata armada	0,704
16	Envío al área de bodega	1,221
17	Almacenar trabajo terminado para posterior entrega	0,440
<b>TOTAL</b>		<b>260,569</b>

Las actividades pertenecientes a la rectificación del bloque del motor modificadas, fueron incluidas en la Tabla 3.23 para generar una estimación del tiempo de ciclo representativa de la mejora propuesta para el proceso.

**Tabla 3.23:** Proceso propuesto en el área de rectificación del bloque

N°	Descripción de actividades propuestas	Tt (min)
1	Diagnosticar la causa de la avería	4,916
2	Traslado a el área de lavado	0,777
3	Lavado del bloque	101,537
4	Transporte a el área de rectificación	0,970
5	Colocación el bloque en la rectificadora de cilindros	0,827
6	Colocar y ajustar alzas	1,277
7	Colocar la cuchilla en el eje vertical	0,280
8	Perforación de la camisa 1 de bloque	35,945
9	Perforación de la camisa 2 de bloque	21,252
10	Perforación de la camisa 3 de bloque	21,118
11	Perforación de la camisa 4 de bloque	21,184
12	Aflojar las alzas y retirar el bloque	1,538
13	Señalar y colocar la camisa a la medida requerida	1,737
14	Corte de las camisas a la medida requerida	2,901
15	Ubicar el bloque en la prensa hidraulica	0,526
16	Colocar las camisas nuevas en los alojamientos	1,660
17	Introducir a presión las camisas nuevas	0,835
18	Traslado del bloque desde la prensa a la rectificadora de cilindros	1,227
19	Se centra el cilindro	0,777
20	Colocar alzas y ajustar el bloque	1,061
21	Rectificar y comprobar a la medida del pistón	64,881
22	Desmontar el bloque de la rectificadora de cilindros y colocar en la pulidora de cilindros	1,913
23	Colocar alzas, ajusta y nivelar el bloque	1,207
24	Bruñido de cilindros y comprobación de medidas	59,705
25	Desmontar motor de la pulidora	0,851
26	Emplasticar y nembretar	0,739
27	Envío al área de bodega	0,759
28	Almacenar trabajo terminado para posterior entrega	0,563
<b>TOTAL</b>		<b>352,963</b>

**3.2.4.4. Tabla comparativa de los procesos de rectificación**

En la Tabla 3.24 se recapitula los tiempos generados en el estudio, de esta forma se logra apreciar que los tiempos totales pertenecientes al método actual desarrollado en la empresa contrastan notablemente con el tiempo total propuesto.

**Tabla 3.24:** Tabla comparativa de tiempos

<b>Tabla Comparativa</b>					
<b>Área de culatas</b>			<b>Área del bloque</b>		
<b>Tt Actual</b>	<b>Tt Propuesto</b>	<b>Diferencia</b>	<b>Tt Actual</b>	<b>Tt Propuesto</b>	<b>Diferencia</b>
<b>Tiempo en minutos</b>					
411,178	260,569	150,609	403,419	352,963	50,456
<b>Tiempo en horas</b>					
6,853	4,343	2,510	6,724	5,883	0,841

**3.2.4.5. Capacidad de Producción**

En la empresa Rectificadora Cotopaxi sus políticas internas están establecidas en una jornada laboral de 8 horas al día y 20 días al mes, para el análisis del caso de estudio se realizó una comparación de productividad, en base a la ecuación (2.6) con los tiempos actuales y tiempos propuestos en un año de labor de la empresa.

$$CP = \frac{Td}{Te} \quad (2.6)$$

Además los costos de rectificación de motores a combustión interna tienen un valor estimado de \$150,000 la rectificación de una culata de motor y un costo de \$160,000 la rectificación del bloque de motor.

**3.2.4.5.1. Capacidad de producción en el área de culatas**

$$\text{Capacidad de producción actual} = \frac{(60 \cdot 8 \cdot 20 \cdot 12)}{411,178}$$

$$\text{Capacidad de producción actual} = \frac{115200}{411,178}$$

$$\text{Capacidad de producción actual} = 280,171 \approx 280 \text{ und}$$

Por lo tanto la empresa actualmente está en capacidad de ofrecer el servicio de rectificación de culatas un aproximado de 280 rectificaciones anuales, lo que equivale a una remuneración de \$42.000,000.

