

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL Y SISTEMAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL**



**“APLICACIÓN DEL ESTUDIO DE TIEMPOS Y SU RELACIÓN CON LA  
PRODUCTIVIDAD DEL PERSONAL OPERATIVO EN UNA EMPRESA  
DEL RUBRO METALMECÁNICO”**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTORES:**

DANIEL JOSE ALVARADO ALAMO

DAVID ANTHONY ANTAURCO TRUJILLANO

NAOMI KRISTELL SALVATIERRA FUERTES

**ASESOR:**

CHRISTIAN JESÚS SUÁREZ RODRÍGUEZ

**LÍNEA DE INVESTIGACION: INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA**

**Callao, 2024**

**PERÚ**



# 1A, ANTAURCO TRUJILLANO, ALVARADO ALAMO, SALVATIERRA FUERTES- TESIS PREGRADO-2024

**10%**  
Textos sospechosos

**9%** Similitudes  
1% similitudes entre comillas  
0% entre las fuentes mencionadas  
**< 1%** Idiomas no reconocidos

<b>Nombre del documento:</b> 1A, ANTAURCO TRUJILLANO, ALVARADO ALAMO, SALVATIERRA FUERTES- TESIS PREGRADO-2024.docx <b>ID del documento:</b> 4a7318fcf7800ed5dd6cbd84bd0140224e35e96c <b>Tamaño del documento original:</b> 6,93 MB	<b>Depositante:</b> FIIS PREGRADO UNIDAD DE INVESTIGACION <b>Fecha de depósito:</b> 26/6/2024 <b>Tipo de carga:</b> interface <b>fecha de fin de análisis:</b> 26/6/2024	<b>Número de palabras:</b> 20.759 <b>Número de caracteres:</b> 135.673
---	---	---

Ubicación de las similitudes en el documento:



## Fuentes de similitudes

### Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	<b>1A, MORILLAS ANGULO, NAPAN IBARRA, DEL SOLAR SOTELO- TESIS PRE...</b> #0b24c5 El documento proviene de mi biblioteca de referencias 1 fuente similar	4%		Palabras idénticas: 4% (908 palabras)
2	<b>repositorio.unac.edu.pe</b> <a href="https://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/20.500.12952/7832/1/TESIS%20CALDERON-ARIAS-RODRIGUEZ...">https://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/20.500.12952/7832/1/TESIS CALDERON-ARIAS-RODRIGUEZ...</a> 3 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (128 palabras)
3	<b>repositorio.upn.edu.pe</b> <a href="https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/11537/30319/3/Maldonado%20Meza,%20Rudy%20Ademir.pdf">https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/11537/30319/3/Maldonado Meza, Rudy Ademir.pdf</a> 1 fuente similar	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (112 palabras)
4	<b>repositorio.unac.edu.pe</b> <a href="http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/20.500.12952/4240/1/QUINTO%20DE%20LA%20CRUZ_POSGRADO_20...">http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/20.500.12952/4240/1/QUINTO DE LA CRUZ_POSGRADO_20...</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (95 palabras)
5	<b>respuestasrapidas.com.mx</b>   Como calcular el tiempo normal ejemplos? - RESPUE... <a href="https://respuestasrapidas.com.mx/como-calcular-el-tiempo-normal-ejemplos/#:-:text=Como%20en%20teo...">https://respuestasrapidas.com.mx/como-calcular-el-tiempo-normal-ejemplos/#:-:text=Como en teo...</a> 7 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (85 palabras)

### Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	<b>repositorio.unac.edu.pe</b> <a href="https://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/7108/1/TESIS%20UNAC%20-%20CARLOS%20CORDO...">https://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/7108/1/TESIS UNAC - CARLOS CORDO...</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (34 palabras)
2	<b>repositorio.upn.edu.pe</b>   Propuesta de la aplicación de estudio de tiempos en el á... <a href="https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/30319?show=full">https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/30319?show=full</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (37 palabras)
3	<b>Documento de otro usuario</b> #bc601c El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (11 palabras)
4	<b>repositorio.uta.edu.ec</b>   Repositorio Universidad Técnica de Ambato: Estudio de ti... <a href="https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/37222?locale=en">https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/37222?locale=en</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (27 palabras)
5	<b>Documento de otro usuario</b> #3c94e0 El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (19 palabras)

## INFORMACIÓN BÁSICA

**FACULTAD:** Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas.

**UNIDAD DE INVESTIGACIÓN:** Unidad de investigación de la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas

**TÍTULO:** “Aplicación del estudio de tiempos y su relación con la productividad del personal operativo de una empresa del rubro metalmecánico”

**AUTOR (es)/CODIGO ORCID/DNI:**

Antauro Trujillano, David Anthony/ 0009-0009-0130-1802/ 73640259

Alvarado Alamo, Daniel José/ 0009-0007-9368-8770/ 74401817

Salvatierra Fuertes, Naomi Kristell/ 0009-0004-0907-8047/ 74927871

**ASESOR / CODIGO ORCID / DNI:**

Suárez Rodríguez Christian Jesús/ 0000-0001-7431-6460/ 08066692

**LUGAR DE EJECUCIÓN:** Empresa del rubro metalmecánico

**UNIDAD DE ANÁLISIS:** Personal operativo de una empresa del rubro metalmecánico

**TIPO/ENFOQUE/DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:** Aplicativo/Cuantitativo/  
Experimental

**TEMA OCDE:** Procesos industriales



# ACTA DE SUSTENTACIÓN



LIBRO 001 FOLIO N° 45 ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

N° 030-UIFIS-UNAC DEL 17.07.2024

## ACTA DE SUSTENTACION POR LA MODALIDAD: SIN CICLO TALLER DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

Siendo las **12:00** horas del día Miércoles 17 de julio del año 2024, reunidos en el auditorio de la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas; el **JURADO DE SUSTENTACIÓN** de la tesis titulada: "**APLICACIÓN DEL ESTUDIO DE TIEMPOS Y SU RELACIÓN CON LA PRODUCTIVIDAD DEL PERSONAL OPERATIVO EN UNA EMPRESA DEL RUBRO METALMECANICO**", presentada por los Bachilleres **ANTAURCO TRUJILLANO DAVID ANTHONY, ALVARADO ALAMO DANIEL JOSE y SALVATIERRA FUERTES NAOMI KRISTELL**; para la obtención del título profesional de **INGENIERO INDUSTRIAL** en la Facultad de INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO, en concordancia a la Resolución Decanal **N° 235-2024-D-FIIS** de fecha 01 de julio del 2024, el Jurado de Sustentación está conformado por los siguientes Docentes Ordinarios de la Universidad Nacional del Callao:

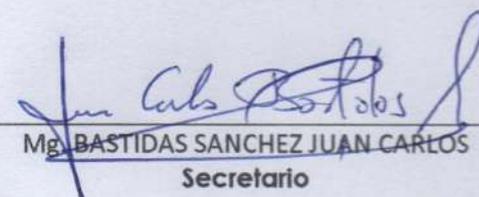
<b>PRESIDENTE</b>	Mg. MARILUZ JIMENEZ IVO WILFREDO
<b>SECRETARIO</b>	Mg. BASTIDAS SANCHEZ JUAN CARLOS
<b>VOCAL</b>	Mg. BAZAN ROBLES ROMEL DARIO
<b>SUPLENTE</b>	Mg. POMACHAGUA PEREZ GERMAN ELÍAS
<b>ASESOR</b>	Dr. SUÁREZ RODRÍGUEZ CHRISTIAN JESÚS

Con el quórum reglamentario de ley y de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente según resolución de consejo universitario N°150-2023-CU de fecha 15 de junio del 2023, se dio inicio al acto de sustentación de los bachilleres: quienes han cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de **INGENIERO INDUSTRIAL**. Sustentan la tesis titulada: "**APLICACIÓN DEL ESTUDIO DE TIEMPOS Y SU RELACIÓN CON LA PRODUCTIVIDAD DEL PERSONAL OPERATIVO EN UNA EMPRESA DEL RUBRO METALMECANICO**". Cumpliendo con la sustentación en Acto Público, de manera presencial en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas.

Luego de la exposición, y la absolución de las preguntas formuladas por el jurado y efectuadas las deliberaciones pertinentes, el **JURADO DE SUSTENTACIÓN** acordó: Dar por **APROBADO** con la escala de calificación cualitativa **BUENO** y calificación cuantitativa **16** la presente tesis, conforme a los dispuesto en el Art. 27 del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAC, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 150-2023- CU del 15 de junio del 2023.

Se dio por concluida la Sesión a las **13:00** horas del día 17 de julio del 2024.

  
Mg. MARILUZ JIMENEZ IVO WILFREDO  
Presidente

  
Mg. BASTIDAS SANCHEZ JUAN CARLOS  
Secretario

  
Mg. BAZAN ROBLES ROMEL DARIO  
Vocal



## DICTAMEN

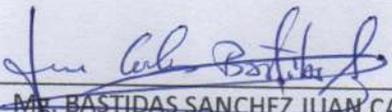
Los Miembros del **JURADO DE SUSTENTACION DE TESIS** designados por Resolución N° 222-2024-D-FIIS de fecha 21 de junio del 2024, de acuerdo al reglamento de Grados y Títulos, aprobado según Resolución 150-2023-CU del 15 de junio del 2023, expresa lo siguiente:

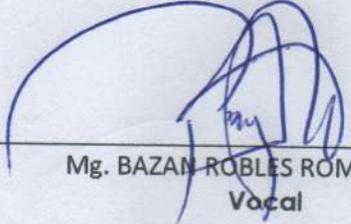
**Artículo N° 78°, inciso i.)** Elaboración del informe, en donde el jurado de sustentación señala las observaciones finales, si las hubiera, que debe levantar o subsanar en un plazo máximo de 30 días, antes de la presentación de la tesis empastada. Luego de haber sido revisado exhaustivamente, por cada uno de los Jurados de Sustentación de la tesis, presentado por los Bachilleres: **ANTAURCO TRUJILLANO DAVID ANTHONY, ALVARADO ALAMO DANIEL JOSE y SALVATIERRA FUERTES NAOMI KRISTELL.**

Por lo tanto, los Miembros del **JURADO DE SUSTENTACION DE TESIS**, de esta Comisión **DICTAMINA** como **FAVORABLE** la tesis **"APLICACIÓN DEL ESTUDIO DE TIEMPOS Y SU RELACIÓN CON LA PRODUCTIVIDAD DEL PERSONAL OPERATIVO EN UNA EMPRESA DEL RUBRO METALMECANICO"**.

Callao, 17 de julio del 2024.

  
Mg. MARILUZ JIMENEZ IVO WILFREDO  
Presidente

  
Mg. BASTIDAS SANCHEZ JUAN CARLOS  
Secretario

  
Mg. BAZAN ROBLES ROMEL DARIO  
Vocal

## **DEDICATORIA**

La presente tesis se la dedicamos a Dios y nuestras familias, por ayudarnos a cumplir nuestros objetivos como persona y estudiante. A nuestros padres, por su amor incondicional y por motivarnos a ser una mejor persona a través de sus consejos, enseñanzas.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a la Universidad Nacional del Callao, por abrirnos las puertas y brindarnos la oportunidad de avanzar en nuestra carrera profesional como ingeniero industrial. Agradezco especialmente a nuestra facultad por su constante apoyo. Su fe en nuestras habilidades y su disposición para ayudarnos en momentos sumamente retadores, todo esto han sido posible para llegar a culminar con gran satisfacción nuestra presente investigación.

## ÍNDICE

ÍNDICE .....	8
INDICE DE TABLAS .....	10
INDICE DE FIGURAS .....	12
RESUMEN .....	15
ABSTRAC .....	16
INTRODUCCIÓN.....	17
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	18
1.1. Descripción de la realidad problemática .....	18
1.2. Formulación del problema .....	29
1.3. Objetivos.....	30
1.4. Justificación .....	30
1.5. Delimitantes de la investigación.....	31
II. MARCO TEÓRICO.....	33
2.1. Antecedentes: Internacional y nacional. ....	33
2.2. Bases teóricas .....	41
2.3. Marco conceptual .....	49
2.4. Definición de términos básicos .....	65
III. HIPÓTESIS Y VARIABLES .....	66
3.1. Hipótesis.....	66
3.1.1. Operacionalización de variable.....	66
IV. METODOLOGÍA DEL PROYECTO .....	70
4.1 Diseño metodológico .....	70
4.2 Método de investigación .....	70
4.3 Población y muestra. ....	70
4.4 Lugar de estudio y periodo de desarrollo.....	71

4.5	Técnicas e instrumentos para la recolección de la información.....	71
4.6	Análisis y procesamiento de datos .....	72
4.7	Aspectos éticos en investigación.....	73
4.8	Estudio técnico .....	73
V.	RESULTADOS.....	139
5.1	Resultados descriptivos.....	139
5.2	Resultado inferenciales .....	161
VI.	DISCUSION DE RESULTADOS .....	171
6.1	Contrastación y demostración de hipótesis .....	171
6.2	Contrastación de los resultados con estudios similares .....	174
6.3	Responsabilidad ética de acuerdo con los reglamentos vigentes.....	178
VII.	CONCLUSIONES .....	179
VIII.	RECOMENDACIONES .....	180
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	181
VIII.	ANEXOS .....	189
	Anexo 1: Matriz de consistencia .....	189
	Anexo 2: Trabajo de campo – Ficha de registro para toma de tiempo .....	191
	Anexo 3: Instrumento de recolección de datos.....	192

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tabla de frecuencia.....	23
Tabla 2 Frecuencias de causas principales .....	25
Tabla 3 Determinación de los tiempos suplementarios.....	53
Tabla 4 Símbolos empleados para los crucigramas .....	55
Tabla 5 Operacionalización de la Variable independiente – Estudio de tiempos .....	68
Tabla 6 Operacionalización de la Variable dependiente - Productividad .....	69
Tabla 7 Problemas y posibles soluciones a la problemática .....	78
Tabla 8 Cronograma de ejecución del estudio de tiempos .....	83
Tabla 9 DAP inicial moldeo - Ferrosa .....	84
Tabla 10 DAP inicial fusión - Ferrosa.....	85
Tabla 11 DAP inicial tapado- Ferrosa .....	86
Tabla 12 DAP inicial acabados - Ferrosa.....	88
Tabla 13 Operaciones y tiempo estándar pre de los cuatro puestos de trabajo .....	90
Tabla 14 Índice de producción pre .....	93
Tabla 15 Informe de línea pre .....	94
Tabla 16 Porcentaje de utilización del operario pre .....	100
Tabla 17 Porcentaje de utilización de la maquina pre.....	100
Tabla 18 Tiempo estándar prepuesto moldeo.....	101
Tabla 19 Tiempo estándar prepuesto fusión.....	101
Tabla 20 Tiempo estándar prepuesto tapado .....	102
Tabla 21 Tiempo estándar pre puesto acabados.....	103
Tabla 22 Nivel de eficiencia pre .....	104
Tabla 23 Nivel de eficacia pre.....	106
Tabla 24 Productividad pre .....	108
Tabla 25 DAP post puesto moldeo .....	120
Tabla 26 DAP post puesto fusión.....	121
Tabla 27 DAP post puesto tapado .....	122
Tabla 28 DAP post puesto acabados.....	123

Tabla 29 Porcentaje de utilización del operario post.....	128
Tabla 30 Porcentaje de utilización de la maquina post .....	129
Tabla 31 Ts post puesto moldeo .....	129
Tabla 32 Ts post puesto fusión .....	130
Tabla 33 Ts post puesto tapado.....	131
Tabla 34 Ts post acabado.....	131
Tabla 35 Eficiencia post.....	132
Tabla 36 Eficacia post.....	134
Tabla 37 Productividad post.....	136
Tabla 38 Estadístico de utilización del operario .....	139
Tabla 39 Estadístico de utilización de maquina .....	145
Tabla 40 Estadísticos tiempo estándar .....	150
Tabla 41 Estadísticos productividad .....	156
Tabla 42 Estadístico eficiencia.....	158
Tabla 43 Estadístico eficacia .....	160
Tabla 44 Prueba de normalidad productividad.....	162
Tabla 45 Estadísticos descriptivos productividad.....	164
Tabla 46 Estadístico de prueba productividad .....	164
Tabla 47 Prueba de normalidad eficiencia .....	165
Tabla 48 Estadísticos descriptivos .....	167
Tabla 49 Estadístico de prueba eficiencia.....	167
Tabla 50 Prueba de normalidad eficacia.....	168
Tabla 51 Estadísticos descriptivos eficacia.....	169
Tabla 52 Estadísticos descriptivos eficacia.....	170

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de Ishikawa .....	22
Figura 2 Diagrama de Pareto.....	24
Figura 3 Diagrama causa-efecto de los puestos de trabajo .....	26
Figura 4 Matriz de árbol .....	29
Figura 5 DOP .....	43
Figura 6 Características de los tipos de distribución en planta de los procesos .....	45
Figura 7 Diseño del trabajo .....	49
Figura 8 Descomposición de los elementos.....	51
Figura 9 Categorías del estudio del trabajo .....	54
Figura 10 Cursograma sinóptico .....	56
Figura 11 Cursograma analítico.....	57
Figura 12 Cursograma analítico basado en el material.....	58
Figura 13 Diagrama de recorrido .....	59
Figura 14 Diagrama de actividades múltiples .....	60
Figura 15 Ubicación de Ferrosa.....	75
Figura 16 Mapa de procesos .....	76
Figura 17 Disposiciones de los puestos de trabajos pre .....	95
Figura 18 Diagrama H/M prepuesto moldeo .....	96
Figura 19 Diagrama H/M prepuesto fusión .....	97
Figura 20 Grafica Hombre/máquina prepuesto tapado .....	98
Figura 21 Diagrama hombre/máquina prepuestos acabados .....	99
Figura 22 Disposiciones de los puestos de trabajos mejorado .....	124
Figura 23 Grafica H/M puesto moldeo .....	125
Figura 24 Grafica H/M puesto moldeo .....	126
Figura 25 Grafico H/M puesto tapado .....	127
Figura 26 Grafico H/M post acabado .....	128
Figura 27 % utilización del operario pre puesto moldeo .....	140

Figura 28 Utilización del operario post puesto moldeo .....	141
Figura 29 Utilización del operario pre puesto fusión .....	141
Figura 30 Utilización del operario post puesto fusión.....	142
Figura 31 Utilización del operario pre puesto tapado.....	142
Figura 32 Utilización del operario post puesto tapado .....	143
Figura 33 Utilización del operario pre puesto acabado .....	143
Figura 34 Utilización del operario post puesto acabado .....	144
Figura 35 Utilización de maquina pre puesto moldeo .....	146
Figura 36 Utilización de maquina post puesto moldeo.....	146
Figura 37 Utilización de maquina pre puesto fusión .....	147
Figura 38 Utilización de maquina post puesto fusión .....	147
Figura 39 Utilización de maquina pre puesto tapado .....	148
Figura 40 Utilización de maquina post puesto tapado .....	148
Figura 41 Utilización de maquina pre puesto acabado .....	149
Figura 42 Utilización de maquina post puesto acabado.....	149
Figura 43 Tiempo estándar pre moldeo .....	151
Figura 44 Tiempo estándar post moldeo.....	152
Figura 45 Tiempo estándar pre fusión .....	152
Figura 46 Tiempo estándar post fusión.....	153
Figura 47 Tiempo estándar pre tapado .....	153
Figura 48 Tiempo estándar post tapado .....	154
Figura 49 Tiempo estándar pre acabado .....	154
Figura 50 Tiempo estándar post acabado.....	155
Figura 51 Productividad pre .....	156
Figura 52 Productividad post .....	157
Figura 53 Eficiencia pre .....	158
Figura 54 Eficiencia post.....	159
Figura 55 Eficacia pre .....	160
Figura 56 Eficacia post .....	161
Figura 57 Productividad pre .....	163
Figura 58 Productividad post .....	163

Figura 59 Eficiencia pre ..... 166  
Figura 60 Eficiencia post..... 166  
Figura 61 Eficacia pre ..... 168  
Figura 62 Eficacia post ..... 169

## RESUMEN

El estudio investigó la aplicación del estudio de tiempos y su impacto en la productividad del personal operativo en una empresa del rubro metalmecánico, con una población de 49 operarios. Utilizando un diseño experimental y un enfoque deductivo, se llevó a cabo una investigación cuantitativa de corte longitudinal. Los resultados fueron analizados estadísticamente mediante el análisis de Wilcoxon. Se compararon las medias de la productividad pre y post implementación de estándares de tiempo, así como las dimensiones de eficiencia y eficacia. Se encontró que la productividad post-implementación (2.62) fue significativamente mayor que la pre-implementación (1.98). Además, la eficiencia aumentó del 87.5% al 100%, y la eficacia del 64.08% al 74.08% después de la estandarización de los tiempos de ejecución de tareas. Estos hallazgos sugieren que la estandarización de los tiempos de ejecución de tareas contribuye a una mejora significativa en la productividad, eficiencia y eficacia del personal operativo. Este enfoque podría beneficiar a la empresa mediante una mayor calidad y consistencia en la producción, así como una mejor utilización de los recursos disponibles.

Palabras claves: Productividad, eficiencia, eficacia, tiempos, movimientos.

## **ABSTRAC**

The study investigated the application of time study and its impact on the productivity of operational personnel in a company in the metalworking industry, with a population of 49 operators. Using an experimental design and a deductive approach, a longitudinal quantitative investigation was carried out. The results were statistically analyzed using Wilcoxon analysis. The means of productivity before and after implementation of time standards were compared, as well as the dimensions of efficiency and effectiveness. It was found that post-implementation productivity (2.62) was significantly higher than pre-implementation (1.98). Furthermore, efficiency increased from 87.5% to 100%, and effectiveness from 64.08% to 74.08% after standardization of task execution times. These findings suggest that standardization of task execution times contributes to a significant improvement in the productivity, efficiency, and effectiveness of operational personnel. This approach could benefit the company through increased quality and consistency in production, as well as better utilization of available resources.

Keywords: Productivity, efficiency, effectiveness, times, movements.

## INTRODUCCIÓN

La industria metal mecánica, un pilar fundamental en la economía global, se enfrenta a la constante demanda de mejorar su eficiencia operativa para mantenerse competitiva en un entorno de mercado dinámico y desafiante. En este contexto, la optimización del rendimiento del personal operativo emerge como un aspecto crucial para alcanzar niveles óptimos de productividad. La presente tesis se sumerge en la complejidad de este sector, centrándose específicamente en la aplicación del estudio de tiempos como una herramienta estratégica para mejorar la eficiencia y, por ende, la productividad del personal operativo en una empresa metal mecánica. Esta investigación busca abordar la falta de estandarización en los tiempos de ejecución de tareas, así como la carencia de un sistema estructurado para el estudio de tiempos, identificando cómo estos factores afectan directamente la capacidad de la empresa para cumplir con los estándares de producción y satisfacer las expectativas del mercado.

La necesidad de comprender la relación intrínseca entre la aplicación del estudio de tiempos y la productividad del personal operativo se destaca en un escenario donde la eficiencia y la calidad son imperativos inquebrantables. Esta tesis se propone analizar las problemáticas específicas que enfrenta la empresa del rubro metal mecánico en su proceso de producción, explorando las causas subyacentes de la variabilidad en los tiempos de ejecución y la falta de estándares. Al hacerlo, se busca ofrecer no solo una descripción detallada de la realidad problemática, sino también proporcionar una base teórica y práctica para la implementación efectiva del estudio de tiempos como una herramienta estratégica para mejorar la productividad y la competitividad en la industria metal mecánica.

## **I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. Descripción de la realidad problemática**

En el contexto del sector metalmeccánico, es un sector con grandes posibilidades para generar desarrollo según Rodríguez y Barahona (2012); Becerra, 2016), la industria ha llegado a convertirse en una de las principales actividades económicas de un país. Existe una posible carencia de estándares claros y documentados sobre los tiempos estándar requeridos para cada tarea dentro de la operación metalmeccánica, lo que podría llevar a variaciones significativas en la ejecución del trabajo. Las discrepancias en los tiempos de trabajo pueden tener un impacto directo en la productividad general de la empresa, afectando la capacidad de cumplir con los plazos de entrega, aumentando los costos operativos y disminuyendo la rentabilidad, existe una necesidad evidente de implementar mejoras continuas en la gestión del tiempo y la eficiencia del personal operativo para optimizar los recursos disponibles y maximizar la producción sin comprometer la calidad.

En un entorno competitivo como el metalmeccánico, es crucial que la empresa pueda mantener estándares altos de eficiencia y productividad para posicionarse favorablemente frente a sus competidores tanto a nivel nacional como internacional. Por lo tanto, la importancia de la investigación en industrias metalmeccánicas exitosas de clase mundial como Japón, España y Argentina en América Latina, donde se puede analizar la productividad a partir de la identificación de estudios de tiempos, lo cual es una herramienta de diagnóstico permite elaborar propuestas y cursos de acción encaminados a incrementar la productividad reduciendo el tiempo de producción. Permite realizar análisis y proporciona información útil para la industria metalmeccánica, que aún no ha alcanzado una alta competitividad y un crecimiento de la productividad (Quinto, 2019)

Existe ASTM E8 e ISO 6892-1 son normas internacionales que especifican los métodos para la realización de ensayos de tracción uniaxial en

materiales metálicos, cuyo objetivo es establecer los procedimientos estándar para realizar ensayos de tracción en materiales metálicos bajo condiciones específicas de carga y temperatura. Aplicada ampliamente en Estados Unidos y otros países donde ASTM es reconocida como una autoridad en estándares industriales (Anexo 6).

La inexistencia de estandarización en los tiempos de ejecución de tareas representa un obstáculo crítico en la mejora de los procesos productivos. La falta de normativas claras dificulta la identificación de ineficiencias y la implementación de mejoras sistemáticas. La ausencia de estándares también se traduce en dificultades para evaluar el rendimiento del personal operativo de manera objetiva, lo que afecta la toma de decisiones relacionadas con la asignación de recursos y la capacitación del personal. Esta falta de uniformidad en los procesos no solo ralentiza la producción, sino que también obstaculiza la capacidad de la empresa para adaptarse ágilmente a cambios en la demanda del mercado, poniendo en riesgo su posición a largo plazo.

Actualmente en la empresa de esta investigación se tiene una serie de causas que desencadenan la problemática específicamente que afecta la productividad, los cuales se tocarán en esta investigación y mediante la mejora se eliminarán o reducirán motivando un cambio en los tiempos y movimientos en las tareas de los trabajadores, esta investigación se refleja que en la empresa Fundición Ferrosa, ubicada en la urbanización El Bosque. Ate Lima, que es líder en el sector fundición y especialista en la ingeniería antidesgaste en donde producen piezas de aceros de alto rendimiento siendo estas uñas para retroexcavadora (GETS) que son partes de la maquinaria pesada que hacen contacto con el suelo para cortar, mover y clasificar materiales durante el trabajo, para la industria cementera, minera, metalmecánica, de movimiento de tierras entre otras, con el fin de buscar la plena satisfacción de nuestros accionistas, clientes y colaboradores con el pleno compromiso con la gestión ambiental, responsabilidad social y sostenibilidad. cuya actividad económica se denomina formación y transformación del Hierro en sus diferentes formas,

como producto brinda la fabricación de aleaciones ferrosas (Hierro gris, hierro blanco, Hierro Nodular, Acero al manganeso, Acero bajo carbón, Acero Cromo Moly, Inoxidable, Nihard, etc) para la Industria minera y cementera; teniendo como sus principales clientes a las Industrias Mineras tales como Antamina, Chinalco, Quellaveco, Las BamBas, así como la industria cementera Unacem, Tega Industries, F&L Smith, se adjunta la ficha técnica de los productos de la empresa en investigación (anexo 4).

En seguida una breve descripción del proceso de fabricación de “uñas”:

La fundición de dientes de cucharón es un proceso esencial para la producción de componentes de alta calidad destinados a excavadoras, retroexcavadoras y otra maquinaria pesada. Este procedimiento es bastante complejo y requiere precisión, conocimiento y experiencia para lograr excelentes resultados. En este artículo, detallaremos los pasos necesarios para fundir los dientes de un cucharón.

El primer paso consiste en diseñar los dientes del cucharón. Para ello, se utiliza un software de diseño asistido por computadora (CAD) que permite crear la pieza con todas las medidas necesarias. Una vez diseñado, se fabrica un molde del diente utilizando un patrón hecho de cera, madera o plástico. Posteriormente, se forma una cavidad colocando arena cuidadosamente alrededor del patrón.

El segundo paso es la preparación del metal fundido. Para ello, se funde la aleación en un horno calentado a la temperatura requerida hasta que el metal alcanza su estado líquido. La temperatura de fundición es crucial, ya que influye en las propiedades del producto final. A continuación, se vierte la aleación fundida en la cavidad del molde.

El tercer paso es el enfriamiento del metal fundido. Después de verter el metal en el molde, se deja enfriar. Los tiempos de enfriamiento varían según el tamaño de la pieza y el tipo de aleación utilizada. Este proceso se realiza en un ambiente controlado, como una cámara de enfriamiento. La duración del

enfriamiento es importante porque afecta la dureza, resistencia y otras propiedades del producto final.

Una vez que el metal se ha enfriado y solidificado, se retira el molde para revelar el diente del cucharón casi terminado. La pieza fundida se recorta y se muele para obtener la forma perfecta. El último paso es el tratamiento térmico de la pieza para conferirle resistencia y durabilidad (la ficha técnica se encuentra en el anexo 7).

En conclusión, la fundición de dientes de cucharón es un proceso meticuloso y complejo que requiere un equipo con conocimientos y experiencia para producir componentes de alta calidad. Con un diseño cuidadoso, una preparación meticulosa, una fundición precisa y un acabado detallado, el producto final será un diente de cucharón robusto y duradero, capaz de operar eficientemente en maquinaria pesada durante muchos años.

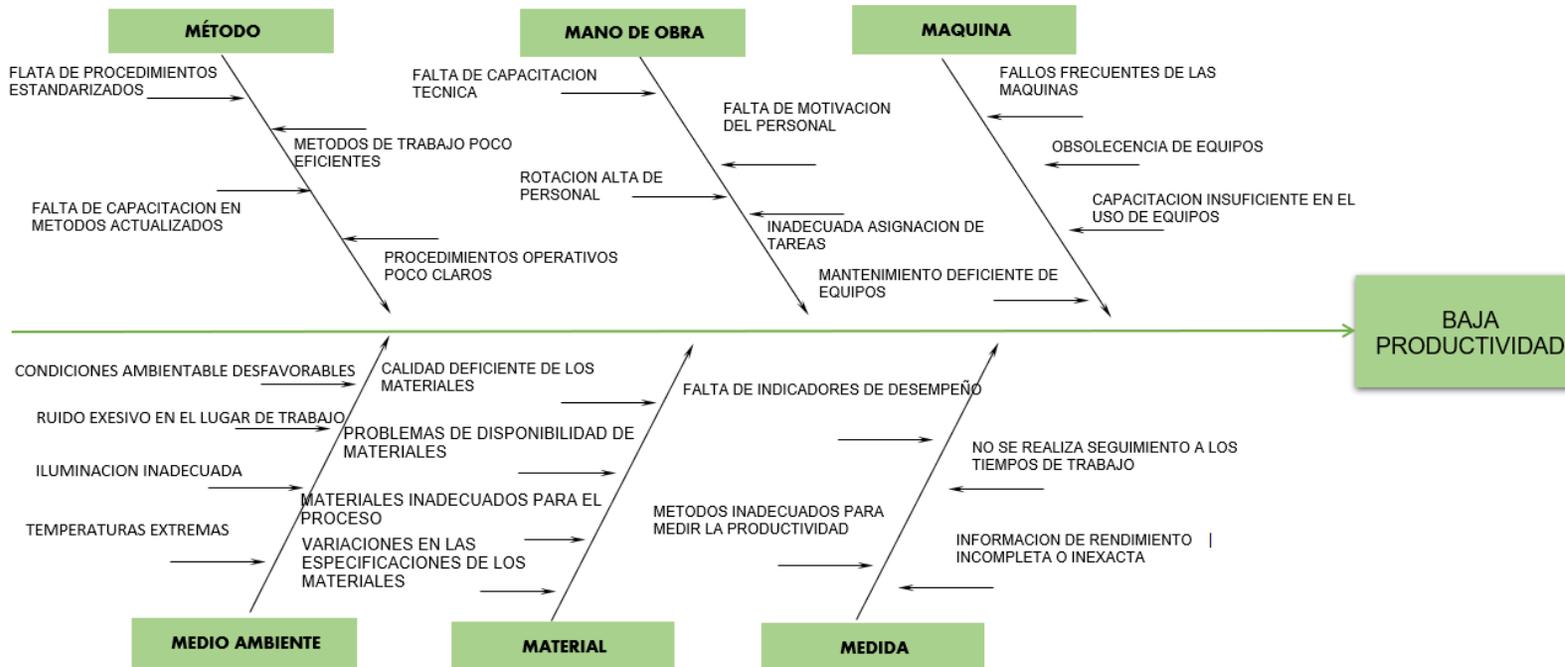


Figura 1 Diagrama de Ishikawa

En conjunto, abordar estas causas identificadas a través del diagrama de Ishikawa puede proporcionar una hoja de ruta clara para implementar mejoras en la empresa, aumentando así la productividad y la eficiencia en el sector metalmecánico.

Tabla 1 Tabla de frecuencia

Causas Principales	Frecuencia	Porcentaje acumulado
- Falta de procedimientos estandarizados	70	7%
- Calidad deficiente de los materiales	69	14%
- Mantenimiento deficiente de equipos	68	20%
- Condiciones ambientales desfavorables	65	27%
- Falta de capacitación técnica	58	32%
- Falta de indicadores de desempeño	57	38%
- Métodos inadecuados para medir la productividad	55	43%
- Rotación alta de personal	48	48%
- Ruido excesivo en el lugar de trabajo	46	52%
- Fallos frecuentes de las máquinas	45	57%
- Problemas de disponibilidad de materiales	42	61%
- Métodos de trabajo poco eficientes	42	65%
- Falta de capacitación en métodos actualizados	40	69%
- Materiales inadecuados para el proceso	40	73%
- Obsolescencia de equipos	39	76%
- Temperaturas extremas	38	80%
- Falta de motivación y moral del personal	35	84%
- No se realiza seguimiento de los tiempos de trabajo	34	87%
- Información de rendimiento incompleta o inexacta	27	89%
- Inadecuada asignación de tareas	24	92%
- Iluminación inadecuada	22	94%
- Capacitación insuficiente en el uso de equipos	21	96%
- Variaciones en las especificaciones de los materiales	21	98%
- Procedimientos operativos no claros	20	100%

Cada una de las causas de la tabla 1 han sido extraídas de la figura 1, Con base en la clasificación mencionada previamente, se puede elaborar un diagrama de Pareto. Este diagrama nos ayudó a identificar los problemas más urgentes que afectan directamente la baja productividad del proceso de producción del producto. Esto sugiere que al abordar el 20% de las causas principales, podemos solucionar el 80% de los problemas.

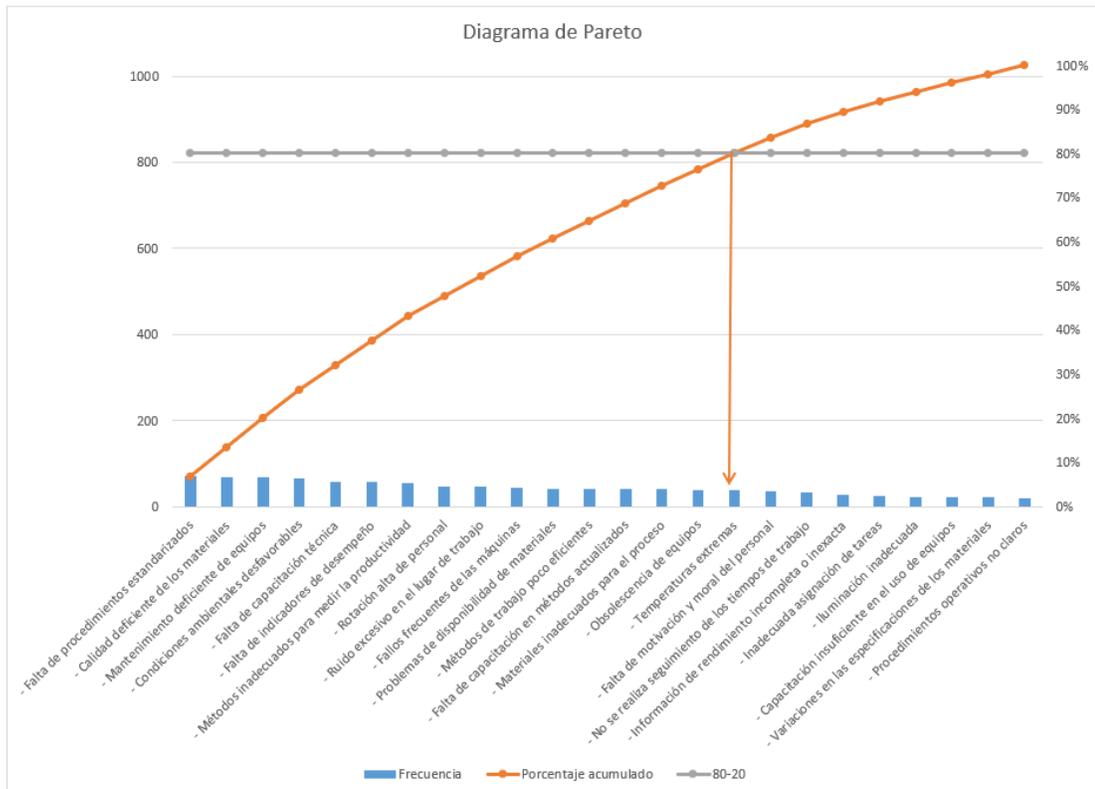


Figura 2 Diagrama de Pareto

Finalmente, al analizar el porcentaje de causas de problemas basado en la frecuencia mostrada en la Tabla 1 y considerando la experiencia y análisis realizados en el proceso de la empresa metalmeccánica, podemos concluir que los principales problemas, que representan el 80% del total, son:

Tabla 2 Frecuencias de causas principales

Causas Principales	Frecuencia	Porcentaje acumulado
- Falta de procedimientos estandarizados	70	7%
- Calidad deficiente de los materiales	69	14%
- Mantenimiento deficiente de equipos	68	20%
- Condiciones ambientales desfavorables	65	27%
- Falta de capacitación técnica	58	32%
- Falta de indicadores de desempeño	57	38%
- Métodos inadecuados para medir la productividad	55	43%
- Rotación alta de personal	48	48%
- Ruido excesivo en el lugar de trabajo	46	52%
- Fallos frecuentes de las máquinas	45	57%
- Problemas de disponibilidad de materiales	42	61%
- Métodos de trabajo poco eficientes	42	65%
- Falta de capacitación en métodos actualizados	40	69%
- Materiales inadecuados para el proceso	40	73%
- Obsolescencia de equipos	39	76%
- Temperaturas extremas	38	80%

**Diagrama causa-efecto de los procesos de producción donde se centra la problemática en la empresa fundición Ferrosa.**

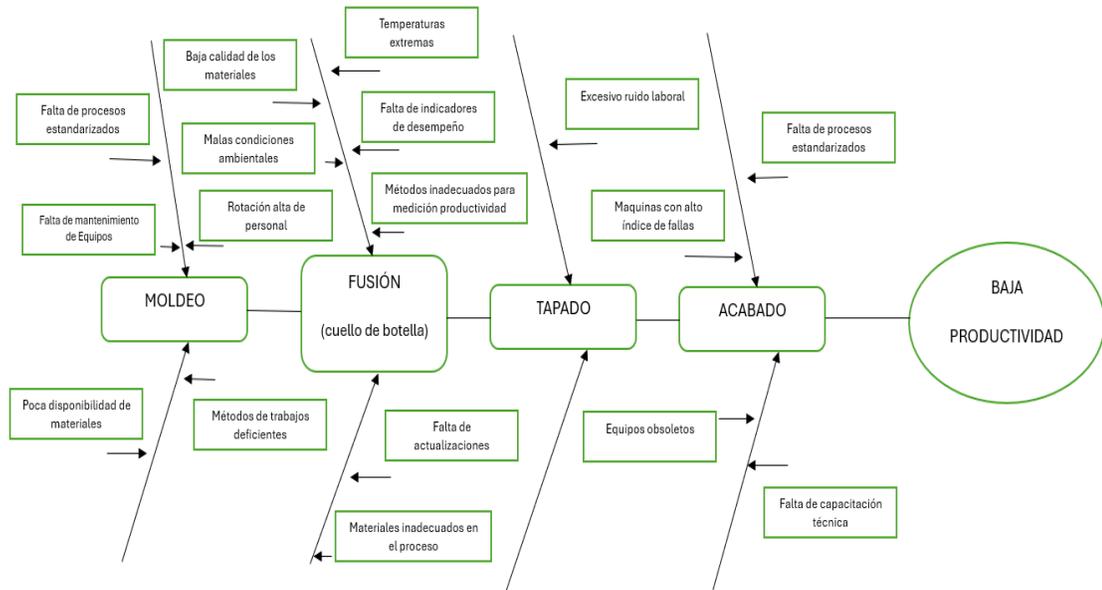


Figura 3 Diagrama causa-efecto de los puestos de trabajo

En la figura 3 podemos mencionar que; este análisis identifica las diferentes causas pueden afectar los procesos de producción, mencionando que en el proceso de moldeo identifica las siguientes causas: falta de procesos estandarizados, falta de mantenimiento de equipos, rotación alta de personal, métodos de trabajos deficientes y poca disponibilidad de materiales, en el procesos de fusión se identifican las siguientes causas : baja calidad de los materiales , temperaturas extremas, falta de indicadores de desempeño, malas condiciones ambientales, falta de actualizaciones, materiales inadecuados en el proceso y métodos inadecuados para medir la productividad, en el proceso tapado se identificaron: excesivo ruido laboral y en el proceso acabado se identificaron: falta de procesos estandarizados, máquinas con alto índice de fallas, equipos obsoletos y falta de capacitación técnica.

En seguida se realizará una matriz de árbol tomando en cuenta las causas que conllevan al problema de baja productividad:

## **Matriz de Árbol de Problemas**

### 1. Proceso de Moldeo

#### 1-A. Falta de procesos estandarizados

No hay procedimientos documentados, Falta de supervisión,

#### 1-B- Falta de mantenimiento de equipos

Programas de mantenimiento preventivo inexistentes, Equipos obsoletos

#### 1-C. Rotación alta de personal

Baja remuneración, Falta de incentivos

#### 1-D. Métodos de trabajo deficientes

Falta de capacitación, Procesos ineficientes

#### 1-E. Poca disponibilidad de materiales

Mala gestión de inventarios, Proveedores no confiables

### 2. Proceso de Fusión

#### 2-A. Baja calidad de los materiales

Proveedores de baja calidad, Falta de control de calidad

#### 2-B. Temperaturas extremas

Equipos de control de temperatura inadecuados, Falta de monitoreo constante

#### 2-C. Falta de indicadores de desempeño

No se establecen métricas, Falta de seguimiento

#### 2-D. Malas condiciones ambientales

Ventilación inadecuada, Espacios de trabajo congestionados

## 2-E. Falta de actualizaciones

Tecnología obsoleta, Resistencia al cambio

## 2-F. Materiales inadecuados en el proceso

Falta de especificaciones técnicas, Errores en la selección de materiales

## 2-G. Métodos inadecuados para medir la productividad

Herramientas de medición desactualizadas, Falta de análisis de datos

## 3. Proceso de Tapado

### 3-A. Excesivo ruido laboral

Máquinas ruidosas, Falta de equipos de protección auditiva

## 4. Proceso de Acabado

### 4-A. Falta de procesos estandarizados

Falta de procedimientos documentados, Inconsistencias en la producción

### 4-B. Máquinas con alto índice de fallas

Mantenimiento deficiente, Equipos antiguos

### 4-C. Equipos obsoletos

Falta de inversión en nuevas tecnologías, Costos de actualización altos

### 4-D. Falta de capacitación técnica

Programas de formación insuficientes, Escasa actualización en técnicas nuevas

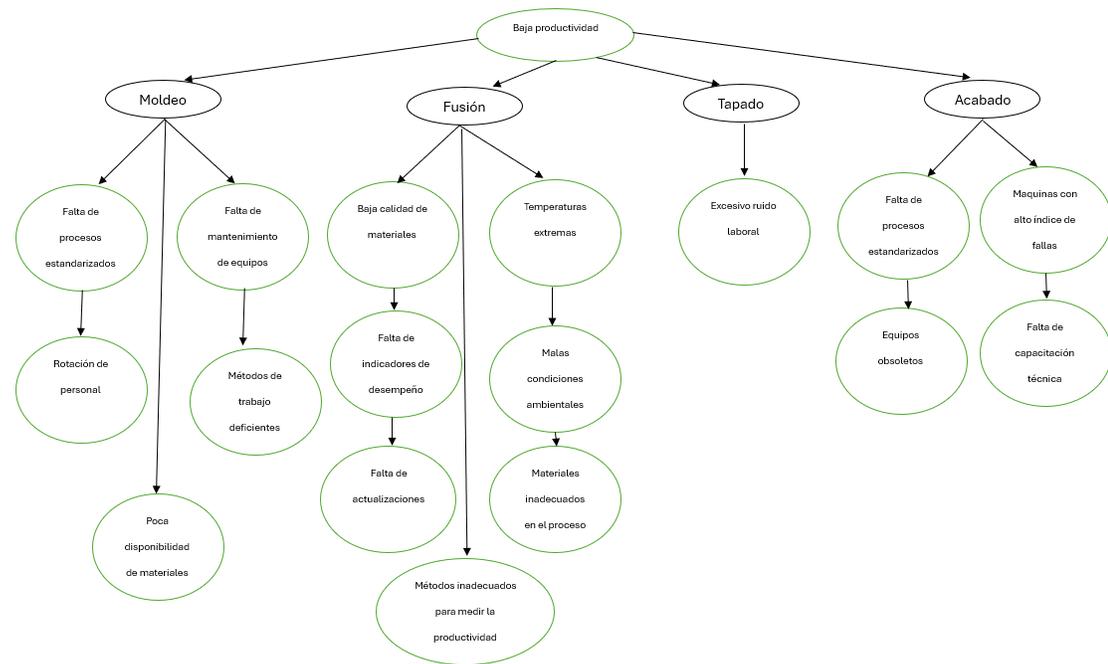


Figura 4 Matriz de árbol

Por lo cual se formula el siguiente problema:

## 1.2. Formulación del problema

### Problema general

¿En qué medida la aplicación del estudio de tiempos y su relación afecta la productividad del personal operativo en una empresa del rubro metalmecánico?

### Problema específico

¿En qué medida la aplicación del estudio de tiempos y su relación con la eficiencia del personal operativo de una empresa del rubro metalmecánico?

¿En qué medida la aplicación del estudio de tiempos y su relación con la eficacia del personal operativo de una empresa del rubro metalmecánico?

### **1.3. Objetivos**

#### **Objetivo general**

Determinar de qué manera la aplicación del estudio de tiempos se relaciona con la productividad del personal operativo en una empresa del rubro metalmecánico.

#### **Objetivo específico**

Determinar de qué manera la aplicación del estudio de tiempos se relaciona con la eficiencia del personal operativo en una empresa del rubro metalmecánico.

Determinar de qué manera la aplicación del estudio de tiempos se relaciona con la eficacia del personal operativo en una empresa del rubro metalmecánico.

### **1.4. Justificación**

#### **Justificación teórica**

Este trabajo es beneficioso ya que será útil para empresas e individuos interesados en este tema, debido que puede usarse para futuras investigaciones o desarrollo de conceptos relacionados con el tema de la investigación del tiempo y la productividad.

#### **Justificación económica**

El objetivo del estudio es aumentar la productividad mediante el uso de la investigación del tiempo, lo que significa mayores ventas y ganancias, menores costos de producción e inventario y una mayor satisfacción del cliente al recibir

los bienes en las fechas esperadas.

### **Justificación Práctica**

Esto se apreció en el logro de las metas propuestas, asimismo, permitió a la empresa mejorar su productividad y teniendo un efecto en atraer nuevos clientes y brindando confianza en el cumplimiento de sus pedidos.

## **1.5. Delimitantes de la investigación**

### **Delimitación teórica**

La delimitación teórica, se señala que las fuentes de información necesarias para desarrollar el trabajo de investigación. En estas investigaciones son delimitadas con las teorías del estudio del trabajo y productividad.

### **Delimitación temporal**

La investigación tuvo un periodo de desarrollo entre los años 2022-2023.

### **Delimitación espacial**

El presente trabajo de investigación se enfoca en la situación actual de la línea de producción, gracias a las facilidades proporcionados por la empresa, ubicada en el distrito de Ate -Vitarte, Lima.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes: Internacional y nacional.**

#### **Antecedente Internacional**

En su estudio "Diseño de un estudio de tiempos para mejorar la productividad de una Pyme de confección textil, ubicada en la ciudad de Valledupar", Jeremías (2022) aborda cómo medir el trabajo en una empresa utilizando métodos de observación, con un enfoque en el estudio de tiempo. Este método, popularizado por Frederick Winslow Taylor, se emplea para establecer tiempos estándar permitidos para realizar tareas específicas, considerando factores como la fatiga y las demoras inevitables. El objetivo del estudio es presentar un modelo de estudio de tiempos para una microempresa de confección textil en Valledupar, con la meta de aumentar su productividad. El diseño estructurado del estudio de tiempos permite a la empresa controlar sus operaciones y mejorar indicadores de productividad y calidad. Se identificaron y redujeron factores negativos como ruido, distracciones y pausas innecesarias, disminuyendo 13.05 minutos de tiempo improductivo. Se propuso un modelo de estudio de tiempos basado en diagramas bimanuales y la eliminación de tiempos desperdiciados, mostrando mejoras en la producción y reducción de tiempos en las actividades del proceso. El estudio reveló errores y retrasos que afectaban la línea productiva, y subrayó la falta de conocimiento en la pyme sobre la importancia de un estudio de tiempos. Se estableció un tiempo estándar para la producción de pantalones y se sugirió acelerar operaciones lentas eliminando pausas innecesarias o asignando personal adicional a actividades críticas. El estudio también diseñó una nueva distribución de la planta para evitar retrasos y creó formatos y un diagrama de recorrido para llevar a cabo el estudio de tiempos adecuadamente. Finalmente,

se observó una mejora significativa al contrastar el porcentaje de demora antes y después de la implementación del estudio de tiempos.

Domínguez (2023) en su investigación cuyo título es: “*Estudio de tiempos y movimientos como base para la mejora de la producción en la empresa Máster Fibra. 2023*”. El proyecto de investigación fue desarrollado por Máster Fibra como parte de la necesidad de la empresa de estandarizar el proceso de producción de piezas de fibra de vidrio, incluida la producción de cerchas, donde existen diversos problemas, entre ellos movimientos innecesarios, distancias de recorrido excesivas y atascos internos. Producción. Se estudia el proceso de fabricación de los modelos de Barras Bus más solicitados con base en el historial de ventas de la empresa y la aplicación de tablas ABC. Además, se proporcionan diagramas de flujo, cuadros de análisis y guías para facilitar la comprensión del proceso de fabricación. Se realiza un estudio de tiempos y movimientos para obtener tiempos de actividad productiva estándar para el proceso de producción de los paneles seleccionados con ayuda de un gráfico ABC, para luego calcular la capacidad de producción de la empresa con el objetivo de recomendar mejoras en el procesamiento. A partir de ello se han obtenido los tiempos estándar de todas las actividades del proceso productivo de los tableros de autobús con mayor demanda en 2021, y a partir de esta información se ha calculado la capacidad de producción de la empresa y el balance de líneas de producción. De tipo aplicada, se rediseñó el área de producción para reducir las distancias de transmisión del proceso. Los resultados identificaron el estado actual del proceso de fabricación de paneles de rieles más buscado por Máster Fiber, información que fue útil para hacer recomendaciones para mejoras de la empresa.

Rodríguez (2023) en su artículo titulado: “Optimización del proceso de producción mediante la aplicación del estudio de tiempos y movimientos en el

área de maquinado de piezas mecánicas en la empresa imd srl". Indica que los factores que afectan la productividad en la industria metalúrgica son diversos. operación, que es la base para la normalización de los tiempos de operación. El estudio utilizó métodos experimentales, descriptivos, de observación directa, donde se realizó análisis del tiempo con cronómetros utilizados de forma tradicional, es la técnica más común para medir tareas, planificar actividades a realizar, revisar bibliografías, artículos y artículos. entrevistas. Por tanto, el proceso de producción se puede mejorar eliminando tareas innecesarias y reduciendo el tiempo no productivo. Como resultados se muestran: Este estudio arrojó los resultados mostrados en la Figura 2, que permitió eliminar cinco actividades que no agregan valor al producto, además de los tiempos de producción estándar que se muestran en la Tabla 5. Reducción del tiempo de ejecución en 22 minutos. Establecer tiempos de producción estándar permite a las empresas establecer un estándar de producción que puede incorporarse no solo a la planificación sino también a los objetivos de productividad. Mostrando conclusiones las siguientes: Durante la fase de recolección de datos de los operadores que realizaban las rutas, se encontró que la recolección de datos no estaba controlada al no contar con una ruta fija, generando movimientos innecesarios y tiempos improductivos. La determinación de tiempos de producción estándar permite a la empresa crear patrones de producción estándar para otras líneas de producción de piezas, y su implementación en la planificación de la producción permite determinar tiempos de entrega correctos.

Espinoza (2022) en su artículo titulado: "Estudio de tiempos para la optimización de la producción en el área de postcosecha de una florícola". El estudio se centra en la organización del trabajo y los métodos de ingeniería y su aplicación al estudio del tiempo y el movimiento en la empresa "Rosas del Cotopaxi" en Latacunga, Ecuador. El principal objetivo de este trabajo es aumentar la productividad postcosecha, reducir operaciones innecesarias y

reducir el tiempo no productivo. La floricultura se diagnostica primero mediante un diagrama de flujo para identificar las actividades realizadas en el campo. Luego registre el tiempo para cada actividad. Según el diagnóstico inicial se obtuvieron un total de 946,95 masas por mes. Las mejoras que utilizan nuevos métodos de trabajo de combinación de actividades redujeron con éxito el tiempo del ciclo de 10,14 minutos a 8,29 minutos por lote, lo que aumentó la capacidad de producción mensual a 1158,20 lotes y aumentó la productividad en un 22 %. Método de investigación: El método utilizado es inductivo ya que permite identificar el proceso con apoyo de estudios de campo, obtener datos de tiempos de producción para su posterior procesamiento para comprender los tiempos de producción para decisiones posteriores y utilizar cronómetros y registros en hojas de cálculo para recolectar datos. El método de reinicio del cálculo del recuento de muestras para obtener la encuesta de tiempo. Este método estadístico nos permite saber cuántos datos necesitamos obtener para posteriormente utilizar la fórmula del tiempo de encuesta para calcular el tiempo normal y estándar, utilizar las tablas adicionales de la OIT para determinar el monto del subsidio. Como conclusiones: El tiempo requerido para la obtención de un ramo de flores de 25 tallos en el área de postcosecha de Florícola se determina en 10.14 (minutos), el cual incluye 7 subprocesos y 40 pasos. Estos se pueden mejorar con las mejoras actuales que son 8,29 (minutos), incluidos 7 subprocesos y 28 pasos. La producción de baúles hasta el momento fue de 23673,70 unidades mensuales, por lo que, en el proceso de aumento de productividad, se registró un incremento de 28955,09 unidades mensuales. Con el método propuesto, el rendimiento aumentó un 22%, lo que corresponde a 5281 tallos por mes.

Trejo (2022) en su artículo cuyo título es: "ANÁLISIS DE CASO PARA UN ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS, DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA INDUSTRIA 4.0: KAIZEN EN UN ROBOT" Propósito: El propósito de este

artículo es identificar las características esenciales del uso de las tecnologías digitales en el enfoque de productividad de los procesos industriales, a partir de la aplicación de los estudios de era y movimientos desarrollados en la teoría administrativa clásica, centrándose en la dinámica de los trabajadores en el rostro de la sociedad. en el campo de la automatización industrial. Método: Con base en una investigación documental y descriptiva, que incluye una revisión de la literatura histórica, económica y social, de la teoría administrativa clásica y posmoderna, se presenta un caso específico de mejoramiento desde una perspectiva social conductual que se desarrolla en un distrito industrial de la ciudad de San Luis Potosí, México. es descrito. Descubrimiento: La digitalización y automatización de equipos nos permite capturar datos de elementos de investigación y analistas y reducir la precisión y variabilidad de las muestras. Conclusión: Los resultados obtenidos con la máquina nos permitieron reducir el proceso de análisis de tiempo y movimiento en más de un 50%.

### **Antecedente Nacional**

Maldonado (2022) en su estudio titulado: “Propuesta de la aplicación de estudio de tiempos en el área de producción para incrementar la productividad en la empresa de metal mecánica Axis Ingeniería y Proyectos SAC. 2022” En este trabajo se analizaron las empresas del proyecto Axis Ingeniería y S.A.C. y se realizaron una serie de actividades para llevar sus procesos productivos a los estándares de perfección en el proyecto “Producción de pilotes Ø1016mm”, correspondiente al departamento de maquinaria metálica. Con base en los antecedentes descritos, el autor utilizó un método de ingeniería enfocado en el estudio del tiempo y una herramienta adicional: el diagrama de Ishikawa para diagnosticar el problema de la baja productividad en el área de producción. Cabe señalar que luego de realizar un análisis causal, se realizó un estudio

para tal fin. Con la guía y el diagrama de operación DAP, puede comprender el estado actual del proceso de producción y luego registrar y estudiar el tiempo. El motivo principal es el transporte de herramientas del producto y las propuestas de mejora de este estudio, los autores concluyeron que la nueva disposición de las actividades productivas permitió optimizar las rutas, se logró una reducción del 47.7%, lo que resultó en una producción satisfactoria y una reducción de tiempo de ciclo de trabajo estándar del 33,38 %. La empresa estandarizó con éxito el proceso y mejoró la productividad del acero en la fabricación de pilotes.

Tataje (2022) en su estudio cuyo título es: “Aplicación de estudio de trabajo para mejorar la productividad en la fabricación de puentes metálicos en Alesof E.I.R.L, Lima 2022” menciona en su investigación que el objetivo del presente estudio de investigación es aplicar el estudio de trabajo para aumentar la productividad de la empresa ALESOF WELDING E.I.R.L. El tipo de estudio utilizado fue explicativo y el enfoque cuantitativo. Además, la empresa ALESOF WELDING E.I.R.L. mostró el proceso de fabricación de tres puentes metálicos. Como resultado, la productividad inicial fue del 70.15% con un tiempo estándar de 49,323 minutos, lo que equivale a 822.05 horas en 124 días de trabajo. Después de que se implementó el nuevo método de trabajo, la productividad alcanzó una media del 95,30% con un tiempo estándar de 54,137 minutos, lo que equivale a 902.29 horas en 100 días de trabajo. De esta manera, se puede concluir que la productividad experimentó una mejora del 25.15%. Con respecto a la eficiencia, comenzó con una media del 80.94% y luego mejoró hasta alcanzar una media del 96.20%. Y la eficacia previa tenía una media del 86,67%, pero después de ajustar la variable independiente, alcanzó una media del 99,06 %. El estudio de trabajo mejoró la productividad de ALESOF WELDING E.I.R.L.

Cerdán (2020) en su estudio titulado: “Diseño de las herramientas lean service

para reducir los tiempos de mantenimiento correctivo y preventivo, en el taller de la empresa COANSA del Perú Ingenieros. 2020". El objetivo del estudio fue determinar el impacto del diseño del servicio económico realizado para este fin en los talleres de Coansa del Perú Ingenieros en el tiempo de mantenimiento, diagnóstico de la situación existente en los talleres, identificación y diseño; Herramientas de servicio lean, análisis de impacto de mejora y economía de las herramientas de servicio lean Comienza el análisis. La investigación es aplicada, explicativa, cuantitativa y preexperimental. De la situación actual en el taller, es obvio que el principal problema es el retraso en las actividades de mantenimiento debido a una división insuficiente del taller, transporte innecesario, movimientos innecesarios, colocación incorrecta de máquinas/herramientas, mal marcado, materiales y herramientas obsoletos, etc. El almacén estaba sumido en el caos. El tiempo de procesamiento es actualmente de 4364 minutos y el tiempo de procesamiento es de 3344 minutos. Además, el desperdicio se encuentra en movimientos innecesarios, esperas y transportes innecesarios. La herramienta de servicio eficiente elegida se centró en la reducción de residuos, para lo cual se utilizó el emergente VSM. Desarrollado esquema de pasta, 5S, kit de herramientas, POUS de taller, Kaizen y multiherramienta. La implementación de Lean Services tuvo un impacto positivo en el tiempo de mantenimiento, con retrasos reducidos en 871 minutos. La TIR esperada de la implementación de la herramienta lean service es del 67%, el VAN es de 9469 soles y la relación beneficio/costo es de 2.34 soles.