Para el cálculo de la capacidad de producción propuesta se empleó el tiempo de ciclo determinado acorde a la totalidad de tiempos estudiados en el proceso estandarizado.

$$\text{Capacidad de producción propuesta} = \frac{(60 \cdot 8 \cdot 20 \cdot 12)}{260,569}$$

$$\text{Capacidad de producción propuesta} = \frac{115200}{260,569}$$

$$\text{Capacidad de producción propuesta} = 442,109 \approx 442 \text{ und}$$

Bajo la adecuación propuesta que permite mejorar la producción, la empresa se encuentra en capacidad de proporcionar un aproximado de 442 servicios de rectificación de culatas la cual dictaría una remuneración de \$66.300,000.

#### 3.2.4.5.2. Capacidad de producción en el área del bloque

$$\text{Capacidad de producción actual} = \frac{(60 \cdot 8 \cdot 20 \cdot 12)}{403,433}$$

$$\text{Capacidad de producción actual} = \frac{115200}{403,419}$$

$$\text{Capacidad de producción actual} = 285,559 \approx 286 \text{ und}$$

De esta forma se logró estudiar que la empresa actualmente está en capacidad de ofrecer el servicio de rectificación del bloque de motor un aproximado de 286 rectificaciones anuales, lo que equivale a una remuneración de \$45.760,000.

$$\text{Capacidad de producción propuesta} = \frac{(60 \cdot 8 \cdot 20 \cdot 12)}{352,963}$$

$$\text{Capacidad de producción propuesta} = \frac{115200}{352,963}$$

$$\text{Capacidad de producción propuesta} = 326,379 \approx 326 \text{ und}$$

El proceso propuesto que permite mejorar la producción, ofrece la capacidad de proporcionar un aproximado de 326 servicios de rectificación de bloques de motor la cual dictaría una remuneración de \$52.160,000.

#### 3.2.4.6. Eficiencia de la producción propuesta

La eficiencia calculada queda marcada por la variación y comparación de producción, acorde a la ecuación (2.4) del proceso que maneja actualmente la empresa y el proceso estandarizado propuesto.

$$\Delta P = \frac{P2 - P1}{P1} \quad (2.4)$$

En el proceso de rectificación de culatas se logró determinar una variación notable en la capacidad de producción actual de la empresa y la capacidad de producción propuesta.

$$\Delta P = \frac{442 - 280}{280}$$

$$\Delta P = 0,578 \approx 57,8\%$$

Por lo tanto, se logró una mejora teórica en la eficiencia de 57,8% lo que equivale a un aumento económico de \$24.300,000.

$$\Delta P = \frac{P2 - P1}{P1}$$

$$\Delta P = \frac{326 - 286}{286}$$

$$\Delta P = 0,139 \approx 13,9\%$$

En comparación en el área del bloque del motor queda denotado un aumento en la eficiencia de producción de un 13,9% equivalente a aumentar los ingresos en \$6.400,000 en un año laboral.

### 3.2.5. Cumplimiento de hipótesis

Con la estandarización de procesos propuestos se logra un aumento en la capacidad de producción, presentada en la Tabla 3.25, lo que conlleva a una mejora notable considerando los principales procesos productivos de la empresa Rectificadora Cotopaxi, esto genera un aumento en la eficiencia de 57,8% en el proceso de rectificación de culatas y de un 13,9% en el proceso de rectificación del bloque del motor.

**Tabla 3.25:** Comprobación de hipótesis

Proceso	Producción Actual	Producción Propuesta	$\Delta P$	Beneficio (\$)
Rectificación de culatas	280 und	442 und	57,8%	\$24.300,000
Rectificación del bloque	286 und	326 und	13,9%	\$6.400,000

### **3.3. EVALUACIÓN TÉCNICA, SOCIAL, AMBIENTAL Y ECONÓMICA**

#### **3.3.1. Evaluación técnica**

Se empleó un estudio de tiempos, bajo la técnica de regreso a cero y el uso del método de ponderación Westinghouse lo que permitió el cálculo adecuado del tiempo total que admite la determinación del tiempo de ciclo real en los procesos de rectificación de la empresa, generando una propuesta de estandarización que ofrece una mejora en la productividad de la misma.

#### **3.3.2. Evaluación social**

Se logró implementar un tiempo suplementario que permite a los trabajadores una recuperación tanto física como mental de las actividades realizadas, aportando a la conservación de la salud de los mismos y evitando riesgos a su integridad y enfermedades profesionales a largo plazo.