Soto (2023) en su investigación titulada: "Estudio de tiempos y movimientos para la mejora de la productividad en los procesos de desglose y empaque de frijol de palo congelado en la empresa procesadora Perú SAC. 2023". Este estudio se realizó en PROCESADORA PERÚ SAC para realizar estudios de

tiempos y movimientos para incrementar la productividad durante el partido y envasado de lentejas congeladas. Los tipos de investigación utilizados fueron el diseño no experimental y el cuantitativo. Población y muestra son los registros de producción, personas y procesos mencionados anteriormente. La recolección de datos se realizó mediante instrumentos, cuestionarios, manuales de análisis, manuales de observación y mediciones con cronómetro. En el proceso de segmentación se analizaron únicamente las operaciones de entrega IQF (congelado rápido individual): operaciones de llenado, pesaje y sellado, ensamblaje de carrocerías, envasado y procesos de detección de metales. La empresa proporcionó diagramas de operaciones (DOP) y diseños. Los diagramas de análisis de procesos (PAD) o diagramas de flujo de análisis y diagramas de ruta se crean durante el desarrollo de la propuesta a optimizar. La propuesta aumentó la productividad en un 46%, del 3,97% al 5,74%. La relación beneficio/costo es de 2,3, lo que significa que es financieramente viable. Se recomienda utilizar los tiempos estándar recomendados para mejorar o actualizar el IKI con métodos modernos, ya que esto es un cuello de botella en el proceso. También se recomienda optimizar aún más otras partes del proceso.

Churata (2021) en su estudio titulado: "Ingeniería de métodos en la producción de ajos para aumentar la productividad en la empresa Ajos Reyes Perú Ate Vitarte, 2021". El propósito del trabajo de investigación es mostrar cómo la implementación de la ingeniería de métodos puede incrementar la productividad de la producción de ajo en la empresa peruana Ajos Reyes, Ate vitarte, 2021. , Variables de la ingeniería de métodos y variables de productividad, se examinó un diagrama de Pareto, en el cual Se identificaron 4 razones principales: falta de estudios de movimiento, falta de tiempo de investigación, saturación de la máquina por carga rápida, negligencia en la

operación donde se desarrollan métodos para solucionar el problema, luego se elaboraron cronogramas de trabajo, el tiempo requerido para cada operación y luego se estandarizó el trabajo, así como el balanceo de líneas, se reordenaron las máquinas para reducir tiempo y espacio, y a medida que mejoró el método, eliminamos el doble procesamiento en el análisis, encontramos que del anterior. A juzgar por la situación, el tiempo estándar de la línea de producción es de 2373 minutos, la eficiencia es del 72,42%, la eficiencia anterior era del 79% y la productividad era del 57,20%. El tiempo de línea de producción estándar es 1439 minutos (optimizado 934 minutos), eficiencia 97% (aumentada en 25%), eficiencia 98% (aumentada en 19%), productividad 95% (aumentada en 37%). Se concluyó que los métodos tecnificados de producción de ajo aumentaron significativamente la productividad en un 38%, como se muestra en la Tabla 23. Se recomienda seguir midiendo las métricas de optimización de recursos para poder estandarizar continuamente el tiempo y mejorar continuamente los porcentajes de eficiencia para mantener el rendimiento empresarial. El resultado antes de la introducción de la eficiencia era 72%. El enfoque es eficaz y para aumentar la productividad es necesario eliminar retrabajos y actividades que no añaden valor.

## **2.2. Bases teóricas**

### **Variable independiente: Estudio de tiempos**

Adriazola (2021) Independientemente de a qué departamento o actividad se dedique la empresa, las técnicas de investigación del tiempo se pueden utilizar porque permite crear los procedimientos necesarios que ayudan a ejecutar las actividades de la organización de manera más eficiente y rápida. Es una herramienta de medición del trabajo que se utiliza para registrar el tiempo y las acciones tomadas para realizar tareas específicas en condiciones específicas, de modo que los datos puedan analizarse y calcularse el tiempo necesario para

completar las tareas a partir de los datos. Los objetivos son el establecimiento de metas operativas o procedimientos para llevar a cabo actividades específicas.

Arrieta (2019) El estudio de tiempos se realizó en cuatro etapas. La primera fase determina el ritmo al que los empleados completan su trabajo, junto con la idea del analista de un ritmo de trabajo normal. En el segundo paso se convierte el tiempo de observación a tiempo normal, en el tercer paso se determinan las adiciones a agregar durante el tiempo normal del proceso en estudio y se determina el tiempo estándar requerido para el proceso en estudio.

Las siguientes herramientas son requisitos a fin de hacer un estudio de trabajo:

Arrieta (2019) Diagrama de flujo de trabajo Este diagrama le permite mostrar todos los eventos o actividades de un proceso utilizando diferentes símbolos para cada tipo de actividad. Los tipos de actividades incluyen actividades, inspecciones y movimiento de materias primas o materias primas. Los gráficos de ruta, DOP y DAP son los gráficos más comunes.

Identificación empresa:		Resumen										
		Actividad	Símb	Actual	Propuesto	Abonos						
Actividades:		Operación										
Operador: Analítico		Transporte										
Método: actual <input type="checkbox"/> propuesto <input type="checkbox"/>		Inspección										
Tipo: obrero <input type="checkbox"/> aterial <input type="checkbox"/> máquina <input type="checkbox"/>		Almacenaje										
Comentarios:		Demoras										
		Tiempo mín.										
		Distancia m.										
		Distancia m.										
Descripción de actividades	Símbolos					Tiempo (minutos)	Distancia (metros)	Mejoras				
	○	⇒	D	□	▽			Comb	Simplf	Dejar	Cam	Comentarios
	○	⇒	D	□	▽							
	○	⇒	D	□	▽							
	○	⇒	D	□	▽							
	○	⇒	D	□	▽							

Figura 5 DOP

Fuente: Cotrina, 2022 pag.11

Estos diagramas bimanuales describen las tareas que se realizan con la mano izquierda y la derecha.

Arrieta (2019) Un cronómetro es un cronómetro diseñado para leer cualquier medida de tiempo disponible, es decir. lecturas en segundos, minutos, etc. Se utiliza para estudiar el tiempo, observar y registrar la información de tiempo que necesitan los colaboradores para desarrollar una actividad o tarea de acuerdo a ciertos parámetros para que la información pueda ser visualizada de manera inmediata.

El tiempo normal (TN) es el tiempo en el que un profesional colaborador formado para un puesto de trabajo específico y que normalmente desarrolla su propio ritmo puede realizar la actividad objeto de estudio. Determinado por la siguiente fórmula:

$$Tn = Te * Fv$$

Las horas extraordinarias (OT) son el tiempo o intervalo que un empleado o colega dedica a recuperarse de su jornada laboral normal, a satisfacer las demandas fisiológicas del cuerpo o los efectos psicológicos, como la fatiga o el estrés, provocados por un trabajo en particular.

El tiempo estándar (TE) se puede calcular utilizando la siguiente fórmula y es el tiempo necesario para que un trabajador profesional capacitado realice una tarea a velocidad normal, más el tiempo adicional requerido para descanso o necesidades fisiológicas.

$$Ts = Tn * (1 + Supl)$$

### **Distribución de planta**

Cotrina (2022) Se refiere a activos industriales como maquinaria, equipo, trabajadores, lugares para mover y almacenar materiales, ubicación física organizada y espacio requerido para mantener la mano de obra indirecta, servicios auxiliares y beneficios relacionados. Se deben considerar todos los recursos de las instalaciones, como los gerentes de sección, las áreas de descanso y los baños.

TIPO DE PROCESO	TIPO DE PRODUCTO	VOLUMEN DE PRODUCCIÓN	DISPOSICIÓN EN PLANTA	TIPO DE PUESTO DE TRABAJO	CICLO DE PRODUCCIÓN
Puestos Fijos, Proyecto	Individual. No estandarizado.	Una unidad o muy bajo.	Fija. Orientación al proceso.	Itinerantes	Unido +- largo.
Funcional (Talleres)	A medida. Poco estandarizado.	Pocas unidades o series cortas.	Orientación al proceso por lotes.	Fijos, grupos homogéneos.	Largo (espera y colas).
En Flujo o Cadena	Estandarizado. Más o menos personalizable.	Grande. Series más o menos largas.	Orientación al producto. Flujo en unidades.	Fijos (según producto).	Corto (flujo unitario sin esperas).
Flujo Continuo	Identificable en flujo homogéneo.	Muy elevado e interrumpido.	Orientación al producto por flujo continuo.	Flujo automatizado.	Corto (flujo continuo sin esperas).

Figura 6 Características de los tipos de distribución en planta de los procesos

Fuente: Cotrina, 2022 pag.13

### **ASTM E8 e ISO 6892-1**

Yong (2020) menciona que: Las normas ASTM E8 e ISO 6892-1 establecen los métodos estándar para realizar ensayos de tracción en materiales metálicos a temperatura ambiente. Ambas normas describen en detalle la preparación de las muestras, las dimensiones y formas de las probetas, así como las instrucciones para la fabricación y preparación de las mismas. También especifican los requisitos para el equipo de ensayo, incluyendo la máquina de tracción, el calibrado y la precisión necesarios, así como el uso de extensómetros para medir la elongación.

El procedimiento de ensayo en ambas normas detalla los métodos para sujetar la muestra y aplicar la carga, y recomiendan velocidades específicas de aplicación de carga. Asimismo, proporcionan métodos para calcular las propiedades mecánicas como el límite elástico, la resistencia a la tracción y la elongación, ofreciendo directrices para la interpretación y reporte de los resultados del ensayo. Ambas normas incluyen procedimientos para asegurar la exactitud, repetibilidad y reproducibilidad de los resultados.

Aunque comparten muchas similitudes, como su enfoque en los ensayos de tracción a temperatura ambiente y la especificación de detalles técnicos,

existen algunas diferencias clave. ASTM E8 es una norma estadounidense, mientras que ISO 6892-1 tiene un alcance internacional. Además, ISO 6892-1 proporciona métodos alternativos para la velocidad de ensayo, incluyendo métodos de velocidad de tensión y de velocidad de deformación, que no están especificados de manera similar en ASTM E8.

En resumen, tanto ASTM E8 como ISO 6892-1 son fundamentales para garantizar la uniformidad y fiabilidad en la evaluación de las propiedades mecánicas de los materiales metálicos, facilitando así la comparación de resultados entre diferentes laboratorios y aplicaciones industriales.

### **Variable dependiente: Productividad**

Cordero (2023) Según él, la productividad se refiere a la entrada y salida de un proceso particular. Todos los recursos necesarios para la transformación para obtener el resultado de un proyecto o producto se denominan insumos. Los productos son toda la producción de bienes manufacturados.

Cabanillas (2022) Señale que la productividad se define como el arte de fabricar, producir o mejorar bienes y servicios. Esto se expresa en los materiales utilizados en la producción y su resultado. Por lo tanto, la productividad se mide utilizando la eficiencia de los recursos (materiales, tierra, capital y energía). De allí que se puede decir que la productividad puede producir o mejorar los bienes y servicios de la empresa en su área de producción. Por tanto, el estudio de la productividad laboral es especialmente importante en la industria metalúrgica.

### **Eficacia:**

García (2019) Cuando se habla de eficiencia, se refiere al logro de los objetivos de la empresa y la satisfacción del cliente, por lo que se concluye

que la eficiencia es igual a la producción real entre la producción objetivo y la producción real, cuyo resultado se expresa como un porcentaje. Por tanto, la eficiencia llega al metal. La capacidad de la empresa transformadora para mejorar los procesos se puede medir, mediante la siguiente fórmula.

$$E = \frac{\text{Recursos alcanzados}}{\text{Recursos previstos}} \times 100$$

**Eficiencia:**

Rojas, Jaime y Valencia (2019) Un término que indica una medición es la capacidad o calidad de un sistema para realizar económicamente un determinado producto. También tiene una perspectiva económica basada en la capacidad de producir al máximo con los menores recursos, energía y tiempo, lo que permite el uso óptimo de los recursos para lograr los resultados de producción deseados. Por lo tanto, se puede obtener el cumplimiento específico del producto aplicando la siguiente fórmula. Por tanto, la eficiencia es responsable del correcto uso de los resultados.

$$= \frac{\text{Recursos utilizado}}{\text{Recursos disponible}} \times 100$$

**a) Aporte científico:**

En este sentido, la principal aportación de este trabajo es el estudio de la relación entre el tiempo de aprendizaje y los factores de productividad. Se han publicado diversos estudios sobre estudios metodológicos, pero hay pocas investigaciones sobre la relación entre los estudios de tiempos y la productividad. (Miller, 1912)

**b) Aporte tecnológico:**

La tecnología aparece como estrategia para alcanzar el desarrollo y en esa medida, esta tesis indica herramientas de apoyo tecnológico como el uso de software que nos apoyaran con la recolección de datos, con la finalidad de aportar conocimiento informático para generaciones futuras (Maynard, 1948).

**c) Aporte económico:**

Al utilizar estos papeles, las empresas metalmeccánicas reducirán costes y, por tanto, aumentarán sus beneficios.

**d) Aporte filosófico:**

Este trabajo nos da un enfoque filosófico porque si adoptamos la filosofía de la productividad nos ayudará a aprovechar mejor nuestros recursos especialmente los recursos humanos como se muestra en este trabajo. (Niebel, 1952).

**e) Aporte humanístico:**

Este artículo muestra que la atención se centra no sólo en el estudio del trabajo y la productividad, sino también en aspectos descuidados de las personas y su interacción con la sociedad en el lugar de trabajo.

**Diseño del trabajo**

Córdova (2020) El diseño del trabajo se refiere a la configuración y organización de tareas, responsabilidades y flujos de trabajo dentro de una organización. Involucra la planificación de los puestos de trabajo, la definición de roles y la distribución de tareas para asegurar que los procesos sean eficientes y efectivos.

Actividad	Objeto de estudio	Técnicas de estudio
Proceso de producción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminar o combinar pasos.</li> <li>• Reducir la distancia de transporte.</li> <li>• Identificar retrasos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagrama de flujo</li> <li>• Diagrama del proceso.</li> </ul>
Trabajador en un sitio de trabajo fijo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simplificar el método.</li> <li>• Minimizar los movimientos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagrama de operaciones.</li> <li>• Diagramas SIMO.</li> <li>• Aplicación de los principios de la economía de movimientos.</li> </ul>
Interacción del trabajador con equipos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Minimizar el tiempo ocioso.</li> <li>• Determinar el número o la combinación de máquinas ideales para equilibrar el costo del trabajador y el tiempo inactivo de máquinas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagrama de actividades.</li> <li>• Diagrama hombre-máquina.</li> </ul>
Interacción del trabajador con otros trabajadores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maximizar la productividad.</li> <li>• Minimizar la interferencia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagramas de actividades.</li> <li>• Diagrama de proceso de equipos.</li> </ul>

Figura 7 Diseño del trabajo

Fuente: Córdova, 2020 pág. 23

### Utilización del operario

Choque (2021) menciona que, según el principio de economía de movimientos, cuando se habla del uso del cuerpo humano, los movimientos deben ser del menor orden o clasificación posible, lo que significa reducir al mínimo el esfuerzo requerido para realizar cada acción.

### Utilización de la maquina

Es el porcentaje del tiempo total disponible durante el cual una máquina está operativa y realizando su función prevista. Se calcula como la relación entre el tiempo de operación efectiva de la máquina y el tiempo total disponible para su uso.

### 2.3. Marco conceptual

## **Estudio de tiempos**

Según (Kanawaty, 1996) "El estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo que se utiliza para registrar el tiempo y el ritmo de trabajo que cumple con los elementos de una tarea determinada".

El estudio de tiempos es una técnica para determinar con la mayor precisión posible el tiempo necesario para completar una tarea específica de acuerdo con estándares de desempeño predeterminados basados en un número limitado de observaciones. Los estudios de tiempos se realizan cuando: Se va a realizar una nueva operación, actividad o tarea. Las quejas sobre el tiempo de trabajo las presentan los empleados o sus representantes. Los retrasos debidos a una actividad lenta provocan retrasos en otras actividades. El objetivo es determinar los tiempos estándar del sistema de estimulación. Se descubre que una máquina o grupo de máquinas tiene un rendimiento deficiente o experimenta un tiempo de inactividad excesivo.

### **Pasos básicos para su realización**

#### **Preparación del estudio de tiempos**

Selección de operaciones: Primero es necesario determinar qué operación queremos medir. En primer lugar, su calendario depende de los objetivos generales de nuestros estudios de medición. Sin embargo, podemos utilizar los siguientes criterios para hacer una elección.

- a) El orden de los procesos en que se presentan.
- b) El potencial de ahorro operativo esperado asociado con los costos operativos anuales se calcula de la siguiente manera:
- c) En función de necesidades específicas:

Selección de personal: al seleccionar operadores, considere las habilidades del operador, su voluntad de cooperar, su temperamento, su experiencia, etc.

Actitud hacia los empleados: En esta etapa la percepción de los subordinados cobra importancia y por ello la investigación no debe hacerse en secreto.

$$\text{Costo anual de la operación} = \text{Actividad anual} \times \text{Tiempo de operación} \times \text{Salario horario}$$

### Ejecución del estudio del trabajo

a) Obtener y registrar toda la información operativa relevante. Es importante que el analista registre toda la información relevante obtenida de la observación directa para su posterior revisión de los estudios.

b) Dividir operaciones en elementos: Un elemento es una parte significativa y claramente definida de una operación o tarea determinada, que consta de uno o más movimientos básicos del operador y movimientos de la máquina o fases del proceso seleccionados para su observación y selección.

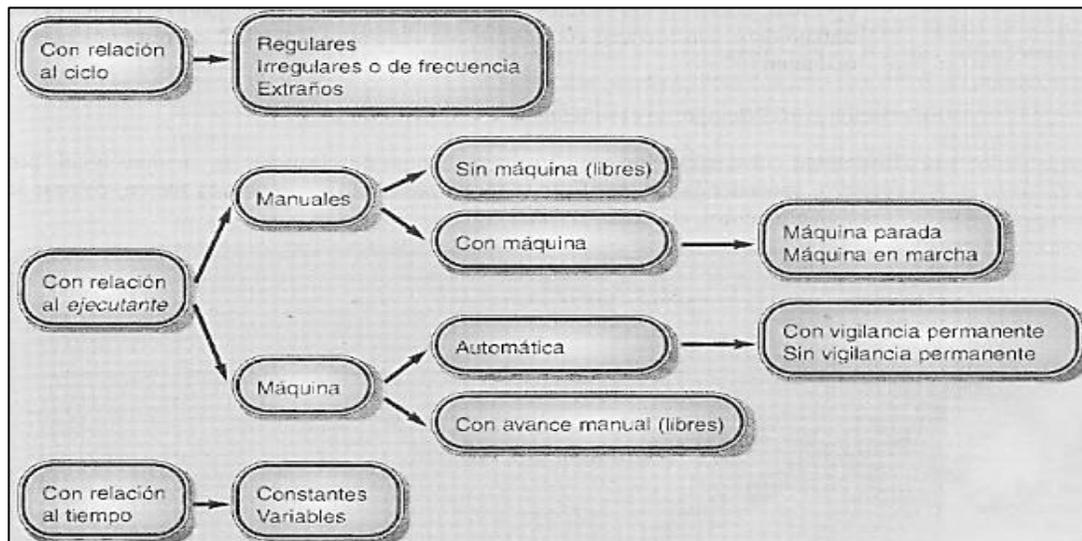


Figura 8 Descomposición de los elementos

Fuente: Roberto García, Estudio del trabajo, 2da edición, 1998.

c) Medición del tiempo: cuando hayamos registrado toda la información general e información sobre métodos de trabajo estandarizados. La siguiente fase implica medir el tiempo de operación, una tarea a menudo denominada sincronización. El dispositivo utilizado para medir el tiempo es el reloj astronómico, un dispositivo que se mueve periódicamente mediante un mecanismo de reloj que puede iniciarse o detenerse a voluntad del operador.

d) Estimación del tiempo normal: La extensión del estudio de tiempos depende en gran medida de la naturaleza de la actividad individual. El tiempo normal se calcula de la siguiente manera:

$$\text{TIEMPO NORMAL} = \text{TIEMPO UTILIZADO} \times \text{FACTOR DE VALORACIÓN}$$

### **Valoración del estudio de tiempo**

Evaluar y complementar los ritmos de trabajo son dos de los temas más discutidos en los estudios de tiempos. El objetivo de ambos estudios era determinar el tiempo típico que tardan las empresas en determinar la carga de trabajo de cada puesto, determinar los costos estándar o crear sistemas de compensación de incentivos.

a) Métodos de evaluación: Existen métodos como el método de medición del tiempo, los factores de trabajo y los estudios de tiempo de actividad básica que pueden determinar el tiempo dedicado a una actividad mediante el análisis de micro actividades.

b) Calcular el tiempo base o tiempo aproximado: la suma de los tiempos de todos los micro movimientos utilizados en una actividad da el tiempo aproximado de esta actividad.

### **Suplementos**

a) Análisis del retraso: En los viajes cronometrados se podrán conceder tres tipos de dietas: dieta por retraso personal, prima por fatiga y prima por retraso especial.

Estudios de fatiga: La tolerancia a la fatiga se puede determinar mediante: Evaluación objetiva utilizando criterios de fatiga. inspección directa. (García, 2004)

Tabla 3 Determinación de los tiempos suplementarios

	H	M		H	M
1. suplementos constantes			E. Calidad de aire (factores climáticos inclusive)		
- suplemento por necesidades personales	5	7	- buena ventilación o aire libre	0	0
- suplementos básicos por fatiga	4	4	- mala ventilación, pero sin emanaciones tóxicas ni nocivas	5	5
total:	9	11	- proximidades de hornos, calderas, etc.	5	15
2. suplementos variables añadidas al suplemento básico por fatiga			F. tensión visual		
A. suplemento por trabajar de pie	2	4	- trabajos de cierta precisión	0	0
B. suplemento postura anormal			- trabajos de precisión o fatigosos	2	2
- Ligeramente incómoda	0	1	- trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5
- Incómoda inclinado	2	3	G. Tensión auditiva		
- Muy incómoda (echado-estrado)	7	7	- Sonido continuo	0	0
C. Levantamiento de pesos y uso de fuerza (levantar, tirar o empujar)			- Intermitente y fuerte	2	2
- Peso levantado o fuerza ejercida (en kg)			- Intermitente y muy fuerte	3	3
2,50	0	1	- Estridente y fuerte	5	5
5,00	1	2	H. Tensión mental		
7,50	2	3	- Proceso bastante complejo	1	1
10,00	3	4	- Proceso complejo o atención muy dividida	4	4
12,50	4	6	- Muy complejo	8	8
15,00	6	9	I. Monotonía mental		
17,50	8	12	- Trabajo algo monótono	0	0
20,00	10	15	- Trabajo bastante monótono	1	1
22,50	12	18	- Trabajo monótono	4	4
25,00	14	---	J. Monotonía física		
30,00	19	---	- Trabajo algo aburrido	0	0
40,00	33	---	- Trabajo aburrido	2	1
50,00	58	---	- Trabajo muy aburrido	5	2
D. Intensidad de luz					
- Ligeramente por debajo de lo recomendado	0	0			
- Bastante por debajo	2	2			
- Absolutamente insuficiente	5	5			

(H = Hombres; M = Mujeres)

Fuente: Gustavo Morí. Introducción al Estudio de Trabajo. 2da edición. 2007

### Tiempo estándar

Este es el tiempo asignado para la tarea. Incluye el tiempo con elementos periódicos (repetitivos, constantes, variables) así como elementos aleatorios o aleatorios observados durante el estudio del tiempo. A estas horas ya costosas

se suman los siguientes complementos: Personal, Fatiga y Especial.

Cómo obtener este resultado:

$$\text{Tiempos estándar} = \text{Tiempo normal} (1 + \text{suplemento})$$

### El estudio de métodos

Según (Kanawaty, 1996) Es el registro sistemático y el examen crítico de cómo se hacen las cosas para poder realizar mejoras.

El registro se realizará mediante gráficos y tablas, de los cuales existen varios tipos uniformes, cada uno de los cuales tiene su propia finalidad y se describirá a su vez. Por ahora basta señalar que los gráficos utilizados se dividen en dos categorías:

<b>A. GRAFICOS</b>	Que indican la SUCESION de los hechos Cursograma sinóptico del proceso Cursograma analítico del operario Cursograma analítico del material Cursograma analítico del equipo o maquinaria Diagrama bimanual Cursograma administrativo
<b>B. GRAFICOS</b>	Con ESCALA DE TIEMPO Diagrama de actividades múltiples Simograma
<b>C. DIAGRAMAS</b>	Que indican MOVIMIENTO Diagrama de recorrido o de circuito Diagrama de hilos Ciclograma Cronociclograma Gráfico de trayectoria

Figura 9 Categorías del estudio del trabajo

Fuente: George Kanawaty. Introducción al estudio del trabajo. 1era. Edición 1996

Tabla 4 Símbolos empleados para los crucigramas

	Operación	Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento. Por lo común, la pieza, materia o producto del caso se modifica o cambia durante la operación.
	Inspección	Indica la inspección de calidad y/o la verificación de la cantidad
	Transporte	Indica el lugar de los trabajadores, materiales y equipo de un lugar a otro.
	Deposito temporal o espera	Indica demora en el desarrollo de los hechos: por ejemplo, trabajo en suspenso entre dos operaciones sucesivas o abandono momentáneo, no registrado, de cualquier objeto hasta que se necesite.
	Almacenamiento permanente	Indica depósito de un objeto bajo vigilancia de un almacén donde se lo recibe mediante alguna forma de autorización o donde se guarda con fines de referencia.
	Actividades combinadas	Cuando se desea indicar que varias actividades son ejecutadas al mismo tiempo operario de un mismo lugar de trabajo, se combinan los símbolos de tales actividades.

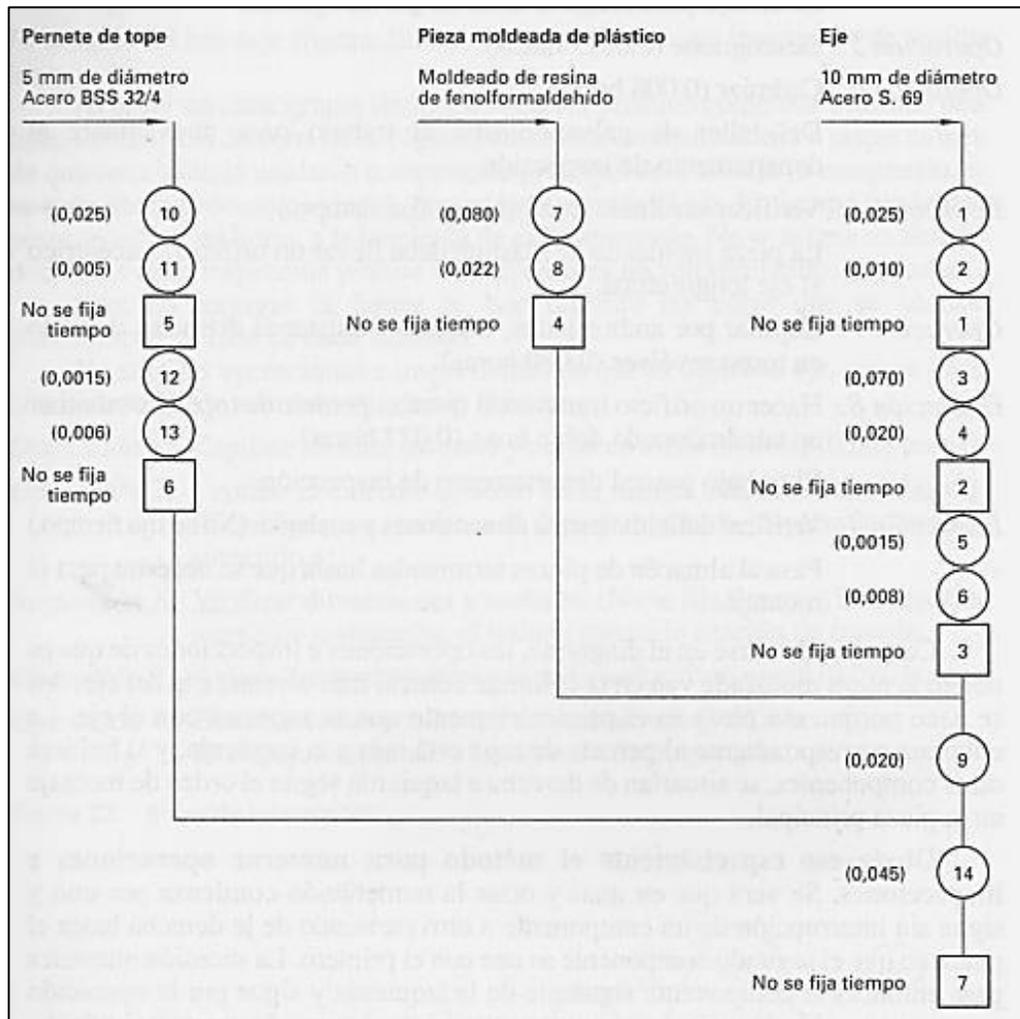


Figura 10 Cursograma sinóptico

Fuente: Kanawaty. Introducción al estudio del trabajo. 1era. Ed1996

Desmontaje, limpieza y desengrase de motor.

Diagrama núm. 1	Hoja núm. 1	de 1	Método: Original
Producto: Motores de autobús			Operario(s):
Proceso: Desmontar, desengrasar y limpiar motores usados			Lugar: Taller de desengrase
			Compuesto por:
			Aprobado por: Fecha:
Distancia (metros)	Símbolo	Actividad	Tipo de actividad
	▽	En almacén de motores usados .....	
	1 ▷	Motor izado con grúa (eléctrica) .....	No productiva
24	2 ▷	Transportado hasta grúa siguiente .....	"
	3 ▷	Descargado en tierra .....	"
	4 ▷	Recogido con segunda grúa (eléctrica) .....	"
30	5 ▷	Transportado hasta taller de desmontaje .....	"
	6 ▷	Descargado en tierra .....	"
	○	Desmontado .....	Productiva
	○	Principales componentes limpiados y extendidos .....	"
	□	Inspeccionado estado de las piezas; consignar lo observado .....	No productiva
3	7 ▷	Piezas llevadas a jaula de desengrase .....	"
	8 ▷	Cargadas con grúa de mano para llevar a desengrasar .....	"
1,5	9 ▷	Transportadas hasta desengrasadora .....	"
	10 ▷	Descargadas en desengrasadora .....	"
	○	Desengrasadas .....	Productiva
	11 ▷	Sacadas con grúa de desengrasadora .....	No productiva
6	12 ▷	Transportadas desde desengrasadora .....	"
	13 ▷	Descargado en tierra .....	"
	□	Dejadas enfriar .....	"
12	14 ▷	Transportadas hasta bancos de limpieza .....	"
	○	Limpiadas a fondo .....	Productiva
9	15 ▷	Colocadas ya limpias en una caja .....	No productiva
	□	Esperar transporte .....	"
	16 ▷	Cargadas en un carrillo todas las piezas salvo bloque y culatas de cilindros .....	"
76	17 ▷	Transportadas hasta departamento de inspección de motores .....	"
	18 ▷	Descargadas y extendidas en mesa de inspección .....	"
	19 ▷	Bloque y culatas de cilindros cargados en carrillo .....	"
76	20 ▷	Transportados hasta departamento de inspección de motores .....	"
	21 ▷	Descargados en tierra .....	"
237,5	□	Depositados provisionalmente en espera de inspección .....	"

Figura 11 Cursograma analítico

Fuente: George Kanawaty. Introducción al estudio del trabajo. 1era. Edición 1996

Desmontaje, limpieza y desengrase de un motor (método original).



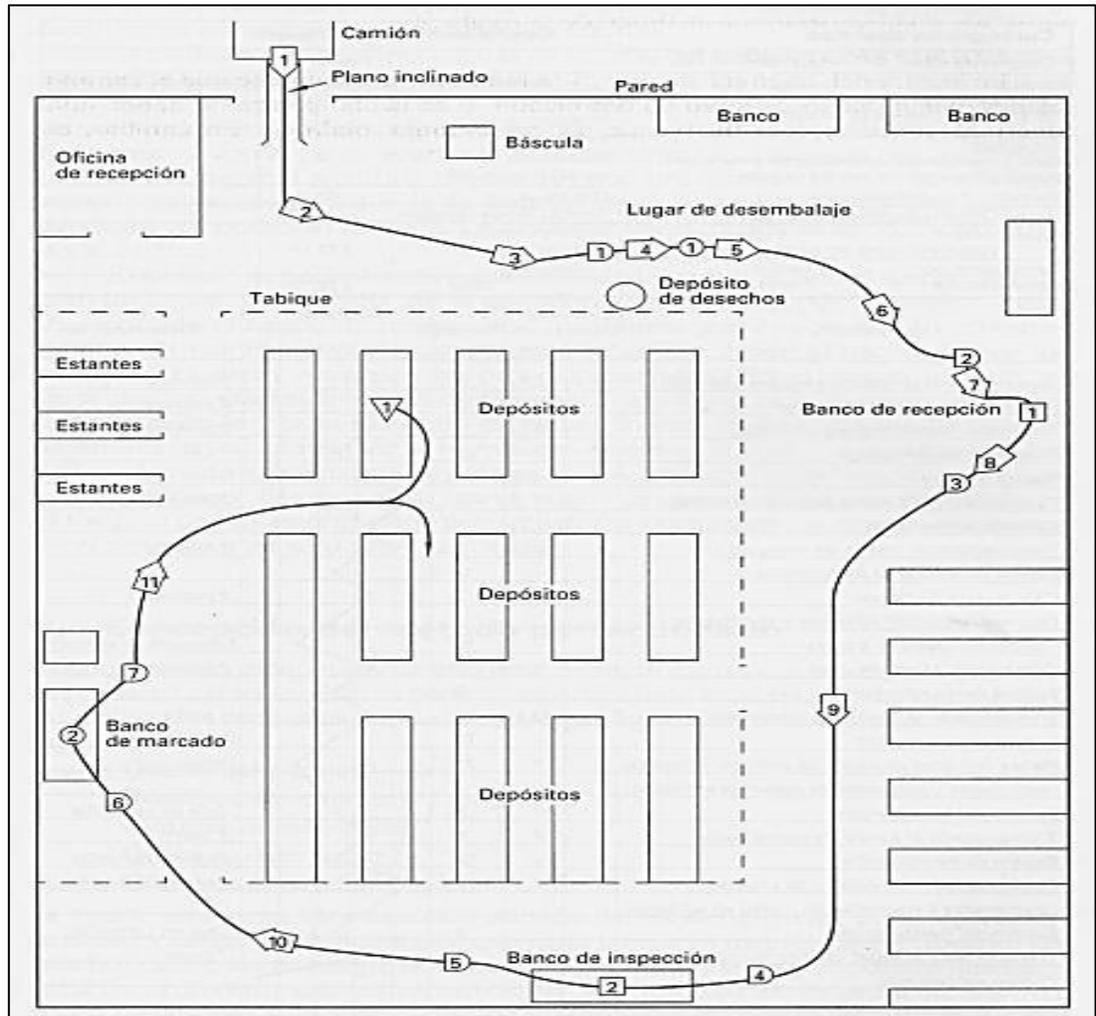


Figura 13 Diagrama de recorrido

Fuente: George Kanawaty. Introducción al estudio del trabajo. 1era. Edición 1996, inspección de un catalizador en un convertidor (método original).

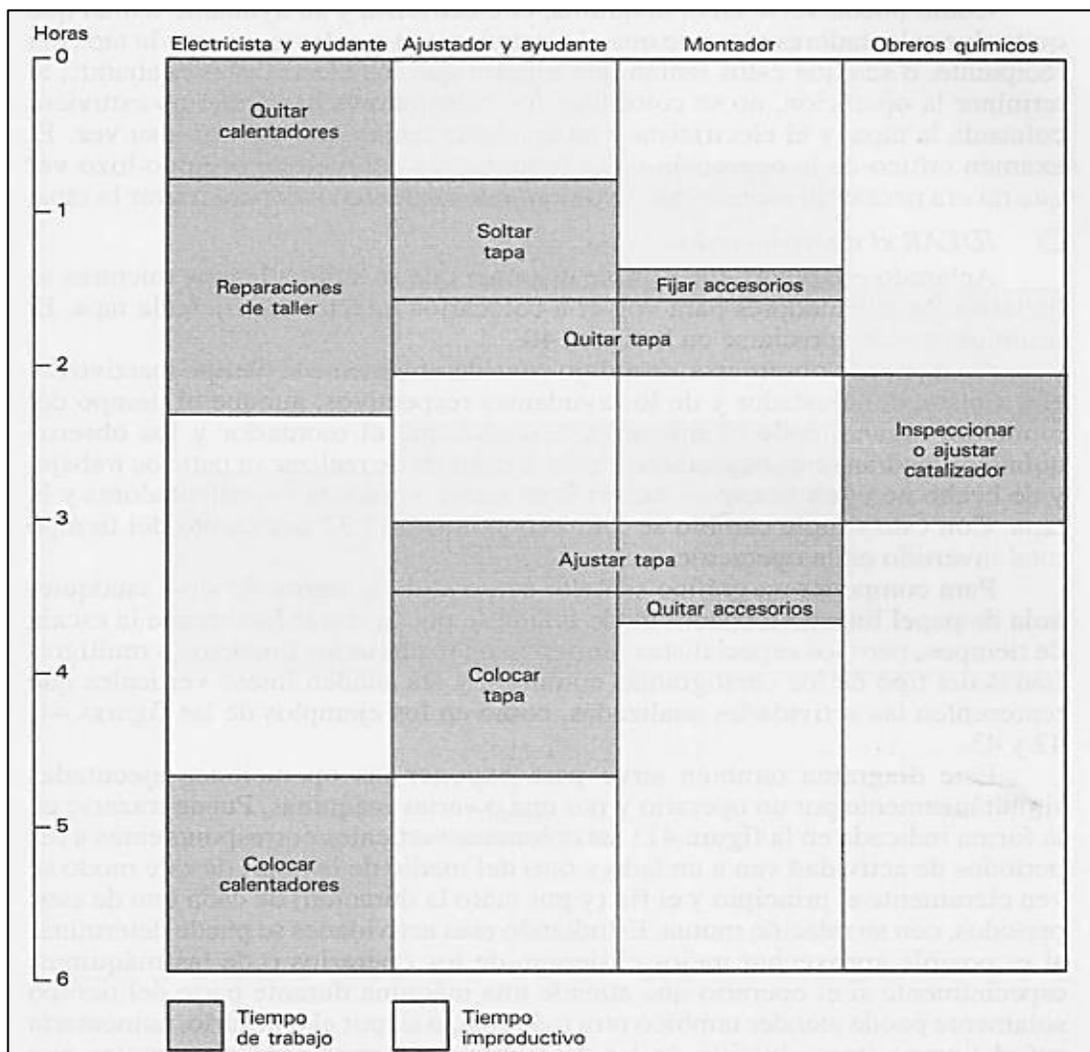


Figura 14 Diagrama de actividades múltiples

Fuente: George Kanaway. Introducción al estudio del trabajo. 1era. Edición 1996.

### Productividad

La competitividad es una condición para la existencia a largo plazo del mercado, y el factor más importante para mejorar la competitividad es la productividad, la cual está relacionada en gran medida con la gestión de los recursos y el logro de objetivos, por lo que es deber de las empresas mantener

y /o mejorar su productividad. PROKOPENKO (1989) cree que “es la relación entre el producto producido por un sistema de producción o servicio y los recursos utilizados para producir el producto. Por tanto, la productividad se define como el uso eficiente de los recursos, la mano de obra, el capital, la tierra, los materiales, la energía y la información en la producción de diversos bienes y servicios.

Según CARRO Y GONZALES (2012), "Productividad significa mejora en el proceso de producción. Mejora significa una comparación favorable entre la cantidad de recursos utilizados y la cantidad de bienes y servicios producidos. La productividad es, por tanto, un índice que relaciona lo que genera un sistema (producción o productos) con los recursos (insumos o insumos) utilizados para generar el sistema.

Luego podemos recurrir a la definición clásica de productividad, que es la relación entre la producción obtenida y los recursos utilizados. Está determinado por la siguiente fórmula:

$$\text{productividad} = \text{Eficiencia} \times \text{Eficacia}$$

### **Tipos de productividad**

#### Productividad parcial

El término "productividad parcial" se refiere a uno de los factores de productividad, el más popular de los cuales es la llamada productividad laboral. También es el más fácil de calcular, por lo que también es el más utilizado.

**Productividad parcial = producción (de un solo insumo) / horas trabajadas.**

## Productividad total

Se denomina productividad total al desempeño de todos los factores utilizados en el proceso de producción. Los resultados son diferentes, al igual que el análisis de los factores que explican estos resultados.

$$\text{productividad} = \text{producción} / \text{horas trabajadas.}$$

## Eficiencia

Según Gutiérrez 2014, la eficiencia “es la relación entre los resultados obtenidos y los recursos utilizados. Perseguir la eficiencia significa tratar de optimizar los recursos y garantizar que no se desperdicien.

Según Cruelles (2018), la eficiencia mide la relación entre insumo y producción en un esfuerzo por reducir el coste de los recursos (hacer las cosas bien. En términos numéricos, es la relación entre el producto realmente logrado y el producto estándar esperado).

García (2011) considera que la eficiencia “es la forma en que se utilizan los recursos de una empresa, el recurso humano, los insumos técnicos, etc.”.

La eficiencia es una medida de la relación entre la producción real y la producción planificada del producto final. Está determinado por la siguiente fórmula.

$$\text{Eficiencia} = (\text{TP}/\text{TU}) \times 100.$$

## Eficacia

Según Gutiérrez (2014), la eficiencia es “la relación entre las actividades y los resultados planificados”. La eficiencia implica el uso de los recursos para alcanzar las metas trazadas (cumplir lo planeado).

" Cruelles (2018) cree que la efectividad se refiere al grado en que se logra una

meta. Tiene que ver con lograr una meta (hacer lo correcto). Para García (2011), la efectividad es “el grado de cumplimiento de metas, medidas estándar, etc.”

La eficiencia es el grado de alineación entre las metas alcanzadas y las metas planificadas, que puede ser el grado en que se completa una tarea en un tiempo determinado.

Está determinado por la siguiente fórmula.

$$\text{Eficacia} = (\text{PR/PP}) \times 100$$

## **Factores de la productividad**

### **Factores Duros**

Según Gutiérrez (2014), la eficiencia es “la relación entre las actividades y los resultados planificados”. La eficiencia implica el uso de los recursos para alcanzar las metas trazadas (cumplir lo planeado).

Producto: La productividad de los elementos del producto se refiere al grado en que los elementos del producto satisfacen las necesidades de producción. El valor de uso es la cantidad que un cliente está dispuesto a pagar por un producto de determinada calidad.

Planta y Equipo: Estos elementos juegan un papel central en cualquier programa de mejora de la productividad a través de: Buen mantenimiento de la planta y equipo operando en condiciones óptimas, eliminando cuellos de botella y tomando acciones correctivas y mejorando el uso eficiente de los equipos existentes; y capacidad de la planta.

Tecnología: La innovación tecnológica es una fuente importante de mejora de la productividad. Con una mayor automatización y tecnología de la información, se puede lograr una mayor cantidad de bienes y servicios, una mayor calidad y la introducción de nuevos métodos de marketing. La automatización también puede mejorar el manejo de materiales, el almacenamiento, los sistemas de

comunicación y el control de calidad.

**Materiales:** Aspectos importantes de la productividad material son:  
**Rendimiento material:** Producto o energía útil producida por unidad de materiales utilizados.

### **Factores Blandos.**

**Personas:** como recurso clave y factor clave en cualquier esfuerzo por mejorar la productividad, todos en una organización tienen un papel que desempeñar.

**Organización y sistemas:** Los principios bien conocidos de una buena organización, como las áreas unificadas de mando, autoridad y control, están diseñados para garantizar la especialización, la división del trabajo y la coordinación dentro de la empresa. **Métodos de trabajo:** este es el departamento que más promete mejorar la productividad. Las técnicas asociadas a los métodos de trabajo están diseñadas para lograr lo que se hace, los movimientos humanos realizados, las herramientas utilizadas, la disposición del lugar de trabajo, los materiales procesados y las máquinas utilizadas. Mejore los métodos de trabajo analizando sistemáticamente los métodos existentes para eliminar el trabajo innecesario y realizar el trabajo de manera más eficiente con menos esfuerzo, tiempo y costo.

**Estilo de gestión:** Se afirma que en algunos países el 75% del crecimiento de la productividad puede atribuirse al gobierno corporativo, que es responsable del uso eficiente de todos los recursos bajo el control de la empresa. (Prokopenko, 1989)

### **Tiempo improductivo**

Córdova (2021) menciona que debido a problemas de gestión y al uso excesivo de tolerancias, el trabajador se culpa por desempeñarse a un menor ritmo que el normal.

## 2.4. Definición de términos básicos

Diagrama: símbolo gráfico de cambios en un fenómeno o relaciones entre elementos o partes de una colección (López, 2021)

- Efectividad: capacidad de producir un efecto deseado o ser beneficioso para algo (Vásquez, 2022).

- Eficacia: la capacidad de realizar o desempeñar una función de manera adecuada (Quijia, 2021).

- Criterios: cuál es el más común o común, o cuáles tienen más características comunes (Apolo, 2020).

- Medición: Es un procedimiento básico en la ciencia que se basa en comparar un modelo seleccionado con un objeto o fenómeno en el que se desea medir una cantidad física (Parra, 2020).

- Método: Es una manera, manera o manera de hacer algo de manera sistemática, organizada y/o estructurada (Velásquez, 2020).

- Productividad: capacidad de producción por unidad de trabajo, superficie de tierra cultivada, etc. (Orrego, 2022).

- Asignaciones de subsistencia: Son asignaciones agregadas al tiempo base que permiten a los trabajadores recuperarse de afectaciones físicas y psicológicas (Pacheco, 2020).

- Tiempo: Extensión física que representa la serie de estados por los que pasa la materia (Parra, 2020).

- Trabajo: Se refiere a cualquier tipo de tarea realizada por el ser humano, independientemente de sus características o entorno (Sierra, 2022).

- Evaluación: Se llama evaluación al significado que se le asigna a una cosa o a una persona (Granja, 2020).

### **III. HIPÓTESIS Y VARIABLES**

#### **3.1. Hipótesis**

##### **Hipótesis general**

La aplicación del estudio de tiempos incrementa su relación con la productividad del personal operativo en una empresa del rubro metalmecánico.

##### **Hipótesis específica**

La aplicación del estudio de tiempos incrementa su relación con la eficiencia del personal operativo en una empresa del rubro metalmecánico.

La aplicación del estudio de tiempos incrementa su relación con la eficacia del personal operativo en una empresa del rubro metalmecánico.

##### **3.1.1. Operacionalización de variable**

Variable independiente: Estudio de tiempos

Definición conceptual: choque (2021) La investigación del tiempo utiliza técnicas para determinar cuándo se deben realizar las actividades según ciertos criterios o métodos. Tenga en cuenta la fatiga, el retraso personal y el retraso inevitable.

Definición operacional: El estudio de tiempos tiene que ver con el estudio previo que se realiza en campo, para obtener data que analizar sobre el tiempo normal y suplementario y así poder tomar mejores decisiones en el proceso de producción.

Variable dependiente: Productividad

Definición conceptual: Arias (2022) La productividad es simplemente la relación entre la cantidad producida y la cantidad de recursos utilizados en la

producción, medida en unidades monetarias. Por lo tanto, una mayor productividad significa producir más productos con el mismo o menor consumo de recursos.

Definición operacional: La productividad tiene que ver con los resultados que se logran median un proceso, el mismo que estará compuesto por niveles como la eficiencia y la eficacia.

Tabla 5 Operacionalización de la Variable independiente – Estudio de tiempos

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	INDICES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable independiente: Estudio de tiempos	Definición conceptual: choque (2021) La investigación del tiempo utiliza técnicas para determinar cuándo se deben realizar las actividades según ciertos criterios o métodos. Tenga en cuenta la fatiga, el retraso personal y el retraso inevitable.	El estudio de tiempos tiene que ver con el estudio previo que se realiza en campo, para obtener data que analizar sobre el tiempo normal y suplementario y así poder tomar mejores decisiones en el proceso de producción.	Diseño del trabajo	% de utilización del operario  % de utilización de la maquina	$\%UOp = \frac{\text{Tiempo productivo del operario}}{\text{Tiempo de ciclo total}} \times 100$ $\%UMq = \frac{\text{Tiempo productivo de la maquina}}{\text{Tiempo de ciclo total}} \times 100$	Razón
			Medición del trabajo	Tiempo estándar	Tiempo estándar= TN* 1-S	

Tabla 6 Operacionalización de la Variable dependiente - Productividad

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	INDICES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable dependiente: Productividad	Arias (2022) La productividad es simplemente la relación entre la cantidad producida y la cantidad de recursos utilizados en la producción, medida en unidades monetarias. Por lo tanto, una mayor productividad significa producir más productos con el mismo o menor consumo de recursos.	La productividad tiene que ver con los resultados que se logran median un proceso, el mismo que estará compuesto por niveles como la eficiencia y la eficacia.	Eficiencia	Nivel de eficiencia	$E = \frac{\text{Recursos obtenidos}}{\text{Horas de trabajo}} \times 100$	Razón
			Eficacia	Nivel de eficacia	$E = \frac{\text{Recursos alcanzados}}{\text{Recursos previstos}} \times 100$	

## **IV. METODOLOGÍA DEL PROYECTO**

### **4.1 Diseño metodológico**

Para este desarrollo de investigación, según Fernández y Baptista (2014), es consistente con el diseño experimental en la cual que se investigó las relaciones de causa y efecto de las variables, es decir la manipulación de X (variable independiente) y su efecto en Y (variable dependiente). El diseño de preprueba y posprueba es de un solo grupo (Subdiseño pre experimental), el grupo recibió una prueba de pre-estímulo, y finalmente una prueba de postratamiento para un grupo, seguido de una medida con el mismo grupo para ver si hay efecto de mejora.

El diagrama es el que se presenta a continuación:

G      O1    X      O2

Dónde:

- O1      Pre prueba.
- X        Estímulo.
- O2      Post prueba.

### **4.2 Método de investigación**

El método utilizado en este trabajo es hipotético deductivo porque tiene un enfoque científico en el cual hemo utilizado para investigar fenómenos y formular teorías. Basándonos en la formulación de hipótesis y la deducción de consecuencias para luego ser sometidas a pruebas empíricas.

### **4.3 Población y muestra.**

La población del estudio es de 49 operarios que trabajan en la empresa en el área de producción y la muestra del estudio es toda la población (49 operarios)

porque es muy pequeña y cuando se realiza el cálculo del tamaño de la muestra resulta toda la población. La muestra es de tipo censal. En la cual fueron medidas diariamente con 75 mediciones pre y post, teniendo un equivalente de 15 semanas por periodo.

#### **4.4 Lugar de estudio y periodo de desarrollo.**

El lugar de estudio es una empresa privada del rubro metalmecánico ubicada en el distrito de Ate -Vitarte, en Lima Metropolitana y el periodo de desarrollo entre los años 2022-2023.

#### **4.5 Técnicas e instrumentos para la recolección de la información.**

**Observación de campo:** Se realiza en el lugar donde se produce el fenómeno o evento objeto de estudio. Este trabajo se realiza en las instalaciones de la empresa.

##### **Instrumentos**

Hernández y otros autores (2018) indicaron, que se deben detectar dos instrumentos en la revisión de la bibliografía o formas para medir y evaluar variables planteadas, tanto conceptual como operacional.

**Fichas de observación:** Son instrumentos para recolectar datos de las variables de investigación (Anexo 3)

##### **Equipo de medición**

**Cronómetro:** Instrumento utilizado para medir el tiempo en diversos procesos de fabricación (anexo 5)

##### **Confiabilidad y validez**

Hernández y otros (2018) indicaron que la confiabilidad de los instrumentos de medición es el grado de aplicación repetida al mismo fenómeno produciendo resultados similares.

En esta investigación es confiable porque se extrajo los instrumentos en la revisión bibliográfica la cual se encuentran estandarizados y validados.

Ñaupas (2018) Validez se refiere al significado que tiene un instrumento de medida de medir lo que se pretende medir, se refiere a la exactitud con la que el instrumento mide lo que se pretende medir, es decir. efectividad de la herramienta para representar, describir; o predecir el rasgo de interés para los investigadores. El dispositivo es fiable si las medidas tomadas no cambian significativamente con el tiempo y no son adecuadas para diferentes personas con la misma formación.

En esta investigación se aplicó el método de jueces expertos (Anexo 7).

#### **4.6 Análisis y procesamiento de datos**

Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), en este trabajo de investigación resulta considerar la estadística inferencial basada en la teoría de la probabilidad porque las pruebas estadísticas tienen poco valor en muestras no probabilísticas, pero este no es el caso general. También realizamos un análisis paramétrico utilizando estadística inferencial restringida. Las estadísticas utilizadas son la prueba de hipótesis y la estimación de parámetros, y el análisis paramétrico debe basarse en los siguientes supuestos:

1. La distribución de la variable dependiente es normal.
2. Prueba de normalidad.
3. Estadístico T de Student para distribuciones normales y estadístico de Wilcoxon para distribuciones no normales.

Además del procesamiento de datos, se utilizó el software estadístico SPSS. El estudio de esta investigación se centra en medir y analizar los datos de acuerdo con los indicadores en la cual se utilizó los métodos estadísticos descriptivos e inferenciales.

En los métodos estadísticos descriptivos se utilizó las medidas de tendencia central (media, moda, mediana) y las medidas de variabilidad (varianza y desviación estándar).

Por lo tanto, decimos que de acuerdo con la naturaleza de nuestra investigación debemos utilizar estadística descriptiva, principalmente porcentajes, distribuciones de frecuencia, mostrando estas distribuciones con representaciones gráficas, medidas de tendencia central y variabilidad de los datos. Asimismo, se utilizó la estadística inferencial con la prueba de Kolmogorov-Smirnov, la cual se usa para tamaño de datos mayor a 50 elementos, y en los estadísticos de prueba siendo T-student de muestras relacionadas cuando es una distribución normal y Wilcoxon cuando es una distribución no normal.

#### **4.7 Aspectos éticos en investigación.**

Este estudio se realizó de acuerdo con las directrices y regulaciones de la Universidad Nacional de Callao y los lineamientos de investigación de conducta responsable en investigación de la CONCYTEC. Los datos presentados en este estudio han sido recopilados y procesados de manera adecuada, sin distorsiones ni falsificaciones, y los datos se basan en los instrumentos utilizados en la prueba previa y posterior del estudio.

Los miembros son tratados con respeto y no hay discriminación por motivos de género, raza o religión. Para este propósito, se requiere permiso para utilizar los documentos utilizados de las personas relevantes involucradas en esta investigación, utilizando la información con finalidades académicas.

#### **4.8 Estudio técnico**

##### **Descripción de la empresa**

Fundición Ferrosa, ubicada en la urbanización El Bosque. Ate Lima, que es

líder en el sector fundición y especialista en la ingeniería antidesgaste en donde producen piezas de aceros de alto rendimiento, para la industria cementera, minera, metalmecánica, de movimiento de tierras entre otras, con el fin de buscar la plena satisfacción de nuestros accionistas, clientes y colaboradores con el pleno compromiso con la gestión ambiental, responsabilidad social y sostenibilidad. cuya actividad económica se denomina formación y transformación del Hierro en sus diferentes formas, como producto brinda la fabricación de aleaciones ferrosas (Hierro gris, hierro blanco, Hierro Nodular, Acero al manganeso, Acero bajo carbón, Acero Cromo Moly, Inoxidable, Nihard, etc) para la Industria minera y cementera; teniendo como sus principales clientes a las Industrias Mineras tales como Antamina, Chinalco, Quellaveco, Las BamBas, así como la industria cementera Unacem, Tega Industries, F&L Smith.

### **Misión**

FUNDICIÓN FERROSA empresa líder en el sector fundición y especialista en la Ingeniería Antidesgaste produce piezas de aceros de alto rendimiento, para la industria cementera, minera, metalmecánica, de movimiento de tierras entre otras, con el fin de buscar la plena satisfacción de nuestros accionistas, clientes y colaboradores con el pleno compromiso con la gestión ambiental, responsabilidad social y sostenibilidad.

### **Visión**

Seremos la solución en productos de fundición para nuestros clientes, buscando la optimización de nuestros procesos y recursos, con la plena concientización e involucramiento de nuestros trabajadores.

### **Valores**

Ética

Responsabilidad social

Compañerismo

Trabajo en equipo

Protección ambiental

### Ubicación

Calle Los Árboles MZ. B Lote 5 Urb. Huerto Santa Lucia · Correo: funfersac@fundicionferrosa.com.pe · Teléfonos. 628-1982

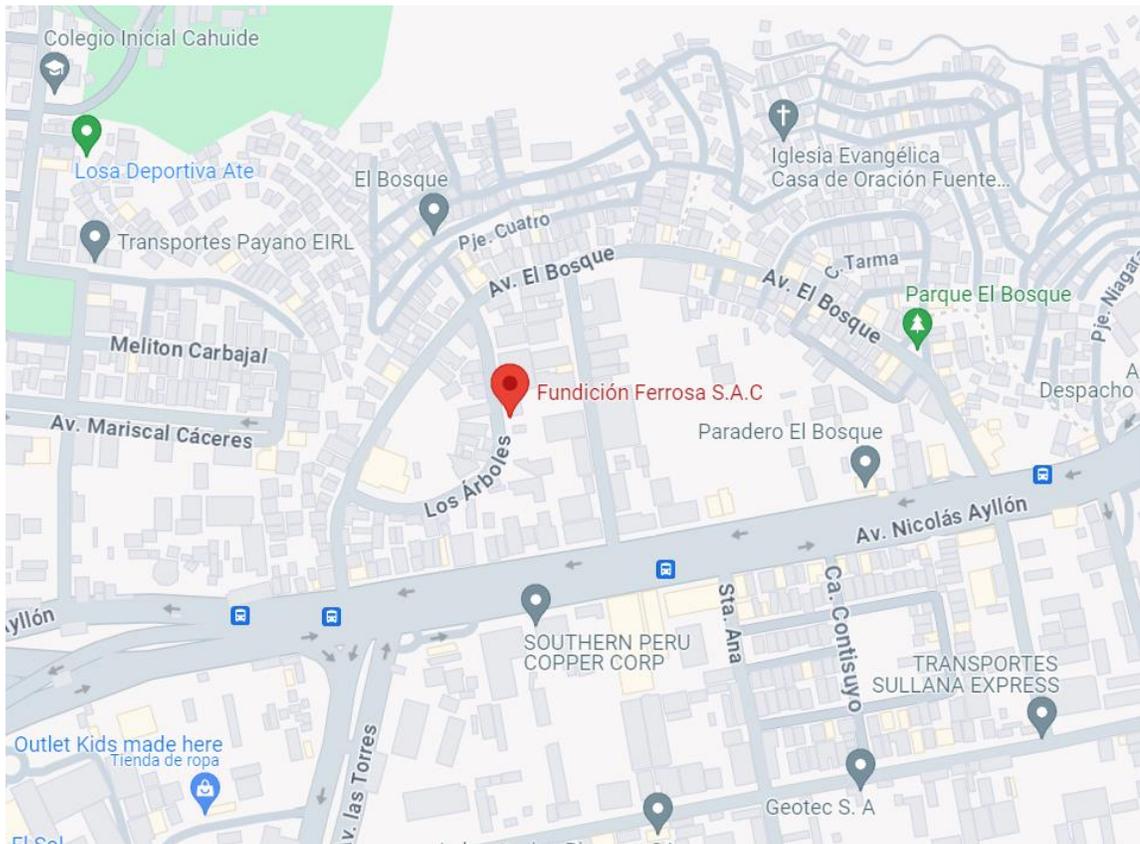


Figura 15 Ubicación de Ferrosa

### Mapa de procesos

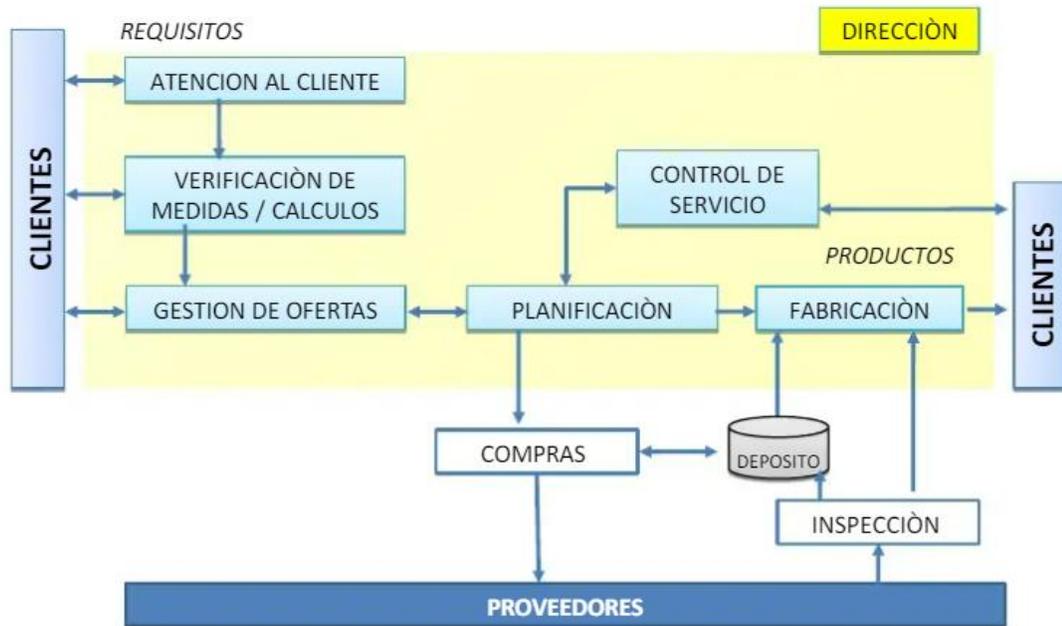


Figura 16 Mapa de procesos

Fuente: Elaboración propia.