#### **3.3.3. Evaluación ambiental**

Se identificó que la empresa posee un sistema de reciclaje y recolección, aportando en pequeña medida a una retribución por la comercialización de los mismos, además, cuenta con el servicio de gestores ambientales externos encargados del tratamiento a los aceites extraídos.

#### **3.3.4. Evaluación económica**

El proceso de estandarización permitió contrastar un aumento en la capacidad de producción de la empresa en las áreas estudiadas, generando en total un beneficio económico anual de \$24.300,000 en el área de culatas y \$6.400,000 en el área de rectificación del bloque.

## 4. CONCLUSIONES DEL PROYECTO

### 4.1. CONCLUSIONES

- Se logró identificar el sistema productivo de la empresa y generar los respectivos diagramas de procesos, en el área de rectificación de culatas se logró la identificación de 39 procesos a los cuales corresponde un tiempo de ciclo observado de 382,317 minutos, además, en el diagrama de proceso correspondiente a la rectificación del bloque del motor se analizó un total de 43 actividades con un tiempo de ciclo observado de 366,647.
- Se permitió empatar el estado real actual bajo la cual la empresa labora, obteniendo que el tiempo real de producción en el área de rectificación de culatas es de 411,178 minutos y 403,418 minutos que corresponde al tiempo de ciclo real en el proceso de rectificación del bloque del motor.
- Bajo la estandarización, mejora y eliminación de actividades se logró concretar un tiempo de ciclo real de 260,569 minutos en el área de culatas la cual inicialmente presentaba un tiempo de ciclo de 411,178 minutos, generando una propuesta que ofrece un aumento en la productividad de 57,8% en un año de labor, que representa un posible beneficio de \$24.300,000 además, en el proceso de culatas se presentó un procedimiento estandarizado con un tiempo de ciclo real de 352,963 minutos que contrarresta con el tiempo de ciclo inicial correspondiente a 403,418 minutos, generando un aumento de productividad de un 13,9% lo que equivale a un beneficio económico de \$6.400,000 en el proceso del bloque de motor.

## 4.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda la aplicación de la metodología de las 5S para mejorar el entorno de los espacios de trabajo, así como la organización, higiene y la política de la empresa, permitiendo mejorar la gestión empresarial, creando escenarios que te permitan incentivar y generar en el trabajador un sentido de pertenencia con la institución.
- Se propone la adición e implementación de nueva maquinaria en el área de limpieza, como una lavadora industrial de ultrasonido para motores, la cual permitirá reducir hasta en un 75% los tiempos en el proceso de blanqueo de motores y sus piezas, además de la adquisición de una nueva pulidora de cilindros que permitirá agilizar el proceso productivo.
- Se recomienda extender el presente estudio de tiempos a los procesos productivos restantes, para generar un modelo estandarizado en la totalidad de procesos de la empresa Rectificadora Cotopaxi, de este modo lograr incrementar exponencialmente la productividad total de la empresa.

## 4.3. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Administración y gestión de la productividad

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] R. Vásquez, Estudio de tiempos en la línea de producción de uva fresca en la Empresa Jayanca Fruits S.A.C para mejorar la productividad - Lambayeque, 2016, Chiclayo: Universidad Señor de Sipán, 2017.
- [2] L. Córdova, Aplicación de la ingeniería de métodos para mejorarla productividad de la producción de pegamentos de cerámico de la empresa Yuraq Pacha,Huancayo - 2020, Huancayo: Universidad Continenta, 2021.
- [3] J. Pineda, Estudio de tiempos y movimientos en la línea de producción de piso de granito en la fábrica Casa Blanca S.A., Guatemala: Universidad San Carlos de Guatemala, 2005.
- [4] Mejora de la productividad, en la línea de producción de queso cheddar, mediante el estudio de métodos en la empresa MILMA, Quito: Escuela Politécnica Nacional, 2018.
- [5] J. Yuqui, Estudio de procesos, tiempos y movimientos para mejorar la productividad en la planta de ensamble del modelo Golden en carrocías MEGABUSS, Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo, 2016.
- [6] G. Baca, M. Cruz, J. Gutiérrez, A. Pacheco, A. Rivera, I. Rivera y M. Obregón, Introducción a la Ingeniería industrial, México DF: PATRIA, 2014.
- [7] F. Pinales y C. Velázquez, Algoritmos resueltos con diagramas de flujo y pseudocódigo, Aguascalientes., 2014.
- [8] I. Gómez y J. Brito, Administración de Operaciones, Guayaquil, 2020.
- [9] Niebel Benjamin, Frivalds Andris, Ingeniería Industrial Métodos Estándares y diseño de trabajo, México, 1955.
- [10] L. Palacios, Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos (2a. ed.). Bogotá: Ecoe Ediciones, 2016.
- [11] E. Vides, L. Diaz, Gutierrez y Jorge, «Análisis metodológico para la realización de estudios,» unisimon, n° 1, p. 2, 2018.
- [12] J. Viteri, GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN CON UN ENFOQUE SISTÉMICO, Quito, 2014.