### Descripción del área de trabajo

El área de trabajo en una empresa metalmeccánica ferrosa es un entorno donde se lleva a cabo la fabricación, producción y manipulación de productos de metal, especialmente aquellos que contienen hierro (ferroso) como principal componente. Aquí te dejo una descripción detallada:

Talleres de producción: Estos son los espacios donde se realizan las actividades principales de fabricación. Pueden incluir áreas de corte, doblado, soldadura, forjado, y otras técnicas de conformado y tratamiento del metal.

Áreas de almacenamiento: Dado que el metal es un material pesado y voluminoso, es común contar con áreas dedicadas al almacenamiento de materias primas, productos semielaborados y productos acabados. Estas áreas suelen estar organizadas para facilitar la logística interna y la distribución

eficiente de los materiales.

**Maquinaria especializada:** Los talleres de una empresa metalmecánica ferrosa están equipados con una variedad de maquinaria especializada, que puede incluir tornos, fresadoras, máquinas de corte por láser, prensas hidráulicas, entre otros. Esta maquinaria se utiliza para dar forma y manipular el metal según los requerimientos de diseño y especificaciones del cliente.

**Áreas de inspección y control de calidad:** Dada la importancia de garantizar la calidad de los productos fabricados, es común contar con áreas dedicadas a la inspección y control de calidad. Aquí se llevan a cabo pruebas y verificaciones para asegurar que los productos cumplen con los estándares de calidad establecidos.

**Oficinas administrativas y de diseño:** Además de las áreas de producción, las empresas metalmecánicas ferrosas suelen contar con oficinas administrativas donde se llevan a cabo tareas como gestión de pedidos, planificación de la producción, control de inventario, entre otras actividades. También puede haber áreas dedicadas al diseño y desarrollo de nuevos productos, donde se utilizan software de diseño asistido por computadora (CAD) y otras herramientas de ingeniería.

Siendo 49 operarios a quienes se les evaluó la aplicación del estudio de tiempos para lograr reducir o eliminar el problema. La mejora estará enfocada en cuatro principales puestos de trabajo los cuales son: moldeo con 20 operarios, fusión con 10, tapado con 8 y acabados con 11 operarios. Teniendo en cuenta que el cuello de botella se da en el área de fusión debido a que solo tiene solo dos hornos de inducción, el mismo que sirve para fundir una máximo de cincuenta moldes por hora, en cambio la máquina de moldeo produce 150 moldes por hora.

La producción total de cada molde tiene dos uñas de retroescabadora (que es

considerado como el producto más representativo) por lo tanto sería 100 uñas de retroescabadora por hora lo que da una producción de 700 unidades este producto

### Diagnostico actual de la empresa

### Resumen de los problemas y soluciones propuestas para la variable estudio de tiempos

Tabla 7 Problemas y posibles soluciones a la problemática

Ítems	Problemas anteriores	Soluciones propuestas
1	Variabilidad de la calidad de los materiales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Selección y evaluación de los proveedores</li> <li>- Estándares y especificaciones claras</li> <li>- Control de calidad en la recepción</li> <li>- Control de procesos</li> <li>- Manejo de inventarios</li> </ul>
2	Ausencia de indicadores de desempeño relacionados con los tiempos de ejecución	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificación de Indicadores Clave de Desempeño (KPI)</li> <li>- Establecimiento de Metodologías de Medición</li> <li>- Implementación de Sistemas de Monitoreo y Reporte</li> <li>- Automatización y Digitalización</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacitación y Concientización</li> <li>- Feedback y Comunicación</li> <li>- Revisión y Actualización Periódica de KPI</li> </ul>
3	Diferencia de habilidades y experiencia del personal	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluación y Mapeo de Habilidades</li> <li>- Programas de Capacitación y Desarrollo</li> <li>- Rotación de Puestos</li> <li>- Incentivos y Reconocimientos</li> <li>- Fomento de la Colaboración y el Trabajo en Equipo</li> <li>- Contratación Estratégica</li> </ul>
4	Obsolescencia de equipos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluación y Planificación de Equipos</li> <li>- Mantenimiento Preventivo y Predictivo</li> <li>- Financiación y Presupuesto</li> <li>- Implementación de Sistemas de Gestión de Activos</li> <li>- Análisis de Costos y Beneficios</li> </ul>
5	Falta de suministros o retrasos en la entrega de materiales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gestión de Inventarios y Almacenamiento</li> <li>- Diversificación de Proveedores</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contratos y Acuerdos con Proveedores</li> <li>- Relaciones con Proveedores</li> <li>- Estrategias de Contingencia</li> </ul>
6	Condiciones ambientales adversas que afectan el rendimiento personal	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseño y Mantenimiento del Espacio de Trabajo</li> <li>- Programas de Bienestar y Salud Laboral</li> <li>- Equipamiento y Protección Personal</li> <li>- Gestión de Riesgos y Planificación de Emergencias</li> <li>- Formación y Sensibilización</li> <li>- Cumplimiento Normativo y Legal</li> </ul>
7	Falta de adecuación de los equipos para las tareas específicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Selección de Equipos Adecuados</li> <li>- Capacitación y Formación</li> <li>- Mantenimiento Regular</li> <li>- Retroalimentación Continua</li> <li>- Actualización de Tecnología</li> <li>- Personalización de Equipos</li> <li>- Inversión en Equipos de Calidad</li> <li>-</li> </ul>
8	Rotación frecuente de empleados	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proceso de Selección Eficaz</li> <li>- Integración y Onboarding</li> <li>- Desarrollo Profesional</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compensación y Beneficios Competitivos</li> <li>- Ambiente de Trabajo Positivo</li> <li>- Feedback y Comunicación</li> <li>- Conciliación de la Vida Laboral y Personal</li> <li>- Liderazgo Efectivo</li> <li>- Clima Laboral</li> <li>- Oportunidades de Participación</li> </ul>
9	Ineficacia en el control de calidad durante el proceso de producción	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Establecer Estándares de Calidad Claros</li> <li>- Capacitación y Formación</li> <li>- Implementación de Sistemas de Control de Calidad</li> <li>- Inspección y Monitoreo Continuo</li> <li>- Automatización y Tecnología</li> <li>- Gestión de Proveedores</li> </ul>
10	Falta de capacitación sobre procedimientos estandarizados	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluación de Necesidades de Capacitación</li> <li>- Desarrollo de Materiales de Capacitación</li> <li>- Programas de Capacitación Estructurados</li> <li>- Entrenadores y Mentores</li> <li>- Capacitación en el Lugar de Trabajo</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluación y Certificación</li> <li>- Tecnología y Herramientas de Apoyo</li> <li>- Cultura de Mejora Continua</li> <li>- Documentación y Acceso a la Información</li> <li>- Soporte Continuo</li> </ul>
11	Inadecuación de los materiales para las tareas requeridas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluación de Requisitos de Materiales</li> <li>- Selección y Validación de Materiales</li> <li>- Gestión de Inventarios</li> </ul>
12	Falta de seguimiento y supervisión de los tiempos de ejecución	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Establecer Objetivos Claros</li> <li>- Implementar Sistemas de Seguimiento</li> <li>- Asignar Responsabilidades</li> <li>- Establecer Procedimientos de Seguimiento</li> <li>- Establecer Alertas y Recordatorios</li> <li>- Incentivar el Cumplimiento de Plazos</li> <li>- Establecer Métricas de Desempeño</li> </ul>

En la tabla anterior se han enumerado las principales causas que originan la problemática, a su vez se han propuesto las posibles soluciones a fin de aumentar la productividad del personal operativo de la empresa investigada.

## Cronograma de ejecución del estudio de tiempos

Tabla 8 Cronograma de ejecución del estudio de tiempos

Actividades	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16
Realización de los DAP pre	■	■	■	■												
Medición de estudios de tiempos pre		■	■	■												
Informe de línea pre					■	■										
Índice de producción pre						■	■	■	■	■						
Eficiencia pre						■	■	■	■	■						
Medición del tiempo observado post										■	■	■	■			
Se calculo en tiempo estándar post luego de las mejoras													■	■	■	■

En la tabla N°7 se realizó el cronograma de ejecución de estudios de tiempos con la finalidad de cumplir las etapas establecidas.

Todos estos problemas causan más tiempo de producción y demoras en la entrega del producto, además de molestar al cliente.

### DAP inicial moldeo

Tabla 9 DAP inicial moldeo - Ferrosa

CURSOGRAMA ANALÍTICO		OPERARIO / MATERIAL / EQUIPO							
DIAGRAMA núm: 1 Hoja núm: 1		RESUMEN							
Objeto: Moldeo		ACTIVIDAD		ACTUAL		PROPUESTA	ECONOMÍA		
Actividad: 1-4		Operación		8					
Método: ACTUAL/PROPUESTO		Transporte		0					
Lugar: Ferrosa		Espera		4					
Operarios(s): OP20 Ficha núm: 001		Inspección		1					
Compuesto por: A.T.D.A. Fecha: 05/02/2023		Almacenamiento							
Aprobado por: Supervisor Fecha: 05/02/2023		Distancia (m)		22.1					
		Tiempo (minutos)		7.68					
		Costo							
		Mano de obra							
		Material							
DESCRIPCIÓN	C	D (m)	T (min)	SIMBOLO					Observaciones
				○	□	D	□	▽	
Espera de los componentes para la mezcla		1	0.65						
Preparación de la Mezcla		1	0.37						
Espera para el calentamiento del material		1.5	0.36						
Calentamiento del Material		1	0.48						
Moldear las piezas en base a los modelos solicitados por el cliente.		2.5	0.45						
Hacer la trazabilidad en cada molde.		1	0.35						
Compactación		1.2	0.82						
Cumplir con el control dimensional de cada pieza.		1.4	0.64						
Espera para que se produzca el enfriamiento		1	0.48						
Enfriamiento y Solidificación		1.5	0.64						
Extracción del Molde		2.0	0.45						
Acabado y Revisión Final		2.0	0.65						
Limpiar la maquina mezcladora se arena Silice		1.5	0.55						
Espera mientras seca		1	0.45						
Empaque y Almacenamiento		2.5	0.34						
Total		22.1	7.68						

En la Tabla 5 se muestra el diagrama de análisis del proceso actual considerando las actividades o procesos en la planta de fundición de la Empresa Ferrosa, donde se observa que el tiempo actual es de 7.68 minutos y el recorrido es de 22.1 m. Esto es lo que el operador necesita durante todo el proceso, y estos datos numéricos se irán mejorando a medida que avance la

investigación.

## DAP inicial fusión

Tabla 10 DAP inicial fusión - Ferrosa

CURSOGRAMA ANALÍTICO		OPERARIO / MATERIAL / EQUIPO							
DIAGRAMA <u>núm:</u> 1 Hoja <u>núm:</u> 1		RESUMEN							
Objeto: Fusión		ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMÍA				
Actividad: 1-4	Operación	13							
Método: ACTUAL/PROPUESTO	Transporte	1							
Lugar: Ferrosa	Espera	5							
Operarios(s): OP8 Ficha <u>QUO:</u> 001	Inspección	1							
Compuesto por: A.T.D.A. Fecha: 05/02/2023	Almacenamiento	1							
Aprobado por: Supervisor Fecha: 05/02/2023	Distancia (m)	27							
	Tiempo (minutos)	4							
	Costo								
	Mano de obra								
	Material								
DESCRIPCIÓN	C	D (m)	T (min)	SIMBOLO					Observaciones
Espera de la materia prima		1	0.18	○	◁	▷	□	▽	
Preparación de Materias Primas		1	0.24						
Llevar la carga de metales del almacén de materia prima a los hornos de inducción.		1.5	0.15						
Espera mientras calienta el horno		1.2	0.32						
Calentamiento del Horno		1.4	0.24						
Introducir todos los metales con el debido cuidado al horno.		1.3	0.31						
Fusión de Materias Primas		1	0.12						
Espera mientras se fusiona		1.2	0.15						
Verificar que el sistema de refrigeración del horno esté operativo para evitar sobrecalentamientos.		1.1	0.13						
Refinamiento del Metal		1.5	0.33						
Espera mientras enfría		1.8	0.22						
Análisis y Ajuste de Composición		1.8	0.22						
Una vez fundida toda la chatarra vascular en la cuchara para su posterior vertido a los moldes.		1.5	0.15						
Desgasificación		1.2	0.12						
Espera mientras desgasifica		1	0.11						
Colada del Metal Fundido		1	0.15						
Solidificación del Metal		0.5	0.21						
Desmoldeo		1	0.14						
Tratamientos Térmicos		1.5	0.15						
Inspección y Control de Calidad		1.5	0.12						
Empaque y Almacenamiento		1	0.24						
Total		27	4						

En la Tabla 6 se muestra un diagrama de análisis del proceso actual que

considera las actividades de trabajo o procesos de fusión, considerando que el tiempo actual es de 4 minutos y el recorrido es de 27 metros. Esto es lo que el operador necesita durante todo el proceso, y estos datos numéricos se irán mejorando a medida que avance la investigación.

## DAP inicial tapado

Tabla 11 DAP inicial tapado- Ferrosa

CURSOGRAMA ANALÍTICO	OPERARIO / MATERIAL / EQUIPO								
DIAGRAMA núm: 1 Hoja núm: 1	RESUMEN								
Objeto: Tapado	ACTIVIDAD	ACTUAL			PROPUESTA	ECONOMÍA			
Actividad: 1-3	Operación	9							
Método: ACTUAL/PROPUESTO	Transporte	0							
Lugar: Ferrosa	Espera	4							
	Inspección	1							
	Almacenamiento	0							
Operarios(s): OP4 Ficha núm: 001	Distancia (m)	16.5							
	Tiempo (minutos)	3.2							
Compuesto por: A.T.D.A. Fecha: 05/02/2023	Costo								
Aprobado por: Supervisor Fecha: 05/02/2023	Mano de obra								
	Material								
DESCRIPCIÓN	C	D (m)	T (min)	SIMBOLO					Observaciones
Preparación de la Superficie		1	0.24	○	◁	D	□	▽	
Espera mientras se prepara la superficie		1	0.25						
Espera para la selección del tapón o tapa		0.5	0.27						
Selección del Tapón o Tapa		1	0.21						
Espera mientras se selecciona (paso anterior)		1	0.23						
Pintar los moldes de acuerdo con el material q se fundió		1.5	0.2						
Espera mientras seca la pintura		1	0.17						
Tapar los moldes con la grúa		1.5	0.28						
Colocación del Tapón		1.5	0.25						
Amarrar los moldes con alambre y pesas para evitar que se habrán al momento de vaciar el líquido metálico.		1.5	0.24						
Soldadura		1.5	0.23						
Inspección y Control de Calidad		1.5	0.14						
Acabado y Pulido		1	0.34						
Protección de la Superficie		1	0.15						
Total		16.5	3.2						

En la Tabla 7 se muestra el diagrama de análisis del proceso actual

considerando las actividades o procesos de recubrimiento de la Empresa Ferrosa, considerando que el tiempo actual es de 3.2 minutos y el recorrido es de 16.5 m. Esto es lo que el operador necesita durante todo el proceso, y estos datos numéricos se irán mejorando a medida que avance la investigación.

### **DAP inicial acabados**

Tabla 12 DAP inicial acabados - Ferrosa

CURSOGRAMA ANALÍTICO			OPERARIO / MATERIAL / EQUIPO						
DIAGRAMA núm: 1 Hoja núm: 1			RESUMEN						
Objeto: Acabados			ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMÍA			
Actividad: 1-4	Operación	10							
Método: ACTUAL/PROPUESTO	Transporte	0							
Lugar: Ferrosa	Espera	3							
Operarios(s): OP8 Ficha núm: 001	Inspección	1							
Compuesto por: A.T.D.A. Fecha: 05/02/2023	Almacenamiento								
Aprobado por: Supervisor Fecha: 05/02/2023	Distancia (m)	21.5							
	Tiempo (minutos)	4							
	Costo								
	Mano de obra								
	Material								
DESCRIPCIÓN	C	D (m)	T (min)	SIMBOLO					Observaciones
Preparación de la Superficie		0.5	0.24	○	□	◇	▽		
Espera a la limpieza		1	0.14		□				
Limpieza de la Superficie		1.5	0.14	○					
Decapado		0.5	0.17	○					
Pulido y Rectificado		1.5	0.17	○					
Tratamientos Térmicos		1.5	0.15	○					
Recubrimientos		1.5	0.15	○					
Soldar todas las piezas q salieron con poros y fisuras		1.5	0.24	○					
Control de calidad (paso anterior)		1.5	0.21		□				
Soldar todo el borde para evitar la rebarba		1.5	0.21	○					
Control de calidad (paso anterior)		1.5	0.18		□				
Pintar el producto de color azul o rosado para su mayor conservación		1.2	0.12	○					
Espera mientras seca la pintura (paso anterior)		1	0.47		□				
Inspección y Control de Calidad		1.5	0.45		□				
Empaquetar para su despacho		1.5	0.24	○					
Demora en la coordinación con el almacén		0	0.25		□				
Traslado al almacén		1	0.18		□				
Almacenar		1.5	0.49				▽		
Total		21.5	4.2						

En la Tabla 8 se muestra el diagrama de análisis del proceso actual, el cual toma en cuenta las actividades o procesos del taller de acabado de la empresa

Ferrosa, donde se observa que el tiempo actual es de 4.2 minutos y el recorrido es de 21.5 m. Esto es lo que el operador necesita durante todo el proceso, y estos datos numéricos se irán mejorando a medida que avance la investigación.

### **Estudios de tiempos pre**

Tabla 13 Operaciones y tiempo estándar pre de los cuatro puestos de trabajo

Puesto de trabajo	Descripción de la operación	Tiempo normal	Suplemento de descanso	Tiempo estándar
Moldeo	Espera los componentes para la mezcla	1.1	0.15	0.65
	Preparación para la mezcla	1.09	0.15	0.37
	Espera para el calentamiento del material	1.09	0.15	0.36
	Calentamiento del material	1.08	0.15	0.48
	Moldear las piezas en base a los modelos solicitados por el cliente	1.09	0.15	0.45
	Hacer la trazabilidad en cada molde	1.1	0.15	0.35
	Compactación	1.13	0.15	0.82
	Cumplir con el control dimensional de cada pieza	1.08	0.15	0.64
	Espera para que se produzca el enfriamiento	1.1	0.15	0.48
	Enfriamiento y solidificación	1.1	0.15	0.64
	Extracción del molde	1.11	0.15	0.45
	Acabado y revisión final	1.1	0.15	0.65
	Limpiar la maquina mezcladora de arena sílice	1.1	0.15	0.55
	Esperar mientras seca	1.11	0.15	0.45
	Empaque y almacenamiento	1.11	0.15	0.34
	Fusión	Espera de la materia prima	1.13	0.15
Preparación de materias primas		1.1	0.15	0.24
Llevar la carga de metales del almacén de materia prima a los hornos de inducción.		1.11	0.15	0.15
Espera mientras calienta el horno		1.07	0.15	0.32
Calentamiento del Horno		1.11	0.15	0.24
Introducir todos los metales con el debido cuidado al horno.		1.1	0.15	0.31
Fusión de Materias Primas		1.08	0.15	0.12

	Espera mientras se fusiona	1.11	0.15	0.15
	Verificar que el sistema de refrigeración del horno esté operativo para evitar sobrecalentamientos.	1.11	0.15	0.13
	Refinamiento del Metal	1.11	0.15	0.33
	Espera mientras enfría	1.07	0.15	0.22
	Análisis y Ajuste de Composición	1.11	0.15	0.22
	Una vez fundida toda la chatarra vascular en la cuchara para su posterior vertido a los moldes.	1.13	0.15	0.15
	Desgasificación	1.07	0.15	0.12
	Espera mientras desgasifica	1.13	0.15	0.11
	Colada del Metal Fundido	1.1	0.15	0.15
	Solidificación del Metal	1.09	0.15	0.21
	Desmoldeo	1.09	0.15	0.14
	Tratamientos Térmicos	1.08	0.15	0.15
	Inspección y Control de Calidad	1.09	0.15	0.12
	Empaque y Almacenamiento	1.1	0.15	0.24
Tapado	Preparación de la Superficie	1.13	0.15	0.24
	Espera mientras se prepara la superficie	1.08	0.15	0.25
	Espera para la selección del tapón o tapa	1.1	0.15	0.27
	Selección del Tapón o Tapa	1.1	0.15	0.21
	Espera mientras se selecciona (paso anterior)	1.11	0.15	0.23
	Pintar los moldes de acuerdo con el material q se fundió	1.1	0.15	0.2
	Espera mientras seca la pintura	1.1	0.15	0.17
	Tapar los moldes con la grúa	1.11	0.15	0.28
	Colocación del Tapón	1.13	0.15	0.25
	Amarrar los moldes con alambre y pesas para evitar que se habrán al momento de vaciar el líquido metálico.	1.1	0.15	0.24
	Soldadura	1.11	0.15	0.23
	Inspección y Control de Calidad	1.07	0.15	0.14

	Acabado y Pulido	1.11	0.15	0.34
	Protección de la Superficie	1.1	0.15	0.15
Acabados	Preparación de la Superficie	1.08	0.15	0.24
	Espera a la limpieza	1.11	0.15	0.14
	Limpieza de la Superficie	1.11	0.15	0.14
	Decapado	1.11	0.15	0.17
	Pulido y Rectificado	1.07	0.15	0.17
	Tratamientos Térmicos	1.11	0.15	0.15
	Recubrimientos	1.13	0.15	0.15
	Soldar todas las piezas q salieron con poros y fisuras	1.07	0.15	0.24
	Control de calidad (paso anterior)	1.13	0.15	0.21
	Soldar todo el borde para evitar la rebarba	1.11	0.15	0.21
	Control de calidad (paso anterior)	1.11	0.15	0.18
	Pintar el producto de color azul o rosado para su mayor conservación	1.11	0.15	0.12
	Espera mientras seca la pintura (paso anterior)	1.1	0.15	0.47
	Inspección y Control de Calidad	1.08	0.15	0.45
	Empaquetar para su despacho	1.11	0.15	0.24
	Demora en la coordinación con el almacén	1.11	0.15	0.25
	Traslado al almacén	1.11	0.15	0.18
	Almacenar	1.11	0.15	0.29

Tiempo hombre/minuto	19.08
----------------------	-------

En la tabla 9 se muestran las actividades y los tiempos estándar pre de las cuatro operaciones que son: moldeo, fusión, tapado y acabados el cual muestra un tiempo estándar total de 19.08 minutos.

Tabla 14 Índice de producción pre

N° de operarios	Tiempo estándar	I.P (Índice de la producción)	Eficiencia de la línea	Numero de Operarios
Proceso	19.08			
Modelo	7.68	1.46	0.56	20
Fusión	4	1.46	0.56	10
Tapado	3.2	1.46	0.56	8
Acabados	4.20	1.46	0.56	11

IP = Índice de la Producción	
Unidades que fabricar	700 unidades
Tiempo disponible del operario	480 minutos

En la tabla anterior se muestra el IP o índice de producción pre para cada uno de los puestos de trabajos coincidentemente para los cuatro puestos es de 1.46, además se puede ver el cálculo de la eficiencia de la línea pre para los cuatro puestos que es de 0.56 y el número de operarios para el puesto 1 (20), puesto 2 (10), puesto 3 (8) y el puesto 4 (11).

### Informe de línea pre

Tabla 15 Informe de línea pre

Informe de línea					
PROCESO	N° operarios	Tiempo hombre (minutos/unidad)	Tiempo de ciclo (min. /unid)	Tiempo estándar (min. /unid.)	Saturación
Toda línea	49	1038.13	379.2	1516.8	68%
Modelo	20	379.2	379.2		100%
Fusión	10	265.5	379.2		70%
Tapado	8	142.08	379.2		37%
Acabados	11	251.35	379.2		66%

Eficiencia de la cadena	68%
Coefficiente de desequilibrio	31.56%

En la table anterior se muestra el informe de línea pre, verificándose que el porcentaje de saturación del puesto 2 que corresponde a la tarea de fusión tiene un valor porcentual de 100, lo que significa que en ese puesto de trabajo existen demasiados operarios para las actividades que allí se ejecutan, lo que desencadena en una eficiencia de 68% con un coeficiente de desequilibrio de 31.56% o el porcentaje de inactividad de los operarios que conforman la línea de producción de dicho puesto.

### **Diseño del trabajo**

Antes deberemos tomar algunas consideraciones como; puestos de trabajo, dimensiones de la estación de trabajo, condiciones físicas, aspecto social, información recibida y ambiente de trabajo, requerimientos de labor (Se debe considerar el tipo de trabajo que se va a desempeñar, como punto de partida para su diseño), posturas de trabajo y características de usuario (edad, dimensiones de trabajo, peso, condición física, visión, habilidades manuales).

### **Distribución del puesto de trabajo pre**

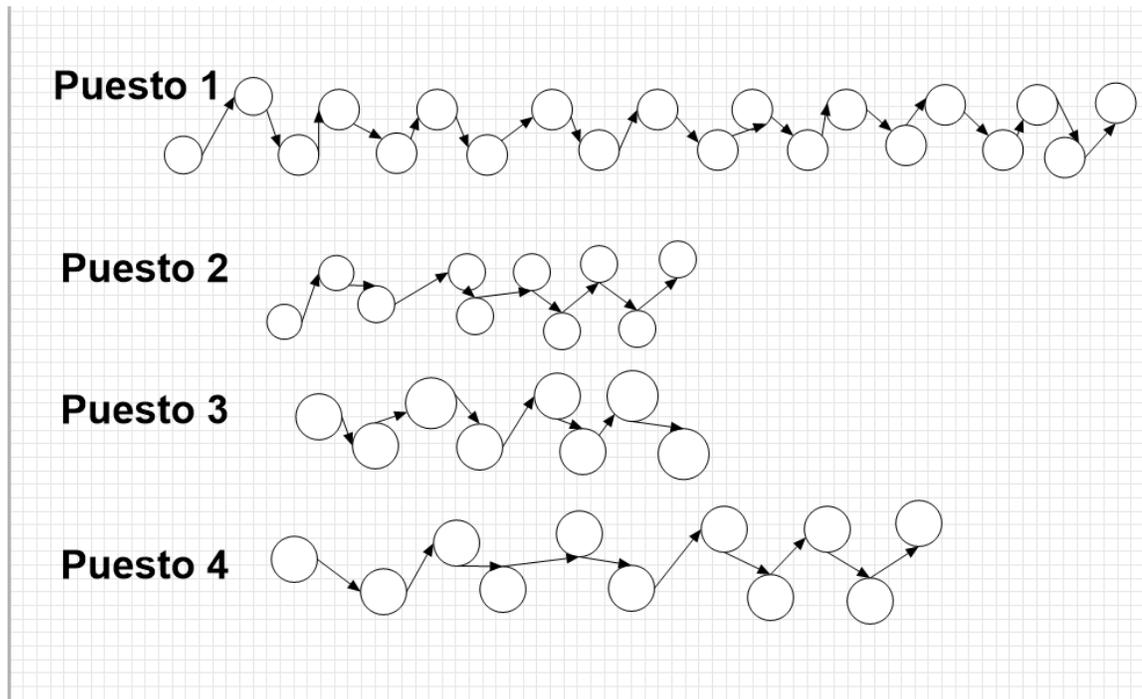


Figura 17 Disposiciones de los puestos de trabajos pre

Fuente: Propia

En el grafico anterior se muestra la distribución de los operarios en los cuatro puestos de trabajos, esta información es antes de la mejora.

### Diagrama Hombre/Maquina

Para definirlo podríamos mencionar que es la representación gráfica de la secuencia de elementos que componen las operaciones en las que intervienen hombres y máquinas, que permite conocer el tiempo empleado por cada uno, es decir, el tiempo empleado por los hombres y el tiempo empleado por las máquinas. Cuyos objetivos son; determine la eficiencia tanto de las máquinas como de los hombres. una estación de trabajo a la vez para estudiar, analizar y mejorar. conociendo el tiempo necesario para equilibrar las actividades del hombre y su máquina.

En seguida presentaremos los diagramas hombre/máquina de las actividades

de cada uno de los cuatro puestos de trabajo.

### Puesto 1: Moldeo

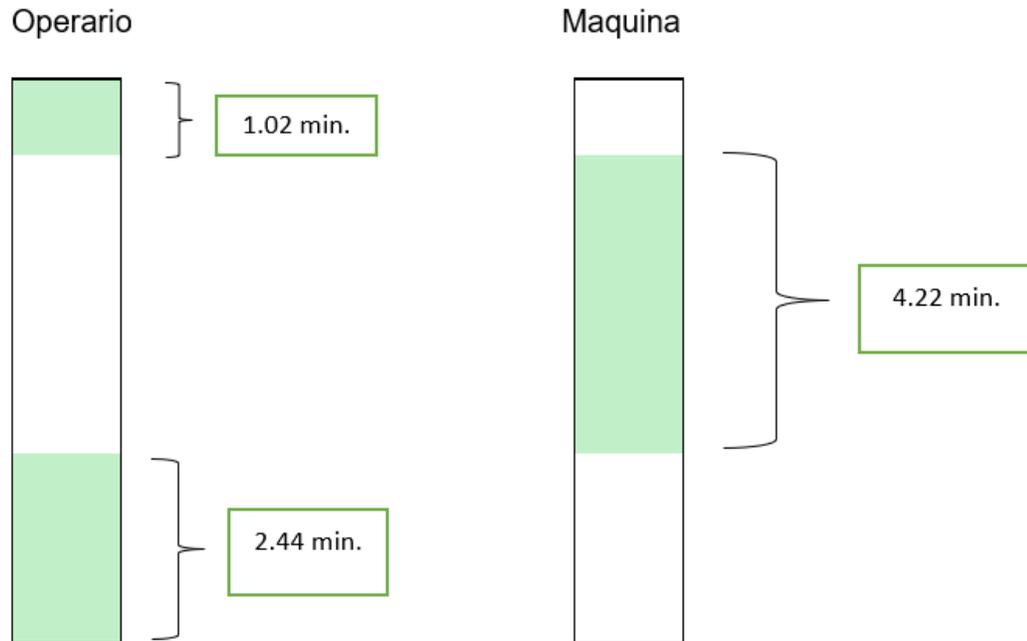


Figura 18 Diagrama H/M prepuesto moldeo

Fuente: Elaboración propia.

En la gráfica anterior se muestra el diagrama hombre/máquina del puesto 1 moldeo, donde se puede ver que el operario toma un tiempo de 3.46 min. Para realizar las tareas en tanto la maquina toma un tiempo de 4.22 min. En ejecutar las tareas propias de este puesto de trabajo.

### Puesto 2: Fusión

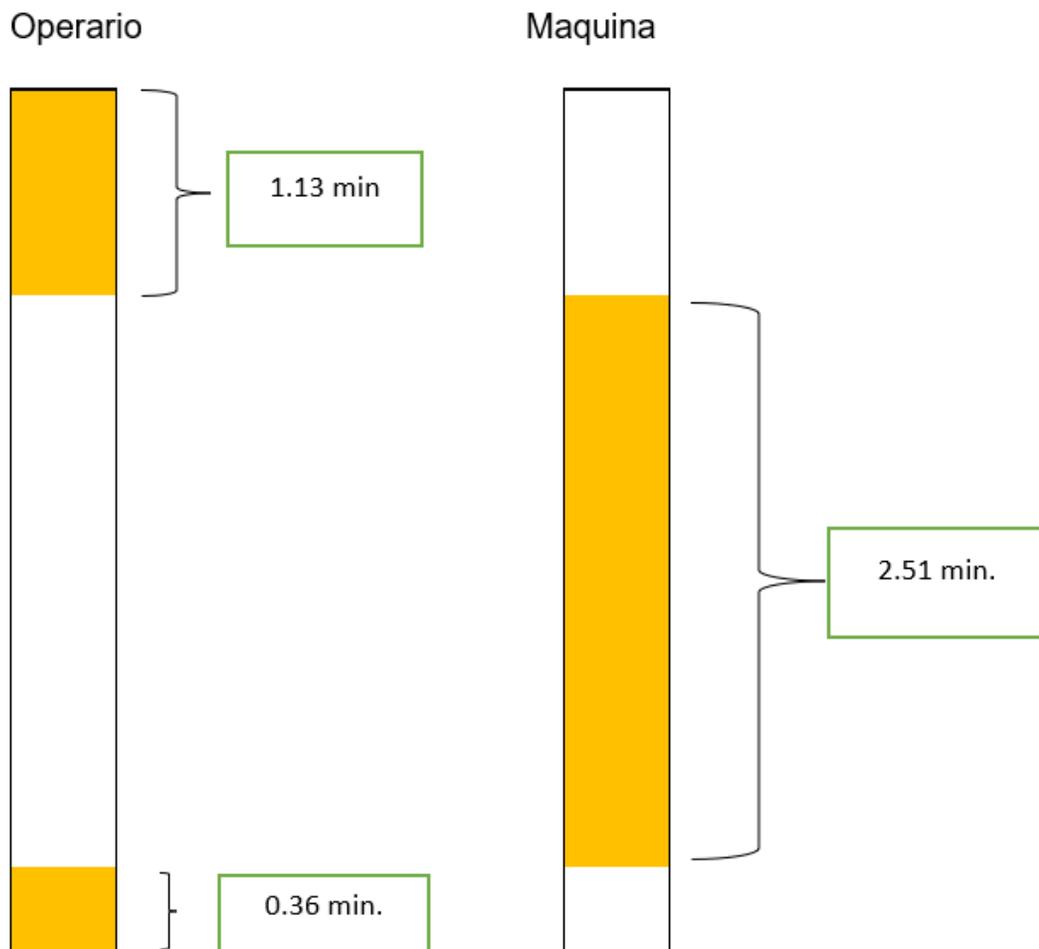


Figura 19 Diagrama H/M prepuesto fusión

Fuente: Elaboración propia.

En la gráfica anterior se muestra el diagrama hombre/máquina del puesto 2 fusión, donde se puede ver que el operario toma un tiempo de 1.41 min. Para realizar las tareas en tanto la maquina toma un tiempo de 2.51 min. En ejecutar las tareas propias de este puesto de trabajo.

Puesto 3: Tapado

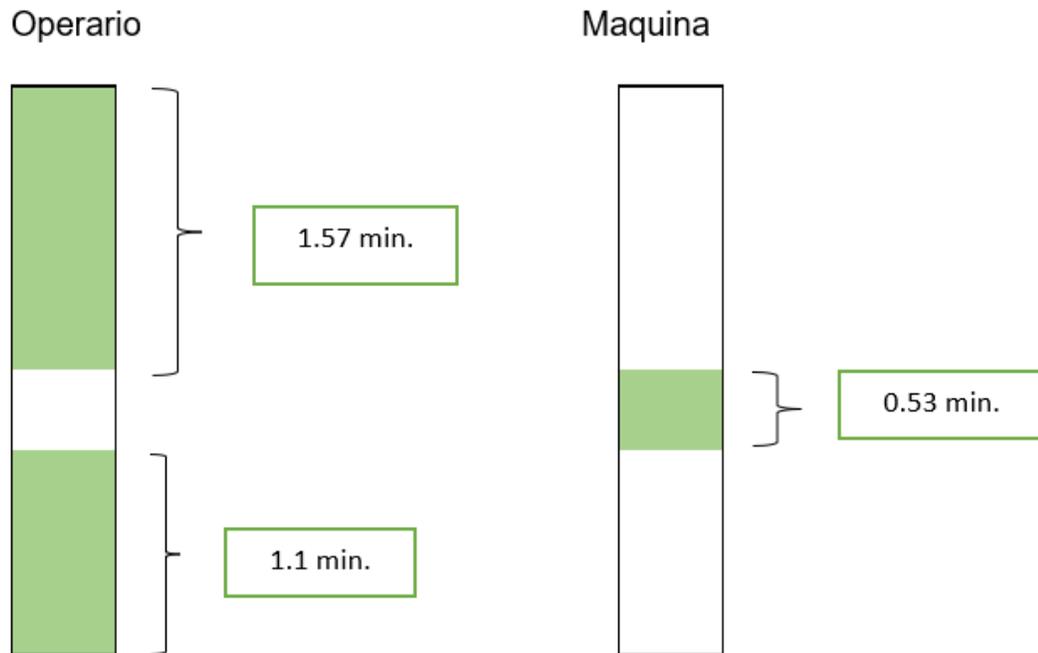


Figura 20 Grafica Hombre/máquina prepuesto tapado

Fuente: Elaboración propia.

En la gráfica anterior se muestra el diagrama hombre/máquina del puesto 3 tapado, donde se puede ver que el operario toma un tiempo de 2.67 min. Para realizar las tareas en tanto la maquina toma un tiempo de 0.53 min. En ejecutar las tareas propias de este puesto de trabajo.

Puesto 4: Acabados

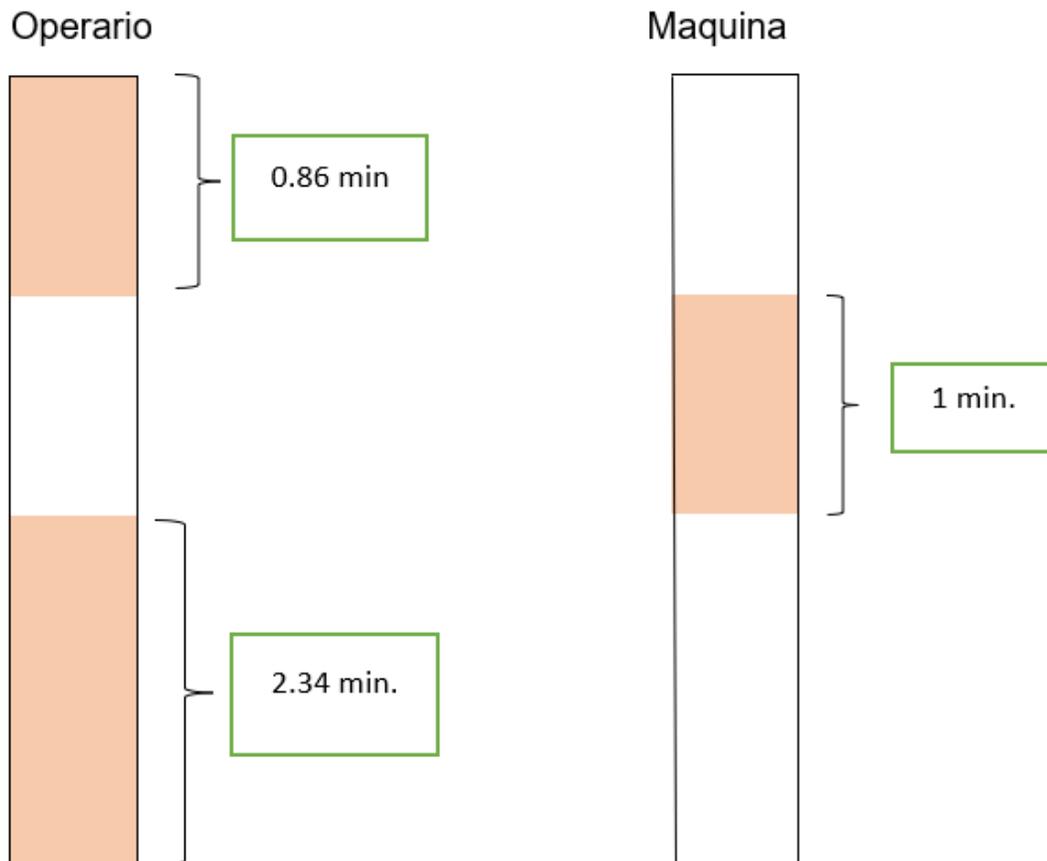


Figura 21 Diagrama hombre/máquina prepuestos acabados

Fuente: Elaboración propia.

En la gráfica anterior se muestra el diagrama hombre/máquina del puesto 4 acabados, donde se puede ver que el operario toma un tiempo de 3.2 min. Para realizar las tareas en tanto la máquina toma un tiempo de 1 min. En ejecutar las tareas propias de este puesto de trabajo.

### Porcentaje de utilización del operario pre

Tabla 16 Porcentaje de utilización del operario pre

Puestos	Tiempo productivo del operario	Tiempo de ciclo total	% utilización del operario
Moldeo	5.71	5.71	100.00
Fusión	3.52	5.71	61.65
Tapado	3.08	5.71	53.94
Acabados	3.34	5.71	58.49

En la tabla N°14 se proporciona información sobre cómo se distribuye el tiempo de trabajo de los operarios en diferentes procesos dentro de la empresa metalmeccánica, así como su eficiencia en cada uno de estos como son; moldeo 100%, fusión 61.65%, tapado 53.94% y acabados 58.49%.

### Porcentaje de utilización de la maquina pre

Tabla 17 Porcentaje de utilización de la maquina pre

Puestos	Tiempo productivo de la maquina	Tiempo de ciclo total	%de la maquina
Moldeo	4.22	7.68	54.95
Fusión	2.51	4	62.75
Tapado	0.53	3.2	16.56
Acabados	1	4	25.00

En la tabla N°15 esta tabla proporciona información sobre cómo se distribuye el tiempo de funcionamiento de las máquinas en diferentes procesos dentro de la empresa metalmeccánica, así como su eficiencia en cada uno de estos procesos de producción como son; moldeo 54.95%, fusión 62.75%, tapado 16.56% y acabados 25%.

### Medición del trabajo pre

#### Tiempo estándar pre-moldeo

Tabla 18 Tiempo estándar prepuesto moldeo

Tiempo normal	Tolerancia	Tiempo estándar
0.65	15	9.75
0.37	15	5.55
0.36	15	5.4
0.48	15	7.2
0.45	15	6.75
0.35	15	5.25
0.82	15	12.3
0.64	15	9.6
0.48	15	7.2
0.64	15	9.6
0.45	15	6.75
0.65	15	9.75
0.55	15	8.25
0.45	15	6.75
0.34	15	5.1
Total		115.2

En la tabla N<sup>a</sup>16 se aprecia el tiempo estándar pre del puesto de trabajo de moldeo, esto refiere al tiempo que necesita un operador cualificado preparado y entrenado para ejecutar una operación, trabajando a una velocidad normal, resultando un valor promedio de 115.2 min. Para este puesto de trabajo.

### **Tiempo estándar pre-fusión**

Tabla 19 Tiempo estándar prepuesto fusión

Tiempo normal	Tolerancia	Tiempo estándar
0.18	15	2.7
0.24	15	3.6
0.15	15	2.25

0.32	15	4.8
0.24	15	3.6
0.31	15	4.65
0.12	15	1.8
0.15	15	2.25
0.13	15	1.95
0.33	15	4.95
0.22	15	3.3
0.22	15	3.3
0.15	15	2.25
0.12	15	1.8
0.11	15	1.65
0.15	15	2.25
0.21	15	3.15
0.14	15	2.1
0.15	15	2.25
0.12	15	1.8
0.24	15	3.6
Total		60

En la tabla N<sup>a</sup>17 se aprecia el tiempo estándar pre del puesto de trabajo de fusión, esto refiere al tiempo que necesita un operador cualificado preparado y entrenado para ejecutar una operación, trabajando a una velocidad normal, resultando un valor promedio de 60 min. Para este puesto de trabajo.

### Tiempo estándar pre tapado

Tabla 20 Tiempo estándar prepuesto tapado

Tiempo normal	Tolerancia	Tiempo estándar
0.24	15	3.6
0.25	15	3.75
0.27	15	4.05
0.21	15	3.15
0.23	15	3.45
0.2	15	3
0.17	15	2.55
0.28	15	4.2

0.25	15	3.75
0.24	15	3.6
0.23	15	3.45
0.14	15	2.1
0.34	15	5.1
0.15	1	0.15
Total		45.9

En la tabla N<sup>o</sup>18 se aprecia el tiempo estándar pre del puesto de trabajo de tapado, esto refiere al tiempo que necesita un operador cualificado preparado y entrenado para ejecutar una operación, trabajando a una velocidad normal, resultando un valor promedio de 45.9 min. Para este puesto de trabajo.

### Tiempo estándar pre acabados

Tabla 21 Tiempo estándar pre puesto acabados

Tiempo normal	Tolerancia	Tiempo estándar
0.24	15	3.6
0.14	15	2.1
0.14	15	2.1
0.17	15	2.55
0.17	15	2.55
0.15	15	2.25
0.15	15	2.25
0.24	15	3.6
0.21	15	3.15
0.21	15	3.15
0.18	15	2.7
0.12	15	1.8
0.47	15	7.05
0.45	15	6.75
0.24	15	3.6
0.25	15	3.75
0.18	15	2.7
0.29	15	4.35
Total		60

En la tabla N<sup>a</sup>19 se aprecia el tiempo estándar pre del puesto de trabajo de acabado, esto refiere al tiempo que necesita un operador cualificado preparado y entrenado para ejecutar una operación, trabajando a una velocidad normal, resultando un valor promedio de 60 min. Para este puesto de trabajo.

## Eficiencia pre

Tabla 22 Nivel de eficiencia pre

día	Recursos Obtenidos (#productos producidos)	Turno (horas útil)	Eficiencia (productos/hora)
1	700	8.00	87.50
2	705	8.00	88.13
3	690	8.00	86.25
4	695	8.00	86.88
5	705	8.00	88.13
6	705	8.00	88.13
7	700	8.00	87.50
8	705	8.00	88.13
9	690	8.00	86.25
10	700	8.00	87.50
11	705	8.00	88.13
12	690	8.00	86.25
13	695	8.00	86.88
14	705	8.00	88.13
15	700	8.00	87.50
16	705	8.00	88.13
17	690	8.00	86.25
18	700	8.00	87.50
19	705	8.00	88.13
20	690	8.00	86.25
21	695	8.00	86.88
22	705	8.00	88.13
23	700	8.00	87.50
24	705	8.00	88.13
25	690	8.00	86.25
26	695	8.00	86.88
27	705	8.00	88.13

28	700	8.00	87.50
29	705	8.00	88.13
30	690	8.00	86.25
31	695	8.00	86.88
32	705	8.00	88.13
33	705	8.00	88.13
34	700	8.00	87.50
35	705	8.00	88.13
36	690	8.00	86.25
37	695	8.00	86.88
38	705	8.00	88.13
39	705	8.00	88.13
40	700	8.00	87.50
41	705	8.00	88.13
42	690	8.00	86.25
43	695	8.00	86.88
44	705	8.00	88.13
45	705	8.00	88.13
46	700	8.00	87.50
47	705	8.00	88.13
48	690	8.00	86.25
49	695	8.00	86.88
50	705	8.00	88.13
51	705	8.00	88.13
52	700	8.00	87.50
53	705	8.00	88.13
54	690	8.00	86.25
55	695	8.00	86.88
56	705	8.00	88.13
57	705	8.00	88.13
58	700	8.00	87.50
59	705	8.00	88.13
60	690	8.00	86.25
61	698	8.00	87.25
62	705	8.00	88.13
63	705	8.00	88.13
64	700	8.00	87.50
65	705	8.00	88.13
66	697	8.00	87.13
67	700	8.00	87.50

68	705	8.00	88.13
69	705	8.00	88.13
70	700	8.00	87.50
71	705	8.00	88.13
72	699	8.00	87.38
73	698	8.00	87.25
74	705	8.00	88.13
75	705	8.00	88.13
			87.50

En la tabla N°14 podemos apreciar el resultado de la eficiencia pre la cual se ha considerado un tiempo de tres meses, 25 turnos por mes lo que nos daría un total de 75 turno la misma que nos arroja un valor promedio de 87.5% respecto a los productos por hora de fabricación.

### Eficacia pre

Tabla 23 Nivel de eficacia pre

Puesto de trabajo	Recursos alcanzados	Recursos previstos	Eficacia %
1	705	1080	65.28
2	705	1080	65.28
3	690	1080	63.89
4	695	1080	64.35
5	705	1080	65.28
6	705	1080	65.28
7	700	1080	64.81
8	705	1080	65.28
9	690	1080	63.89
10	695	1080	64.35
11	705	1080	65.28
12	705	1080	65.28
13	700	1080	64.81
14	705	1080	65.28
15	690	1080	63.89
16	695	1080	64.35
17	705	1080	65.28

18	705	1080	65.28
19	700	1080	64.81
20	705	1080	65.28
21	690	1080	63.89
22	695	1080	64.35
23	705	1080	65.28
24	705	1080	65.28
25	705	1080	65.28
26	705	1080	65.28
27	690	1080	63.89
28	695	1080	64.35
29	705	1080	65.28
30	705	1080	65.28
31	700	1080	64.81
32	705	1080	65.28
33	690	1080	63.89
34	695	1080	64.35
35	705	1080	65.28
36	705	1080	65.28
37	700	1080	64.81
38	705	1080	65.28
39	690	1080	63.89
40	695	1080	64.35
41	705	1080	65.28
42	705	1080	65.28
43	700	1080	64.81
44	705	1080	65.28
45	690	1080	63.89
46	695	1080	64.35
47	705	1080	65.28
48	705	1080	65.28
49	705	1080	65.28
50	705	1080	65.28
51	690	1080	63.89
52	695	1080	64.35
53	705	1080	65.28
54	705	1080	65.28
55	700	1080	64.81
56	704	1080	65.19
57	690	1080	63.89

58	695	1080	64.35
59	705	1080	65.28
60	701	1080	64.91
61	700	1080	64.81
62	702	1080	65.00
63	690	1080	63.89
64	695	1080	64.35
65	701	1080	64.91
66	705	1080	65.28
67	700	1080	64.81
68	705	1080	65.28
69	690	1080	63.89
70	695	1080	64.35
71	705	1080	65.28
72	700	1080	64.81
73	697	1080	64.54
74	705	1080	65.28
75	700	1080	64.81
			64.81

En la tabla N°15 observamos el nivel de eficacia pre habiéndose considerado 75 turnos en un plazo de tiempo de tres meses, cada mes 25 turnos de trabajo a lo que nos da un valor porcentual promedio de 64.81%.

### Productividad pre

Tabla 24 Productividad pre

días	Producción obtenida	Cantidad de factor Utilizado	Productividad
1	700	352	1.99
2	705	352	2.00
3	690	352	1.96
4	695	352	1.97
5	705	352	2.00
6	705	352	2.00
7	700	352	1.99
8	705	352	2.00
9	690	352	1.96

10	700	352	1.99
11	705	352	2.00
12	690	352	1.96
13	695	352	1.97
14	705	352	2.00
15	700	352	1.99
16	705	352	2.00
17	690	352	1.96
18	700	352	1.99
19	705	352	2.00
20	690	352	1.96
21	695	352	1.97
22	705	352	2.00
23	700	352	1.99
24	705	352	2.00
25	690	352	1.96
26	695	352	1.97
27	705	352	2.00
28	700	352	1.99
29	705	352	2.00
30	690	352	1.96
31	695	352	1.97
32	705	352	2.00
33	705	352	2.00
34	700	352	1.99
35	705	352	2.00
36	690	352	1.96
37	695	352	1.97
38	705	352	2.00
39	705	352	2.00
40	700	352	1.99
41	705	352	2.00
42	690	352	1.96
43	695	352	1.97
44	705	352	2.00
45	705	352	2.00
46	700	352	1.99
47	705	352	2.00
48	690	352	1.96
49	695	352	1.97

50	705	352	2.00
51	705	352	2.00
52	700	352	1.99
53	705	352	2.00
54	690	352	1.96
55	695	352	1.97
56	705	352	2.00
57	705	352	2.00
58	700	352	1.99
59	705	352	2.00
60	690	352	1.96
61	698	352	1.98
62	705	352	2.00
63	705	352	2.00
64	700	352	1.99
65	705	352	2.00
66	697	352	1.98
67	700	352	1.99
68	705	352	2.00
69	705	352	2.00
70	700	352	1.99
71	705	352	2.00
72	699	352	1.99
73	698	352	1.98
74	705	352	2.00
75	705	352	2.00
			1.99

En la tabla N°16 se ha procedido a calcular la productividad pre, habiéndose considerado el total de turno que dan de tres meses de trabajo, es decir 75 turno, resultando un valor promedio de 1.99.

### **Resultados después de la mejora**

Proceso operativo para la propuesta de mejora:

El estudio del trabajo se aborda a través de dos técnicas principales:

Estudio de métodos.

Medición del trabajo.

Además, se considera este concepto equivalente a lo que algunos denominan análisis de operaciones. Esto introduce el propósito de mejora que es explicarlo de manera clara para facilitar su comprensión.

Una pregunta clave en este tema es: ¿Por qué realizar un estudio de métodos? La respuesta es simple: "Para incrementar la productividad del trabajo".

Para lograrlo, es esencial diseñar, formular y seleccionar los mejores procesos, insumos, métodos e incluso la materia prima que mejoren el trabajo. Este objetivo se alcanza mediante el estudio o la ingeniería de métodos, atravesando varias etapas necesarias.

Etapas:

**Seleccionar:**

Para seleccionar el trabajo que se va a estudiar, es importante considerar:

Aspectos económicos o relacionados con la eficiencia en función de los costos.

Aspectos técnicos.

Aspectos humanos.

Sabiendo que se cuentan con recursos limitados para mejorar todo según el estudio que realicemos. Aquí, "recursos" se refiere a tiempo, dinero y personal. Por lo tanto, es conveniente elegir aquellos aspectos que generarán un gran impacto. Para seleccionar de manera ideal y con sentido común, se deben considerar los siguientes puntos:

Operaciones con una proporción de causas-consecuencias muy marcada (similar al principio de Pareto).

Cuellos de botella que ralentizan la producción.

Actividades muy repetitivas que involucran a mucho personal.

Transporte de material por largas distancias.

Enfoque en los productos que generan mayor rentabilidad.

Enfoque en los productos que requieren más tiempo de producción.

Enfoque en los procesos que generan más desperdicios.

Sin embargo, no todos los escenarios son iguales y pueden requerir consideraciones adicionales, tales como:

**Consideraciones técnicas o tecnológicas:** Estas se refieren a la posibilidad de mejorar u optimizar un trabajo mediante un cambio en el equipo o una inversión en su mejora o rediseño. Antes de hacer una recomendación, es necesario realizar una evaluación de beneficio-costos. Si esta evaluación es favorable, se debe intentar mejorar el proceso.

**Consideraciones humanas:** Es fundamental entrevistar a los trabajadores para identificar problemas en su área, ya sea por monotonía, ritmo de trabajo o cansancio generado por las operaciones en las que participan.

## **Registrar**

Para realizar el registro, el observador debe estar muy alerta y no debe hacer más de una observación a la vez. Esto no es para evitar la fatiga, sino para garantizar la precisión y exactitud en el registro de los eventos observados.

Para el registro, se pueden utilizar hojas y formatos elaborados de acuerdo con lo que se necesita observar. Sin embargo, se pueden diseñar herramientas en forma de gráficos y diagramas que facilitan este proceso. En esta etapa, será crucial el uso y la revisión de diagramas de hilo, gráficos de trayectoria, diagrama de actividades y diagrama bimanual. Estas herramientas permiten que la toma de notas sea precisa y cumpla con los estándares de calidad

requeridos en la ingeniería.

Uno de los datos más comunes que se registran a partir de la observación en una empresa es el estudio de tiempos. Para ello, se utiliza un cronómetro y un tablero para colocar el formato de toma de tiempos.

### **Examinar**

Examinar implica observar lo que debemos hacer con una actitud crítica. Esto se debe a que, con el registro de las actividades, ya tenemos una idea de lo que está sucediendo y es necesario evaluar lo que estamos haciendo bien y lo que estamos haciendo mal. En otras palabras, examinar significa profundizar al máximo en cada detalle de las acciones dentro del trabajo.

Uno de los métodos más comunes para examinar es el interrogatorio, que consiste en hacernos preguntas de forma sistemática para entender qué está sucediendo con una estación de trabajo o con un proceso registrado. De esta manera, podemos identificar qué actividades realmente generan valor y cuáles pueden ser modificadas, ya sea en el método de trabajo o en la forma en que se realizan, manual o automáticamente.

### **Plantear alternativas**

Es esencial conocer cada aspecto de la empresa, y es crucial que ningún dato del registro sea mal manipulado. Un error en el registro puede llevar a conclusiones incorrectas que no mejorarán el problema detectado, sino uno ficticio.

Existen diversas formas de plantear alternativas, se puede involucrar a todo el personal para idear el método que mejorará el puesto o proceso identificado. Para ello, debemos hacernos las siguientes preguntas:

¿Qué debemos hacer?

¿Dónde debemos hacerlo?

¿Cuándo debemos hacerlo?

¿Quiénes lo deben hacer?

¿Cómo lo deben hacer?

### **Definir**

Es necesario diseñar y definir el nuevo método y su tiempo correspondiente, y presentarlo, ya sea verbalmente o por escrito, a todas las personas involucradas, utilizando demostraciones. Una vez tomada la decisión sobre los cambios que se adoptarán, es crucial que el nuevo método sea definido cuidadosamente.

### **Normas de ejecución**

En todos los trabajos que no se ejecuten con máquinas herramientas uniformes o con maquinaria especial que regule el proceso y los métodos, es recomendable consignar por escrito las normas de ejecución. Esto se hace llenando la hoja de instrucciones del operario, que tiene varios propósitos:

- Deja constancia del método perfeccionado con todos los detalles necesarios, lo cual puede ser consultado más tarde.

-Puede utilizarse para explicar el nuevo método a la dirección, a los capataces y a los operarios, informando a los interesados, incluyendo a los ingenieros de la fábrica, sobre el nuevo equipo necesario o los cambios en la disposición de las máquinas o lugares de trabajo.

-Facilita la formación o readaptación de los operarios, quienes pueden consultarla hasta familiarizarse completamente con el nuevo método.

-Sirve de base para los estudios de tiempos que se realizan para fijar normas, aunque los elementos no se descompongan necesariamente del mismo modo que los movimientos.

La hoja de instrucciones proporciona al operario una guía sencilla sobre los métodos que debe aplicar. Generalmente, se necesitan tres tipos de datos:

-Herramientas y equipo: Detalles sobre las herramientas y el equipo que se utilizarán, así como las condiciones generales de trabajo.

-Método que se aplicará: La cantidad de detalles dependerá de la naturaleza de la tarea y del volumen probable de producción. Si la tarea involucra a varios operarios durante varios meses, la hoja de instrucciones deberá explicar incluso los detalles más minuciosos, como los movimientos de los dedos.

-Diagrama de la disposición del lugar de trabajo: Este puede incluir croquis de las herramientas, plantillas y dispositivos de fijación especiales.

### **Implantar**

Las fases finales del procedimiento básico suelen ser las más complejas, requiriendo la cooperación activa tanto de la dirección como de los sindicatos. En esta etapa, las habilidades personales del especialista en estudio del trabajo se vuelven cruciales: su capacidad para explicar claramente sus propuestas, su habilidad para relacionarse con los demás y su capacidad para generar confianza son esenciales.

La implementación del nuevo método se puede dividir en cinco etapas:

1. Obtener la aprobación de la dirección.
2. Lograr la aceptación del cambio por parte del jefe del departamento o taller. Estas dos primeras etapas ya han sido discutidas y continuar si han fracasado sería inútil.
3. Conseguir que los operarios involucrados y sus representantes acepten el cambio.
4. Capacitar a los trabajadores en el nuevo método.