- [13] G. Bocángel, C. Rosas, R. Perales y J. Hilario, INGENIERÍA DE MÉTODOS I, Lima: BOCÁNGEL MARIN, Guillermo Augusto, 2021.
- [14] A. Andrade, C. Del Río, Alvear y Daissy, «Estudio de Tiempos y Movimientos para Incrementar la Eficiencia en una Empresa de Producción de Calzado» Información Tecnológica, vol. 30, 2019.
- [15] J. P. Verdoy, J. Mateu Mahiques y S. Sagasta Pellicer, Manual de control estadístico de calidad: teoría y aplicaciones. Castelló de la Plana: Universitat Jaume I. Servei de Comunicació i Publicacions, 2006.
- [16] B. Salazar, «INGENIERÍA INDUSTRIAL ONLINE.COM,» 26 06 2019. [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/herramientas-para-el-estudio-de-tiempos/>. [Último acceso: 10 06 2022].
- [17] W. Valls, Nevares, Victor y L. Centeno, La eficiencia económica, Manta: Mar abierto, 2017.
- [18] F. Contreras, J. Olaya y F. Matos, GESTIÓN POR PROCESOS, INDICADORES Y ESTÁNDARES PARA UNIDADES DE INFORMACIÓN, Lima, 2017.
- [19] F. Contreras, A. Cassinelli, M. Piñones y J. Quiroz, «ALCANCES TEÓRICOS AL CONCEPTO DE EFICIENCIA,» LIDER, vol. 18, pp. 5-6, 2016.
- [20] S. García, La Gestión de las Tiempos de Espera, València: Universitat Politècnica de València, 2020.
- [21] O. I. d. Trabajo, Impulsando la Productividad, ACT/EMP, 2020.
- [22] C. Vázquez Peña y N. Labarca, "Calidad y estandarización como estrategias competitivas en el sector agroalimentario", Revista Venezolana de Gerencia, vol. 17, n.º 60, p. 704, 2012.
- [23]"La estandarización de procesos, una ventaja competitiva". Consultoría de producción y proceso industrial 8020 en vitoria. <https://www.i-proceso8020.com/2019/01/20/la-estandarización-de-procesos-una-ventaja-competitiva/#:~:text=Hay%20dos%20razones%20fundamentales%20por,recursos%20económicos%20propios%20y%20ajenos.> (accedido el 16 de junio de 2022).

[24] "¿Qué aportan los procesos a su empresa? - Software ISO". Software ISO. <https://www.isotools.org/2018/08/23/que-aportan-los-procesos/> (accedido el 16 de junio de 2022).

[25] F. Feher. "SalesUp!" SalesUp! CRM. <https://salesup.com/crm-online/cc-importancia-de-estandarizar-operaciones-en-tu-empresa.html> (accedido el 16 de junio de 2022).

[26] B. Salazar López. "Valoración del ritmo de trabajo » Ingeniería Industrial Online". Ingeniería Industrial Online. <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/valoracion-del-ritmo-de-trabajo/> (accedido el 15 de julio de 2022).

[27]"Condiciones de trabajo". International Labour Organization. <https://www.ilo.org/global/topics/working-conditions/lang--es/index.htm> (accedido el 11 de agosto de 2022).