5. Supervisar de cerca el progreso para asegurar que el trabajo se realice según lo previsto.

Si se plantean cambios que afecten el número de trabajadores en una operación, como suele ocurrir, es necesario consultar a los representantes de los trabajadores lo antes posible. Los planes para reorganizar la mano de obra deben ser estudiados con atención para minimizar las interrupciones o inconvenientes. Es importante recordar que un trabajador, incluso si realiza una tarea individualmente, no opera en aislamiento dentro del taller o empresa. Si no es parte de un equipo, al menos forma parte de una sección o departamento y está acostumbrado a interactuar con los mismos colegas y compartir la hora del almuerzo con ellos. Aunque trabajen en áreas distintas y no puedan comunicarse, pueden verse y, ocasionalmente, bromear o quejarse de los superiores. Han desarrollado una adaptación mutua, y un traslado repentino, aunque sea al otro lado del taller, puede desorganizar su círculo social y causar malestar tanto al trabajador trasladado como a sus compañeros. En el caso de un equipo de trabajo, los vínculos son aún más estrechos, y romperlos puede afectar gravemente la productividad, a pesar de la mejora en los métodos.

El especialista que ignore este aspecto corre el riesgo de enfrentar una resistencia innecesaria a las reformas propuestas entre los trabajadores. En las primeras tres etapas de la implementación, es fundamental proporcionar instrucción y capacitación en estudio del trabajo a todos los involucrados: dirección, personal subalterno y representantes de los trabajadores. La aceptación del cambio es mayor cuando las personas comprenden el proceso en lugar de enfrentarse a transformaciones que parecen surgir mágicamente. Si los cambios afectan a un equipo de trabajo, a menudo es preferible discutir el asunto con el grupo en su totalidad en lugar de hacerlo individualmente. De esta forma, el grupo puede expresar sus opiniones y preocupaciones.

## **Mantener**

Una vez que se ha implementado un nuevo método, es crucial mantenerlo tal como fue especificado y evitar que los operarios regresen a prácticas anteriores o añadan elementos no previstos, a menos que haya una justificación válida para hacerlo.

Para asegurar la permanencia de un método, es esencial definirlo y detallarlo de manera clara, especialmente si se utilizará para establecer normas de tiempo para las primas por rendimiento u otros fines. Es necesario especificar las herramientas, la disposición del lugar de trabajo y los elementos de movimiento de manera que no haya posibilidad de malentendidos. La cantidad de detalle necesaria dependerá de la tarea en cuestión.

El departamento de estudio del trabajo debe supervisar la aplicación del método, ya que, sin dicha vigilancia, operarios y supervisores podrían desviarse de las normas establecidas debido a la naturaleza humana. Muchas disputas sobre tiempos tipo ocurren porque el método aplicado ya no se ajusta a lo especificado debido a la incorporación de nuevos elementos, lo que se podría haber evitado con una vigilancia adecuada. Si se identifica una posible mejora (y es raro que un método no pueda mejorarse eventualmente, a menudo gracias a sugerencias de los operarios), debe integrarse oficialmente, actualizándose las especificaciones y estableciendo nuevas normas de tiempo.

El proceso para mantener un nuevo método puede variar según las relaciones entre el especialista en estudio del trabajo y el área de la empresa donde se ha implementado el método. Algunos especialistas están asignados permanentemente a un área específica y, por lo tanto, pueden monitorear continuamente los métodos aplicados. Cuando esto no es el caso y el especialista debe moverse entre diferentes áreas, puede ser necesario establecer un procedimiento formal de control o verificación, en el que todos los métodos introducidos se revisen después de un período determinado. La ventaja de este enfoque es que, al exigir un control según un calendario fijo, se

fomentará la adhesión al método especificado por parte de los trabajadores y supervisores.

En seguida se presentan la mejora en función a:

### **Plan Operativo Institucional (POI)**

El Plan Operativo Institucional (POI) en la empresa investigada es un documento detallado que especifica las acciones y actividades a corto y mediano plazo necesarias para alcanzar los objetivos operativos de la empresa. En el contexto metalmecánico, el POI puede incluir:

Objetivos específicos como aumentar la eficiencia en el uso de maquinaria, reducir tiempos de inactividad y mejorar la calidad de los productos.

Actividades tales como la implementación de mantenimiento preventivo, optimización de procesos de producción y capacitación del personal en nuevas tecnologías.

Recursos necesarios como herramientas, equipos y personal especializado.

Cronograma de implementación que detalla los tiempos para cada acción.

Responsables que asignan tareas a distintos miembros del equipo.

Mecanismos de seguimiento y evaluación para asegurar que las actividades se realicen según lo planificado y ajusten estrategias según sea necesario.

### **Plan Estratégico Institucional (PEI)**

El Plan Estratégico Institucional (PEI) en la empresa motivo de estudio define la dirección y los objetivos a largo plazo de la organización. Este plan se enfoca en el crecimiento y desarrollo futuro de la empresa e incluye:

Visión y misión específicas para el sector metalmecánico, como ser líder en innovación de procesos de manufactura o destacar en la calidad y precisión de

productos.

Análisis situacional que evalúa las fortalezas (como tecnología avanzada), debilidades (como alta rotación de personal), oportunidades (como expansión en nuevos mercados) y amenazas (como fluctuaciones en los precios de materias primas).

Metas estratégicas tales como expandir la capacidad de producción, mejorar la eficiencia operativa, y diversificar la oferta de productos.

Estrategias para lograr estas metas, como invertir en nueva tecnología, mejorar la cadena de suministro o establecer alianzas estratégicas.

Planes de acción que detallan cómo se implementarán estas estrategias a lo largo del tiempo.

En resumen, el POI se concentra en la ejecución y administración de las actividades diarias para cumplir con los objetivos a corto plazo, mientras que el PEI establece la dirección a largo plazo y las estrategias para el crecimiento y desarrollo sostenido de la empresa metalmeccánica. Ambos planes son esenciales para asegurar una gestión eficaz y alineada con las metas generales de la organización (Anexo 8)

### **DAP después de la mejora**

#### **Puesto moldeo**

Tabla 25 DAP post puesto moldeo

CURSOGRAMA ANALÍTICO		OPERARIO / MATERIAL / EQUIPO							
DIAGRAMA núm: 1 Hoja núm: 1		RESUMEN							
Objeto: Moldeo		ACTIVIDAD		ACTUAL		PROPUESTA	ECONOMÍA		
Actividad: 1-4		Operación		8					
		Transporte		0					
Método: ACTUAL/PROPUESTO		Espera		2					
		Inspección		1					
Lugar: Ferrosa		Almacenamiento							
Operarios(s): OP20 Ficha núm: 001		Distancia (m)		9.5					
		Tiempo (minutos)		5.74					
Compuesto por: A.T.D.A. Fecha: 05/09/2023		Costo							
Aprobado por: Supervisor Fecha: 05/09/2023		Mano de obra Material							
DESCRIPCIÓN	C	D (m)	T (min)	SIMBOLO					Observaciones
				○	◻	D	□	▽	
Preparación de la Mezcla		1	0.37	■					
Calentamiento del Material		1	0.48	■					
Moldear las piezas en base a los modelos solicitados por el cliente.		2.5	0.45	■					
Hacer la trazabilidad en cada molde.		1	0.35	■					
Compactación		1.2	0.82	■					
Cumplir con el control dimensional de cada pieza.		1.4	0.64				■		
Enfriamiento y Solidificación		1.5	0.64	■					
Extracción del Molde		2.0	0.45	■					
Acabado y Revisión Final		2.0	0.65				■		
Limpiar la maquina mezcladora se arena Sílice		1.5	0.55	■					
Empaque y Almacenamiento		2.5	0.34				■		
Total		9.50	5.74						

En la Tabla 23 se muestra un cronograma de análisis post-tratamiento que considera actividades o procesos en la planta de fundición de la empresa Ferrosa, donde se observaron mejoras en 5.74 minutos y un recorrido de 9.50 mt.

### Puesto fusión

Tabla 26 DAP post puesto fusión

CURSOGRAMA ANALÍTICO		OPERARIO / MATERIAL / EQUIPO							
DIAGRAMA <u>num.</u> 1 Hoja <u>num.</u> 1		RESUMEN							
Objeto: Fusión		ACTIVIDAD		ACTUAL		PROPUESTA	ECONOMÍA		
Actividad: 1-4	Operación			13					
Método: ACTUAL/PROPUESTO	Transporte			1					
Lugar: Ferrosa	Espera			0					
	Inspección			1					
	Almacenamiento			1					
Operarios(s): OP8 Ficha <u>num.</u> 001	Distancia (m)			17.8					
	Tiempo (minutos)			3.02					
Compuesto por: A.T.D.A. Fecha: 05/09/2023	Costo								
Aprobado por: Supervisor Fecha: 05/09/2023	Mano de obra Material								
DESCRIPCIÓN	C	D (m)	T (min)	SIMBOLO					Observaciones
				○	⇐	D	□	▽	
Preparación de Materias Primas		1	0.24	■					
Llevar la carga de metales del almacén de materia prima a los hornos de inducción.		1	0.15	■					
Calentamiento del Horno		1.4	0.24	■					
Introducir todos los metales con el debido cuidado al horno.		1.3	0.31	■					
Fusión de Materias Primas		1	0.12	■					
Verificar que el sistema de refrigeración del horno esté operativo para evitar sobrecalentamientos.		1.1	0.13	■					
Refinamiento del Metal		1	0.33	■					
Análisis y Ajuste de Composición		1.8	0.22	■					
Una vez fundida toda la chatarra vascular en la cuchara para su posterior vertido a los moldes.		1	0.15	■					
Desgasificación		1.2	0.12	■					
Colada del Metal Fundido		1	0.15	■					
Solidificación del Metal		0.5	0.21	■					
Desmoldeo		1	0.14	■					
Tratamientos Térmicos		1	0.15	■					
Inspección y Control de Calidad		1.5	0.12			■			
Empaque y Almacenamiento		1	0.24				■		
Total		17.8	3.02						

En la Tabla 24 se muestra un cronograma de análisis de postprocesamiento que toma en cuenta las actividades o procesos de trabajo consolidados de la empresa Ferrosa, y para la ruta de 17.8 mt. se observó una mejora de 3.02 minutos.

### Puesto tapado

Tabla 27 DAP post puesto tapado

CURSOGRAMA ANALÍTICO		OPERARIO / MATERIAL / EQUIPO							
DIAGRAMA <del>núm:</del> 1 Hoja <del>núm:</del> 1		RESUMEN							
Objeto: Tapado		ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMÍA				
Actividad: 1-3	Operación	9							
Método: ACTUAL/PROPUESTO	Transporte	0							
	Espera	0							
	Inspección	1							
Lugar: Ferrosa	Almacenamiento	0							
Operarios(s): OP4 Ficha <del>núm:</del> 001	Distancia (m)	11							
	Tiempo (minutos)	2.28							
Compuesto por: A.T.D.A. Fecha: 05/09/2023	Costo								
Aprobado por: Supervisor Fecha: 05/09/2023	Mano de obra								
	Material								
DESCRIPCIÓN	C	D (m)	T (min)	SIMBOLO					Observaciones
Preparación de la Superficie		1	0.24	○	⇐	D	□	▽	
Selección del Tapón o Tapa		1	0.21						
Pintar los moldes de acuerdo con el material q se fundió		1	0.2						
Tapar los moldes con la grúa		1.5	0.28						
Colocación del Tapón		0.5	0.25						
Amarrar los moldes con alambre y pesas para evitar que se habrán al momento de vaciar el líquido metálico.		1.5	0.24						
Soldadura		1	0.23						
Inspección y Control de Calidad		1.5	0.14						
Acabado y Pulido		1	0.34						
Protección de la Superficie		1	0.15						
Total		11	2.28						

En la Tabla 25 se muestra un cronograma de análisis post-tratamiento considerando las operaciones o procesos de recubrimiento de la Empresa Ferrosa, donde se observó una mejora en 2.28 minutos y 11 m. de ruta.

### Puesto acabado

Tabla 28 DAP post puesto acabados

CURSOGRAMA ANALÍTICO		OPERARIO / MATERIAL / EQUIPO								
DIAGRAMA núm: 1 Hoja núm: 1		RESUMEN								
Objeto: Acabados		ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMÍA					
Actividad: 1-4	Operación	10								
	Transporte	0								
Método: ACTUAL/PROPUESTO	Espera	3								
Lugar: Ferrosa	Inspección	1								
	Almacenamiento									
Operarios(s): OP8 Ficha núm: 001	Distancia (m)	15.2								
	Tiempo (minutos)	3.14								
Compuesto por: A.T.D.A. Fecha: 05/09/2023	Costo									
Aprobado por: Supervisor Fecha: 05/09/2023	Mano de obra Material									
DESCRIPCIÓN	C	D (m)	T (min)	SIMBOLO					Observaciones	
				○	⇄	D	□	▽		
Preparación de la Superficie		0.5	0.24							
Limpieza de la Superficie		1	0.14							
Decapado		0.5	0.17							
Pulido y Rectificado		1	0.17							
Tratamientos Térmicos		1	0.15							
Recubrimientos		1	0.15							
Soldar todas las piezas q salieron con poros y fisuras		1.5	0.24							
Control de calidad (paso anterior)		1.5	0.21							
Soldar todo el borde para evitar la rebarba		1	0.21							
Control de calidad (paso anterior)		1	0.18							
Pintar el producto de color azul o rosado para su mayor conservación		1.2	0.12							
Inspección y Control de Calidad		1	0.45							
Empaquetar para su despacho		1.5	0.24							
Traslado al almacén		1	0.18							
Almacenar		1	0.29							

En la Tabla 26 se muestra un cronograma de análisis de acabado que considera las actividades o procesos en la obra de acabado de Ferrosa donde se observaron mejoras en 3.14 minutos y 15.2 m. por ruta.

### Distribución de puestos de trabajo mejorado

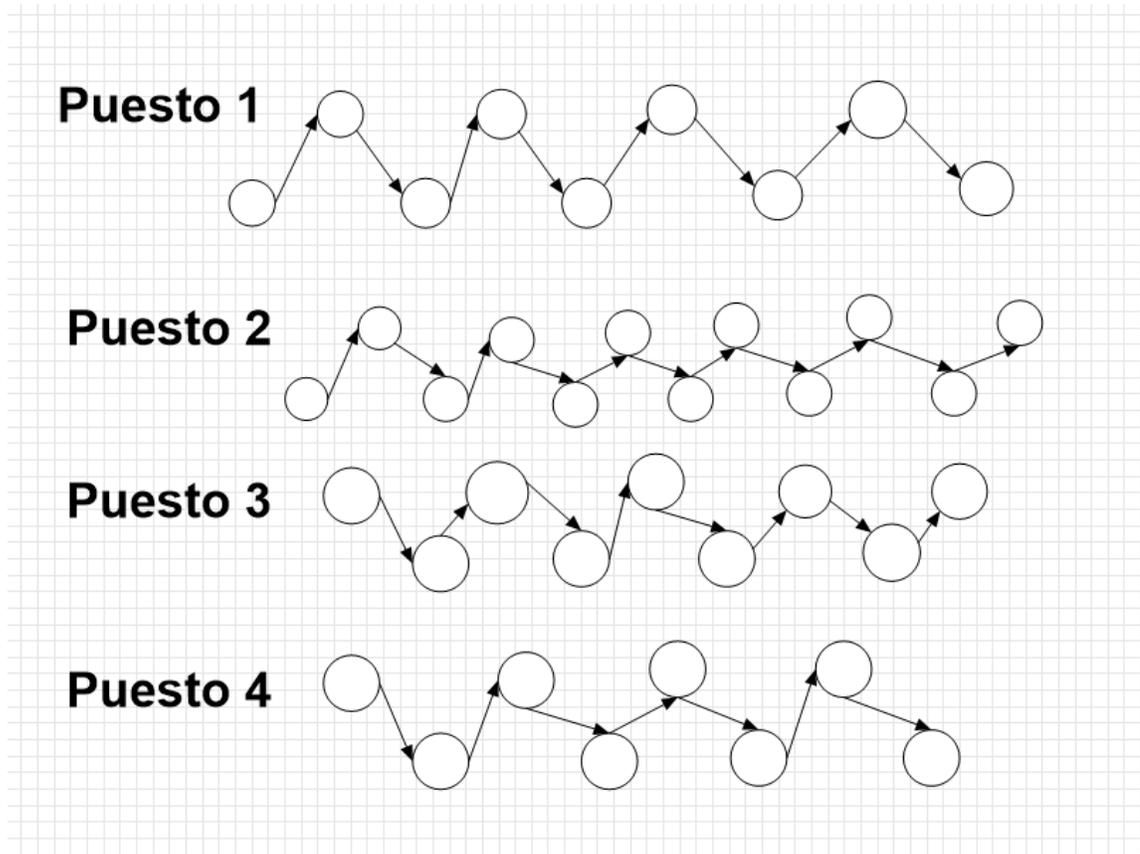


Figura 22 Disposiciones de los puestos de trabajos mejorado

En el grafico anterior se muestra la distribución de los operarios en los cuatro puestos de trabajos ya habiéndose mejorado en cantidad y según los puestos y el requerimiento de operarios para cada uno de ellos.

### Diagrama Hombre/maquina mejorado

#### Puesto 1: Moldeo

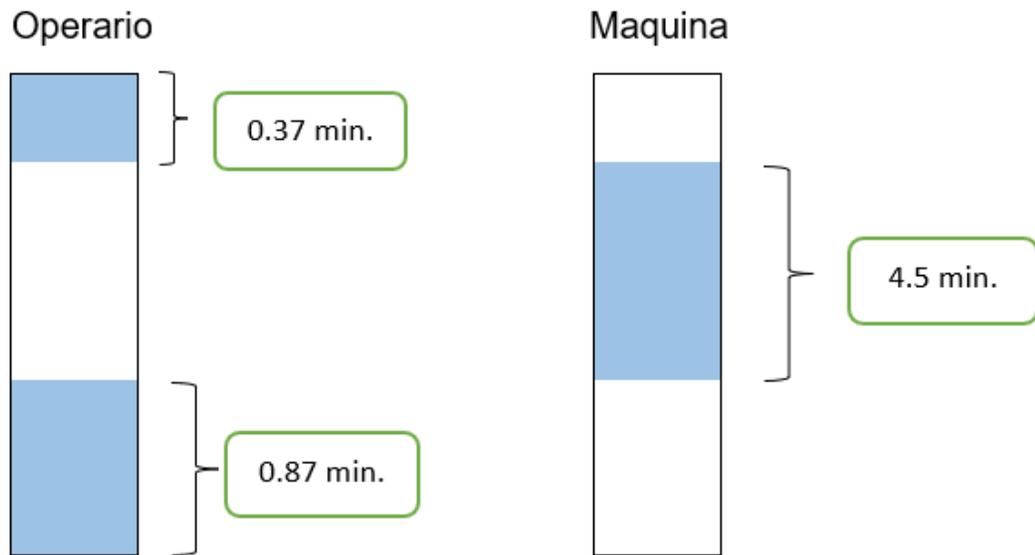


Figura 23 Grafica H/M puesto moldeo

Fuente: Elaboración propia.

En la gráfica anterior se muestra el diagrama hombre/máquina del puesto 1 moldeo mejorado, donde se puede ver que el operario toma un tiempo de 1.24 min. Para realizar las tareas en tanto la maquina toma un tiempo de 4.5 min. En ejecutar las tareas propias de este puesto de trabajo.

## Puesto 2: Fusión

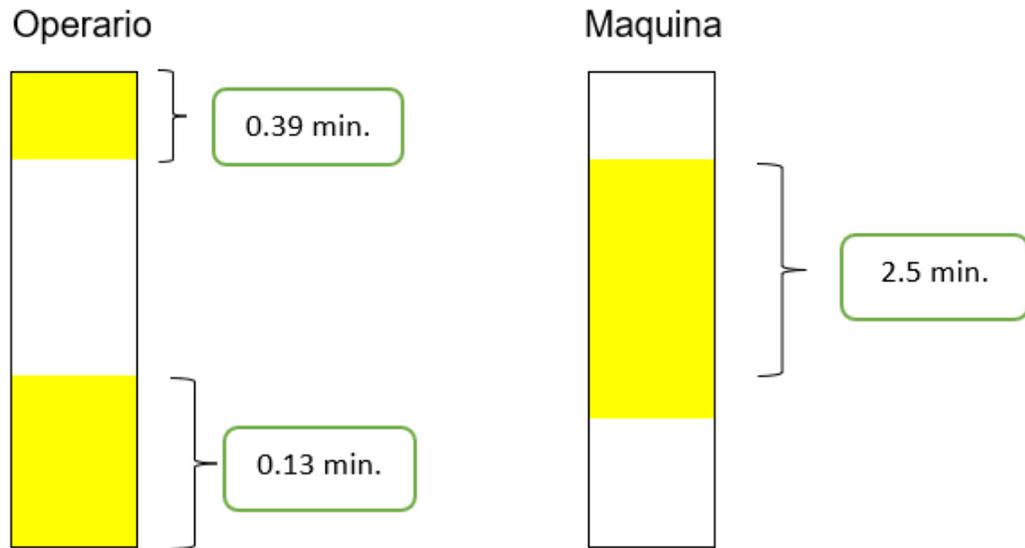


Figura 24 Grafica H/M puesto moldeo

Fuente: Elaboración propia.

En la gráfica anterior se muestra el diagrama hombre/máquina del puesto 2 fusión mejorado, donde se puede ver que el operario toma un tiempo de 0.52 min. Para realizar las tareas en tanto la máquina toma un tiempo de 2.5 min. En ejecutar las tareas propias de este puesto de trabajo.

### Puesto 3: Tapado

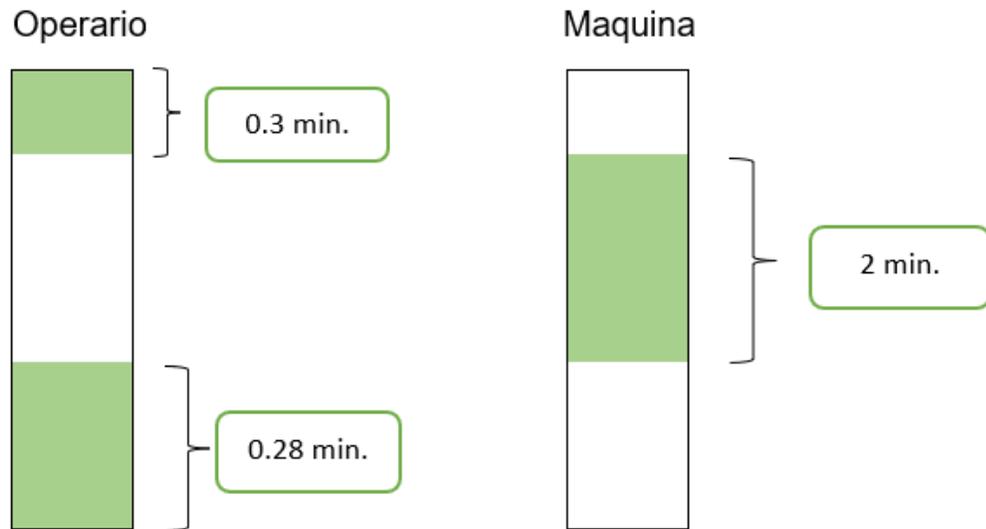


Figura 25 Grafico H/M puesto tapado

Fuente: Elaboración propia.

En la gráfica anterior se muestra el diagrama hombre/máquina del puesto 3 tapado mejorado, donde se puede ver que el operario toma un tiempo de 0.58 min. Para realizar las tareas en tanto la maquina toma un tiempo de 2 min. En ejecutar las tareas propias de este puesto de trabajo.

#### **Puesto 4: Acabado**

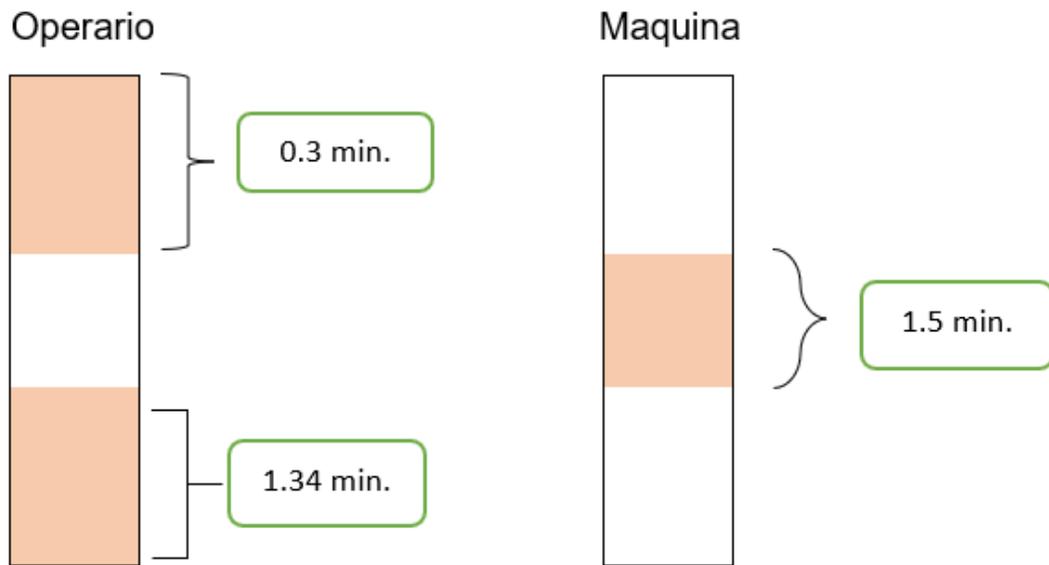


Figura 26 Grafico H/M post acabado

Fuente: Elaboración propia.

En la gráfica anterior se muestra el diagrama hombre/máquina del puesto 4 acabados mejorado, donde se puede ver que el operario toma un tiempo de 1.64 min. Para realizar las tareas en tanto la maquina toma un tiempo de 1.5 min. En ejecutar las tareas propias de este puesto de trabajo.

### Porcentaje de utilización del operario post

Tabla 29 Porcentaje de utilización del operario post

Puestos	Tiempo productivo del operario	Tiempo de ciclo total	% utilización del operario
Moldeo	4.28	4.28	100.00
Fusión	3.6	4.28	84.11
Tapado	3.58	4.28	83.64
Acabados	2.99	4.28	69.86

En la tabla N°27 se proporciona información sobre cómo se distribuye el tiempo mejorado de trabajo de los operarios en diferentes procesos dentro de la

empresa metalmecánica, así como su eficiencia en cada uno de estos como son; moldeo 100%, fusión 84.11%, tapado 83.64% y acabados 69.86%.

### Porcentaje de utilización de la maquina post

Tabla 30 Porcentaje de utilización de la maquina post

Puestos	Tiempo productivo de la maquina	Tiempo de ciclo total	%de la maquina
Moldeo	4.5	5.74	78.40
Fusión	2.5	3.02	82.78
Tapado	2	2.28	87.72
Acabados	1.5	3.14	47.77

En la tabla N°28 esta tabla proporciona información sobre cómo se distribuye el tiempo mejorado de funcionamiento de las máquinas en diferentes procesos dentro de la empresa metalmecánica, así como su eficiencia en cada uno de estos procesos de producción como son; moldeo 78.40%, fusión 82.78%, tapado 87.72% y acabados 47.77%.

### Medición del trabajo post

#### Tiempo estándar pre-moldeo

Tabla 31 Ts post puesto moldeo

Tiempo normal	Tolerancia	Tiempo estándar
0.37	15	5.55
0.48	15	7.2
0.45	15	6.75
0.35	15	5.25
0.82	15	12.3
0.64	15	9.6
0.64	15	9.6
0.45	15	6.75
0.65	15	9.75
0.55	15	8.25
0.34	15	5.1
Total		86.1

En la Tabla 29 se muestra el tiempo estándar mejorado para las operaciones de fundición, que se refiere al tiempo requerido por un operador capacitado y calificado para realizar las operaciones a velocidad normal, con un promedio de 86,1 minutos. para este trabajo.

### Tiempo estándar post fusión

Tabla 32 Ts post puesto fusión

Tiempo normal	Tolerancia	Tiempo estándar
0.24	15	3.6
0.15	15	2.25
0.24	15	3.6
0.31	15	4.65
0.12	15	1.8
0.13	15	1.95
0.33	15	4.95
0.22	15	3.3
0.15	15	2.25
0.12	15	1.8
0.15	15	2.25
0.21	15	3.15
0.14	15	2.1
0.15	15	2.25
0.12	15	1.8
0.24	15	3.6
Total		45.3

La Tabla 30 muestra el tiempo de operación estándar convergente mejorado, que es el tiempo requerido para que un operador capacitado y calificado realice operaciones a velocidad normal, con un promedio de 45,3 minutos. para este trabajo.

### Tiempo estándar post tapado

Tabla 33 Ts post puesto tapado

Tiempo normal	Tolerancia	Tiempo estándar
0.24	15	3.6
0.21	15	0.21
0.2	15	0.2
0.28	15	4.2
0.25	15	3.75
0.24	15	3.6
0.23	15	3.45
0.14	15	2.1
0.34	15	5.1
0.15	15	2.25
Total		28.46

En la tabla N<sup>o</sup>31 se aprecia el tiempo estándar post mejorado del puesto de trabajo de tapado, esto refiere al tiempo que necesita un operador cualificado preparado y entrenado para ejecutar una operación, trabajando a una velocidad normal, resultando un valor promedio de 28.46 min. Para este puesto de trabajo.

### Tiempo estándar post acabado

Tabla 34 Ts post acabado

Tiempo normal	Tolerancia	Tiempo estándar
0.24	15	3.6
0.14	15	2.1
0.17	15	2.55
0.17	15	2.55
0.15	15	2.25
0.15	15	2.25
0.24	15	3.6
0.21	15	3.15
0.21	15	3.15
0.18	15	2.7
0.12	15	1.8

0.45	15	6.75
0.24	15	3.6
0.18	15	2.7
0.29	15	4.35
Total		47.1

En la tabla N<sup>o</sup>32 se aprecia el tiempo estándar post mejorado del puesto de trabajo de acabado, esto refiere al tiempo que necesita un operador cualificado preparado y entrenado para ejecutar una operación, trabajando a una velocidad normal, resultando un valor promedio de 47.1 min. Para este puesto de trabajo.