## 6. ANEXOS

### ANEXO I: Informe anti plagio del proyecto



#### Document Information

Analyzed document	Herrera_Juan_Madril_Kevin_Tesis_Pregrado_Revisión_Urkund.pdf (D143407721)
Submitted	2022-08-30 21:03:00
Submitted by	Cristian Espin
Submitter email	cristian.espin@utc.edu.ec
Similarity	2%
Analysis address	cristian.espin.utc@analysis.orkund.com

#### Sources included in the report

SA	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / Estudio de tiempos para la estandarización de operaciones del modelo Glory 560 ANTIPLAGIO.docx</b>	11
	Document Estudio de tiempos para la estandarización de operaciones del modelo Glory 560 ANTIPLAGIO.docx (D128856471) Submitted by: cristian.espin@utc.edu.ec Receiver: cristian.espin.utc@analysis.orkund.com	
SA	<b>TESIS FERNANDO PALMA 11 FEBRERO.docx</b>	2
	Document TESIS FERNANDO PALMA 11 FEBRERO.docx (D13206871)	

#### Entire Document

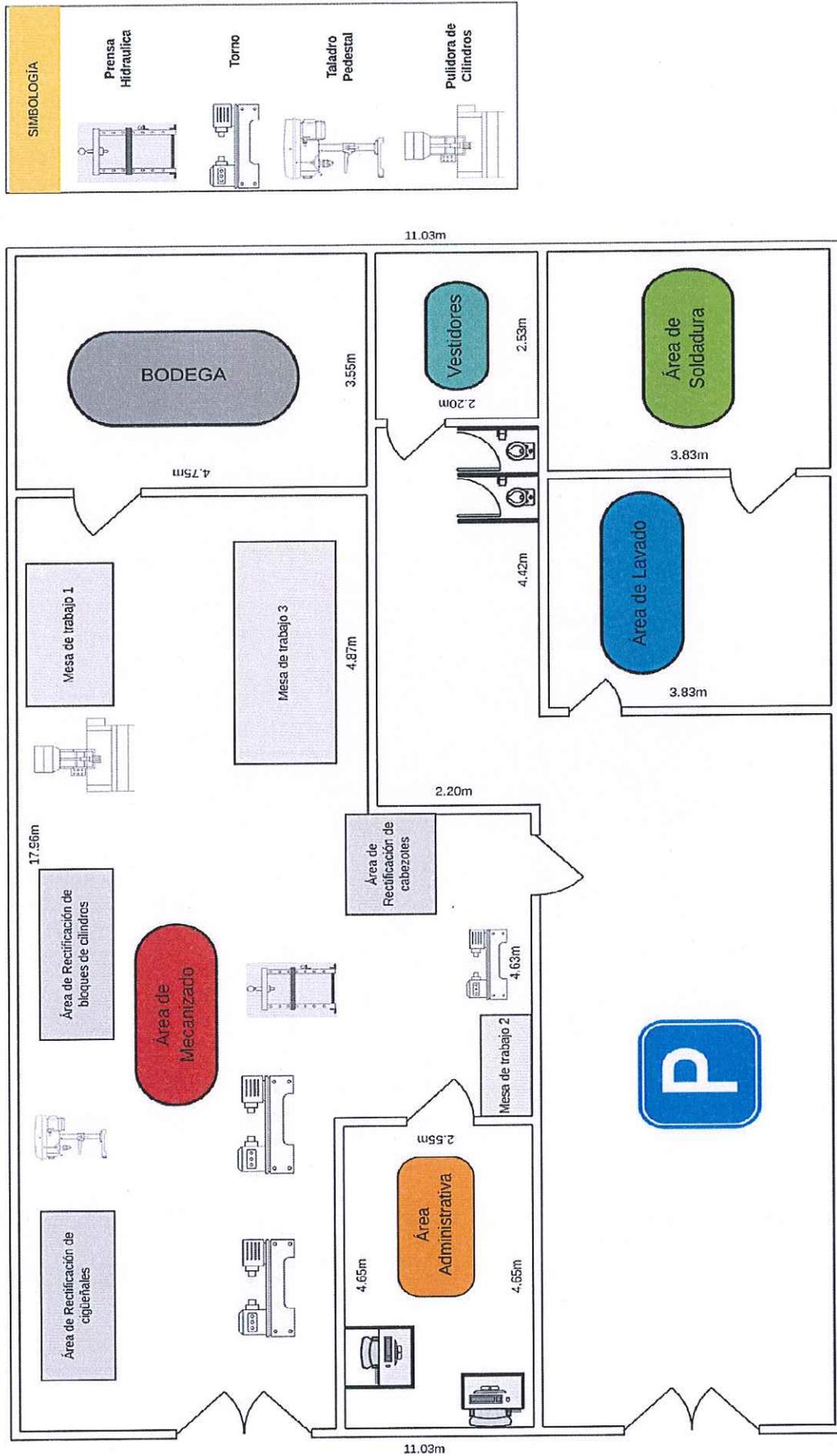
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI - INGENIERÍA INDUSTRIAL 2 1. INTRODUCCIÓN 1.1. RESUMEN TEMA: ESTANDARIZACIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA "RECTIFICADORA COTOPAXI" Autores: Herrera Proaño Juan Diego Madril Zapata Kevin Mauricio Tutor: Ing. MSc Xavier Espin.

El presente proyecto realizado en la empresa Rectificadora Cotopaxi ubicada en el cantón Latacunga perteneciente a la provincia de Cotopaxi, tiene como finalidad el proponer un sistema productivo estandarizado que mejore la productividad en las áreas de rectificación de culatas y bloque del motor existentes en la empresa, en donde haciendo uso de la técnica de regreso a cero y la técnica de observación directa se logra determinar los tiempos y actividades de dos de los principales procesos con mayor demanda existentes en la empresa, se presenta una recapitulación de las actividades inmiscuidas en los procesos junto a una base de datos de los tiempos observados y tiempos muestrales empleados en el estudio, la información es analizada, clasificada y estudiada, bajo el método inductivo y de nivelación, con el fin de realizar un estudio acorde a las actividades, condiciones y experticia, a la que se encuentra laborando la empresa, los resultados obtenidos en el estudio arrojan una serie de actividades propuestas a cambios, modificaciones y eliminaciones, las cuales de ser aceptadas y empleadas por la empresa se concluirá en una estandarización del proceso, con tiempos necesarios que toman en cuenta un lapso de recuperación físico y mental necesario para velar por la salud ocupacional del trabajador y mantener un ritmo de trabajo constante en las áreas productivas de la empresa, en la que en un año de labor planificado, contrastan notablemente los procesos y tiempos actuales con los procesos y tiempos propuestos, con un aumento teórico en la productividad de 57,8% equivalente a un beneficio económico de \$24.300,000 en el proceso de rectificación de culatas y un incremento del 13,9% en el proceso de rectificación del bloque de motor, lo que equivale a una remuneración esperada anual de \$6.400,000. Palabras Clave: Sistema Productivo, Estandarización, Productividad.

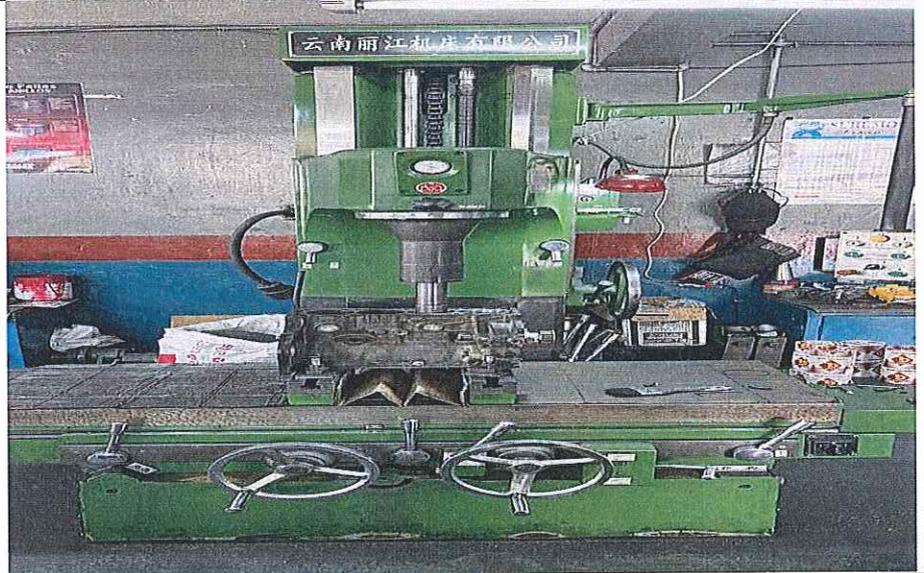
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI - INGENIERÍA INDUSTRIAL 3 ABSTRACT



ANEXO III: Layout de la empresa Rectificadora Cotopaxi



ANEXO IV: Principal maquinaria inmiscuida en el estudio

<p>Rectificadora de asientos de válvulas</p>	
<p>Pulidora de bloques</p>	
<p>Rectificadora del bloque</p>	

ANEXO V: Recolección de datos in situ