### **Eficiencia post**

Tabla 35 Eficiencia post

día	Recursos Obtenidos (#productos producidos)	Turno (horas)	Eficiencia (productos/hora)
1	800	8	100.00
2	805	8	100.63
3	796	8	99.50
4	795	8	99.38
5	803	8	100.38
6	801	8	100.13
7	800	8	100.00
8	800	8	100.00
9	805	8	100.63
10	796	8	99.50
11	795	8	99.38
12	803	8	100.38
13	801	8	100.13
14	800	8	100.00
15	800	8	100.00
16	805	8	100.63
17	796	8	99.50
18	795	8	99.38
19	803	8	100.38
20	801	8	100.13
21	800	8	100.00
22	800	8	100.00

23	805	8	100.63
24	796	8	99.50
25	795	8	99.38
26	803	8	100.38
27	801	8	100.13
28	800	8	100.00
29	800	8	100.00
30	805	8	100.63
31	796	8	99.50
32	795	8	99.38
33	803	8	100.38
34	801	8	100.13
35	800	8	100.00
36	800	8	100.00
37	805	8	100.63
38	796	8	99.50
39	795	8	99.38
40	803	8	100.38
41	801	8	100.13
42	800	8	100.00
43	800	8	100.00
44	805	8	100.63
45	796	8	99.50
46	795	8	99.38
47	803	8	100.38
48	801	8	100.13
49	800	8	100.00
50	800	8	100.00
51	805	8	100.63
52	796	8	99.50
53	795	8	99.38
54	803	8	100.38
55	801	8	100.13
56	800	8	100.00
57	800	8	100.00
58	805	8	100.63
59	796	8	99.50
60	795	8	99.38
61	803	8	100.38
62	801	8	100.13

63	800	8	100.00
64	800	8	100.00
65	805	8	100.63
66	796	8	99.50
67	795	8	99.38
68	803	8	100.38
69	801	8	100.13
70	800	8	100.00
71	805	8	100.63
72	796	8	99.50
73	795	8	99.38
74	803	8	100.38
75	801	8	100.13
			100.00

En la tabla N°33 podemos apreciar el resultado de la eficiencia post la cual se ha considerado un tiempo de tres meses, 25 turnos por mes lo que nos daría un total de 75 turno la misma que nos arroja un valor promedio mejorado del 100% respecto a los productos por hora de fabricación.

### Eficacia post

Tabla 36 Eficacia post

Puesto de trabajo	Recursos alcanzados	Recursos previstos	Eficacia %
1	805	1080	74.54
2	805	1080	74.54
3	796	1080	73.70
4	795	1080	73.61
5	803	1080	74.35
6	801	1080	74.17
7	800	1080	74.07
8	805	1080	74.54
9	796	1080	73.70
10	795	1080	73.61
11	803	1080	74.35
12	801	1080	74.17
13	800	1080	74.07

14	805	1080	74.54
15	796	1080	73.70
16	795	1080	73.61
17	803	1080	74.35
18	801	1080	74.17
19	800	1080	74.07
20	805	1080	74.54
21	796	1080	73.70
22	795	1080	73.61
23	803	1080	74.35
24	801	1080	74.17
25	805	1080	74.54
26	805	1080	74.54
27	796	1080	73.70
28	795	1080	73.61
29	803	1080	74.35
30	801	1080	74.17
31	800	1080	74.07
32	805	1080	74.54
33	796	1080	73.70
34	795	1080	73.61
35	803	1080	74.35
36	801	1080	74.17
37	800	1080	74.07
38	805	1080	74.54
39	796	1080	73.70
40	795	1080	73.61
41	803	1080	74.35
42	801	1080	74.17
43	800	1080	74.07
44	805	1080	74.54
45	796	1080	73.70
46	795	1080	73.61
47	803	1080	74.35
48	801	1080	74.17
49	805	1080	74.54
50	805	1080	74.54
51	796	1080	73.70
52	795	1080	73.61
53	803	1080	74.35

54	801	1080	74.17
55	800	1080	74.07
56	802	1080	74.26
57	796	1080	73.70
58	795	1080	73.61
59	801	1080	74.17
60	801	1080	74.17
61	800	1080	74.07
62	803	1080	74.35
63	796	1080	73.70
64	795	1080	73.61
65	801	1080	74.17
66	801	1080	74.17
67	800	1080	74.07
68	801	1080	74.17
69	796	1080	73.70
70	798	1080	73.89
71	800	1080	74.07
72	801	1080	74.17
73	802	1080	74.26
74	801	1080	74.17
75	795	1080	73.61

74.07

En la tabla N°34 observamos el nivel de eficacia post mejorado habiéndose considerado 75 turnos en un plazo de tiempo de tres meses, cada mes 25 turnos de trabajo a lo que nos da un valor porcentual promedio de 74.07%.

### Productividad post

Tabla 37 Productividad post

días	Producción obtenida	Cantidad de factor Utilizado	Productividad
1	800	304	2.63
2	805	304	2.65
3	796	304	2.62
4	795	304	2.62
5	803	304	2.64

6	801	304	2.63
7	800	304	2.63
8	800	304	2.63
9	805	304	2.65
10	796	304	2.62
11	795	304	2.62
12	803	304	2.64
13	801	304	2.63
14	800	304	2.63
15	800	304	2.63
16	805	304	2.65
17	796	304	2.62
18	795	304	2.62
19	803	304	2.64
20	801	304	2.63
21	800	304	2.63
22	800	304	2.63
23	805	304	2.65
24	796	304	2.62
25	795	304	2.62
26	803	304	2.64
27	801	304	2.63
28	800	304	2.63
29	800	304	2.63
30	805	304	2.65
31	796	304	2.62
32	795	304	2.62
33	803	304	2.64
34	801	304	2.63
35	800	304	2.63
36	800	304	2.63
37	805	304	2.65
38	796	304	2.62
39	795	304	2.62
40	803	304	2.64
41	801	304	2.63
42	800	304	2.63
43	800	304	2.63
44	805	304	2.65
45	796	304	2.62

46	795	304	2.62
47	803	304	2.64
48	801	304	2.63
49	800	304	2.63
50	800	304	2.63
51	805	304	2.65
52	796	304	2.62
53	795	304	2.62
54	803	304	2.64
55	801	304	2.63
56	800	304	2.63
57	800	304	2.63
58	805	304	2.65
59	796	304	2.62
60	795	304	2.62
61	803	304	2.64
62	801	304	2.63
63	800	304	2.63
64	800	304	2.63
65	805	304	2.65
66	796	304	2.62
67	795	304	2.62
68	803	304	2.64
69	801	304	2.63
70	800	304	2.63
71	805	304	2.65
72	796	304	2.62
73	795	304	2.62
74	803	304	2.64
75	801	304	2.63

2.63

En la tabla N°35 se procedió a calcular la productividad post mejorada, habiéndose considerado el total de turno que dan de tres meses de trabajo, es decir 75 turno, resultando un valor promedio de 2.63.

## V. RESULTADOS

### 5.1 Resultados descriptivos

A continuación, se muestra el desarrollo del análisis descriptivo con respecto a las variables. Este análisis se basa en los resultados iniciales y finales previstos para el método de mejora propuesto en la investigación.

#### Variable Independiente: Estudios de Tiempos

#### Indicador: Utilización del operario

Tabla 38 Estadístico de utilización del operario

		<b>Estadísticos</b>				
		Porcentaje de utilización del operario Moldeo pre	Porcentaje de utilización del operario Moldeo pos	Porcentaje de utilización del operario Fusión pre	Porcentaje de utilización del operario Fusión pos	Porcentaje de utilización del operario Tapado pre
N	Válido	75	75	75	75	75
	Perdidos	0	0	0	0	0
Media		100,0000	100,0000	61,6587	84,1123	53,9428
Mediana		100,0000	100,0000	61,6500	84,1100	53,9400
Moda		100,00	100,00	61,65	84,00	54,00
Desv. Desviación		,00000	,00000	,54478	,46677	,60675
Varianza		,000	,000	,297	,218	,368
Mínimo		100,00	100,00	60,80	83,00	53,00
Máximo		100,00	100,00	63,00	85,00	55,00

### Estadísticos

		Porcentaje de utilización	Porcentaje de utilización	Porcentaje de utilización
		del operario Tapado pos	del operario Acabado pre	del operario Acabado pos
N	Válido	75	75	75
	Perdidos	0	0	0
Media		83,6364	58,4876	69,8637
Mediana		83,6000	58,4900	69,8600
Moda		83,00	58,45	69,00
Desv. Desviación		,55222	,29773	,77399
Varianza		,305	,089	,599
Mínimo		83,00	58,00	68,50
Máximo		85,00	59,00	72,00

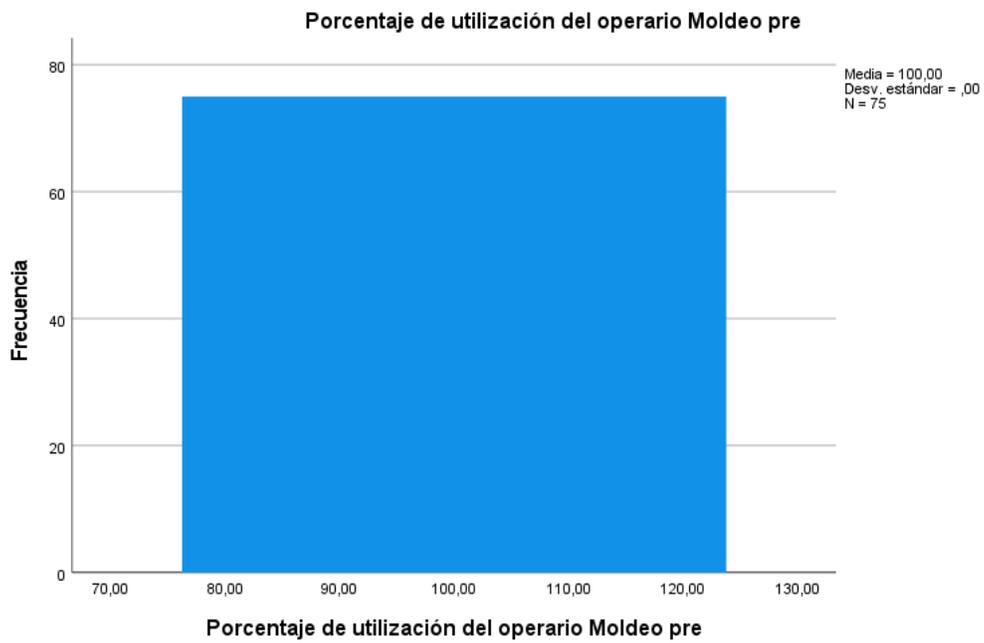


Figura 27 % utilización del operario pre puesto moldeo

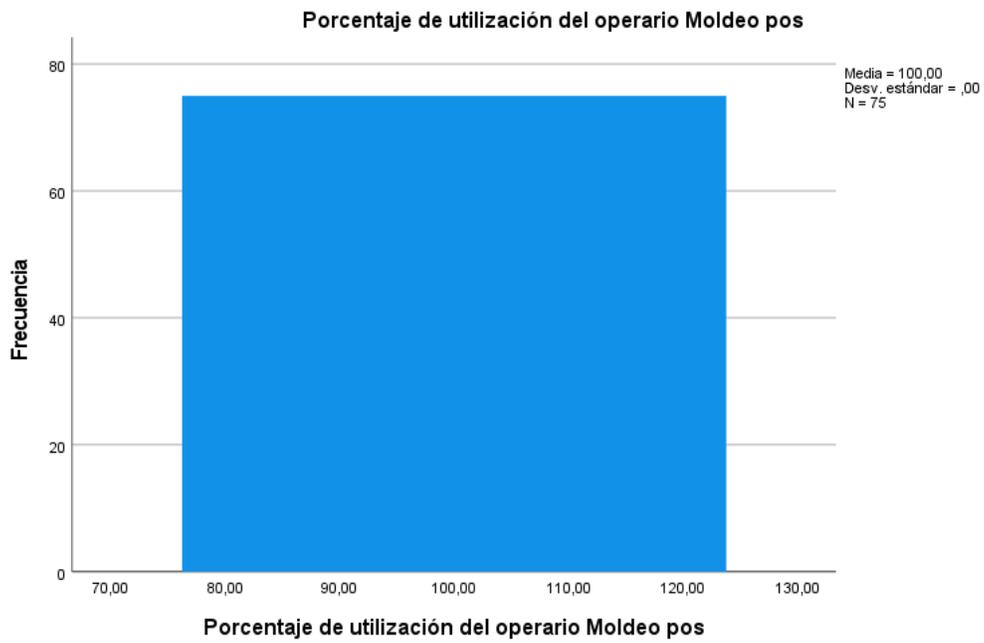


Figura 28 Utilización del operario post puesto moldeo

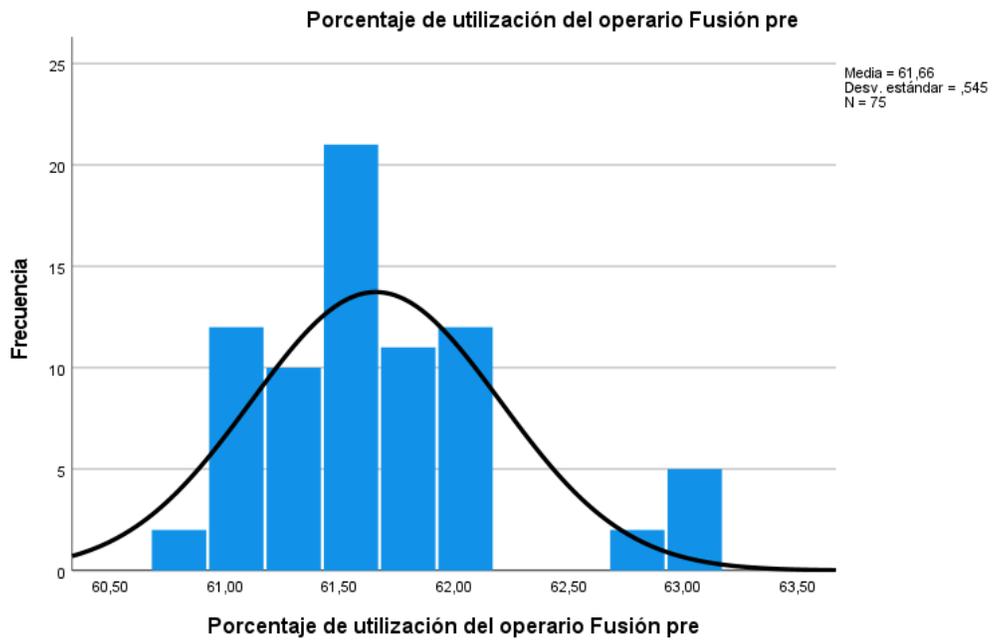


Figura 29 Utilización del operario pre puesto fusión

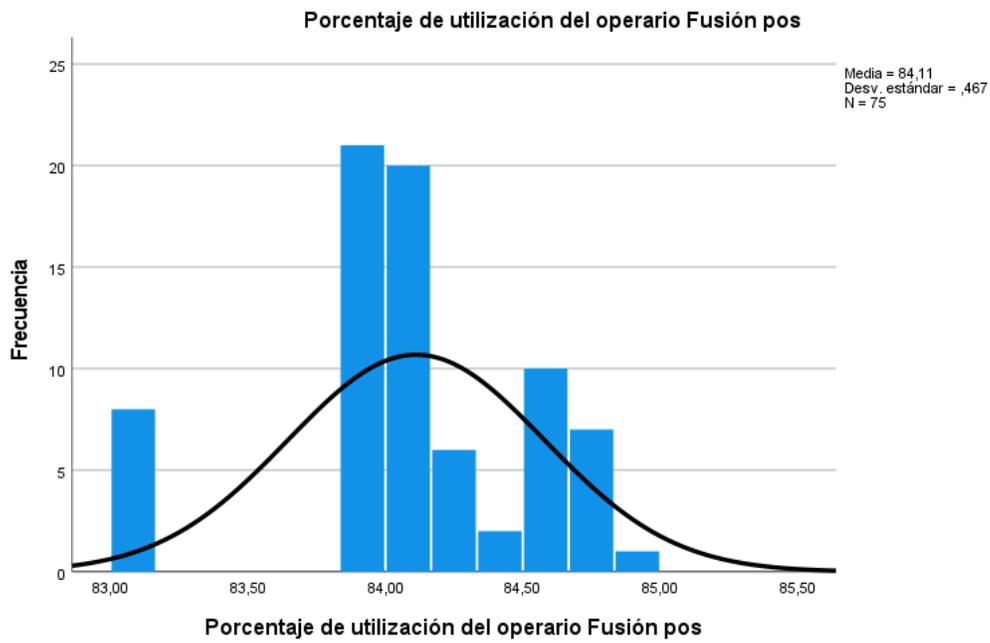


Figura 30 Utilización del operario post puesto fusión

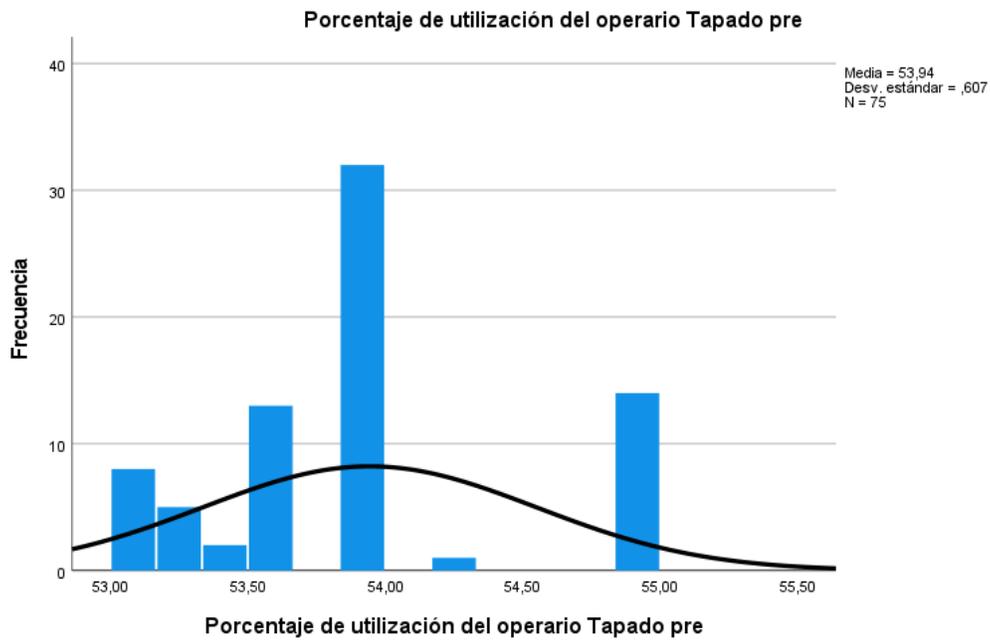


Figura 31 Utilización del operario pre puesto tapado

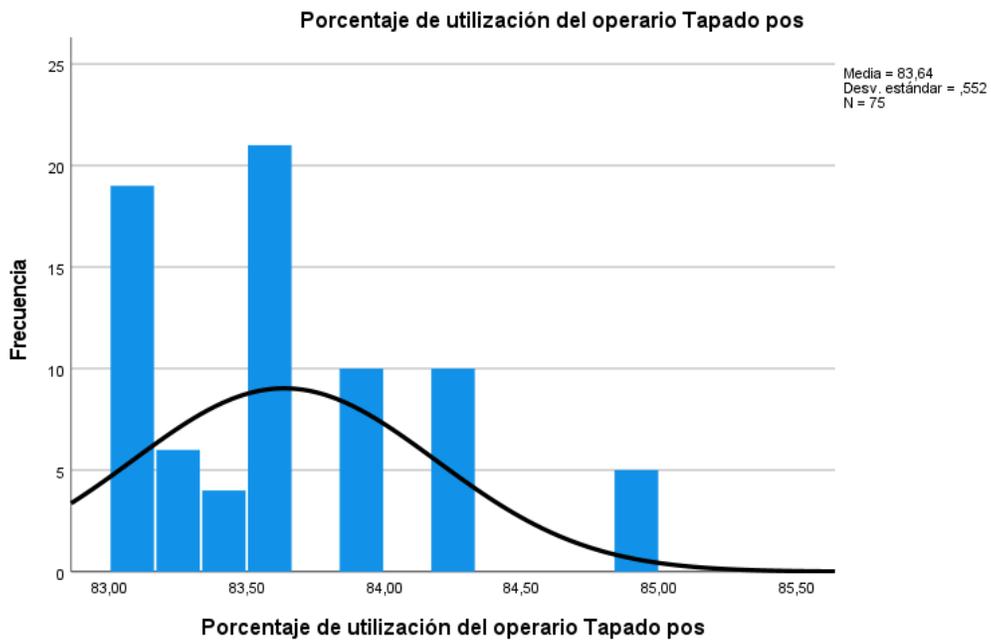


Figura 32 Utilización del operario post puesto tapado

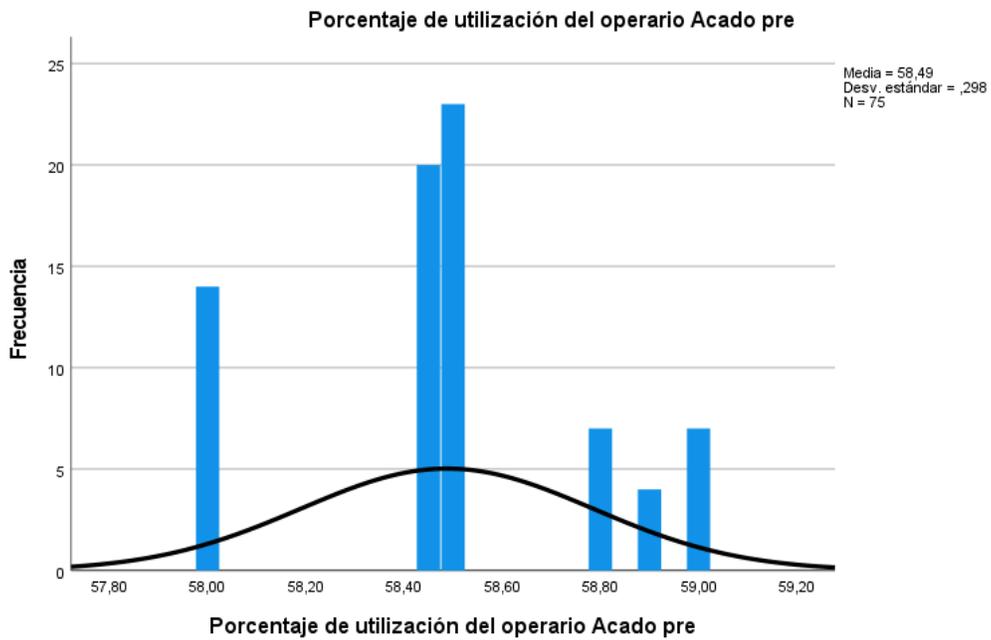


Figura 33 Utilización del operario pre puesto acabado

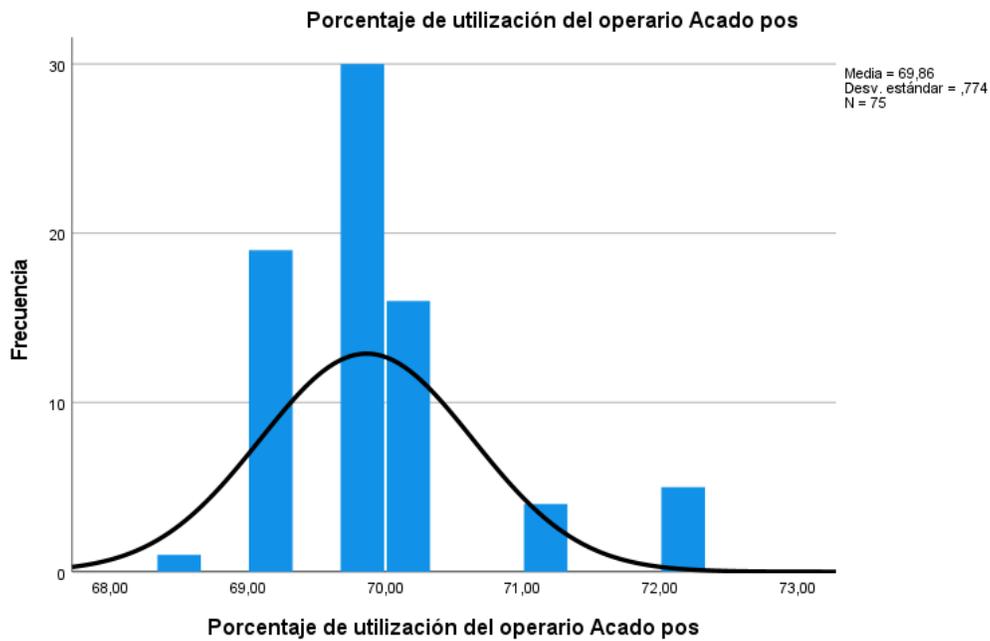


Figura 34 Utilización del operario post puesto acabado

En la tabla 38 del análisis descriptivo de la utilización del operario muestra los resultados de la evaluación estadística creada utilizando los datos recolectados actuales de la empresa investigada y los datos proyectados según el factor de mejora específico. Fueron procesados correctamente y se encontró que la media de la utilización del operario actual para los puestos de trabajo moldeado, fusión, tapado y acabado de la empresa investigada era 100%, 61.65%, 53.94% y 58.48% mientras que el valor después del tratamiento era de 100%, 84.11%, 83.63% y 69.86% respectivamente, demostrando una mejora.

### Indicador utilización de la maquina

Tabla 39 Estadístico de utilización de maquina

		<b>Estadísticos</b>				
		Porcentaje de utilización de máquina Moldeo pre	Porcentaje de utilización de máquina Moldeo <del>pos</del>	Porcentaje de utilización de máquina Fusión pre	Porcentaje de utilización de máquina Fusión <del>pos</del>	Porcentaje de utilización de máquina Tapado pre
N	Válido	75	75	75	75	75
	Perdidos	0	0	0	0	0
Media		54,9527	78,4033	62,7540	82,7813	16,5649
Mediana		54,9000	78,4000	63,0000	82,7800	16,5500
Moda		55,00	78,40	63,00	82,78	17,00
Desv. Desviación		1,16908	,26792	1,04192	,41658	,36405
Varianza		1,367	,072	1,086	,174	,133
Mínimo		52,20	78,00	60,00	81,80	15,00
Máximo		58,00	79,00	65,00	83,50	17,00

		<b>Estadísticos</b>		
		Porcentaje de utilización de máquina Tapado <del>pos</del>	Porcentaje de utilización de máquina Acabado pre	Porcentaje de utilización de máquina Acabado <del>pos</del>
N	Válido	75	75	75
	Perdidos	0	0	0
Media		87,7159	25,0067	47,7737
Mediana		87,7200	25,0000	47,7500
Moda		87,72	25,00	48,00
Desv. Desviación		,31581	,76093	,55182
Varianza		,100	,579	,305
Mínimo		87,00	24,00	47,00
Máximo		89,00	26,20	49,50

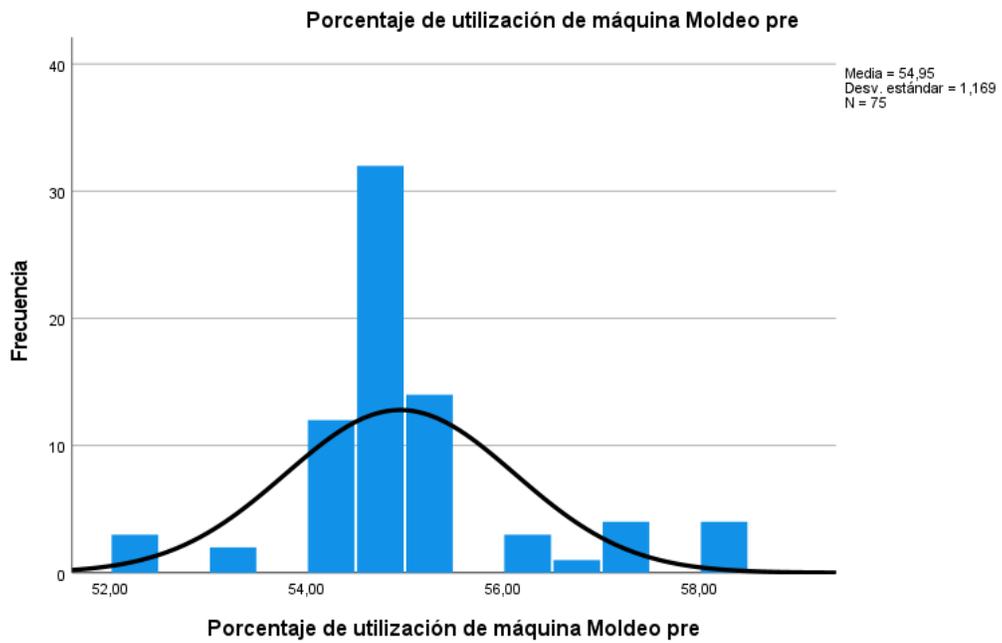


Figura 35 Utilización de maquina pre puesto moldeo

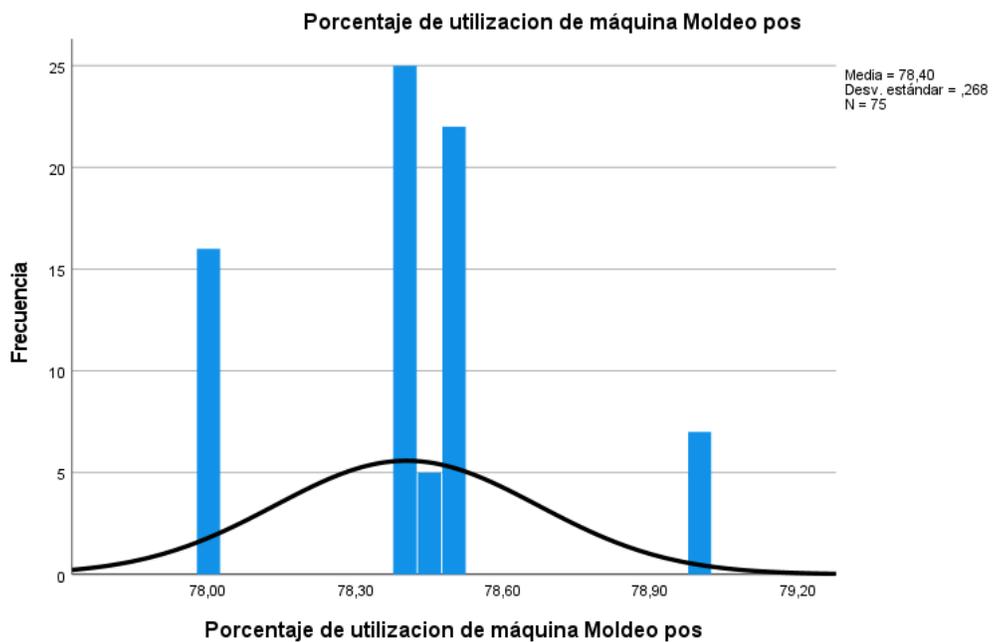


Figura 36 Utilización de maquina post puesto moldeo

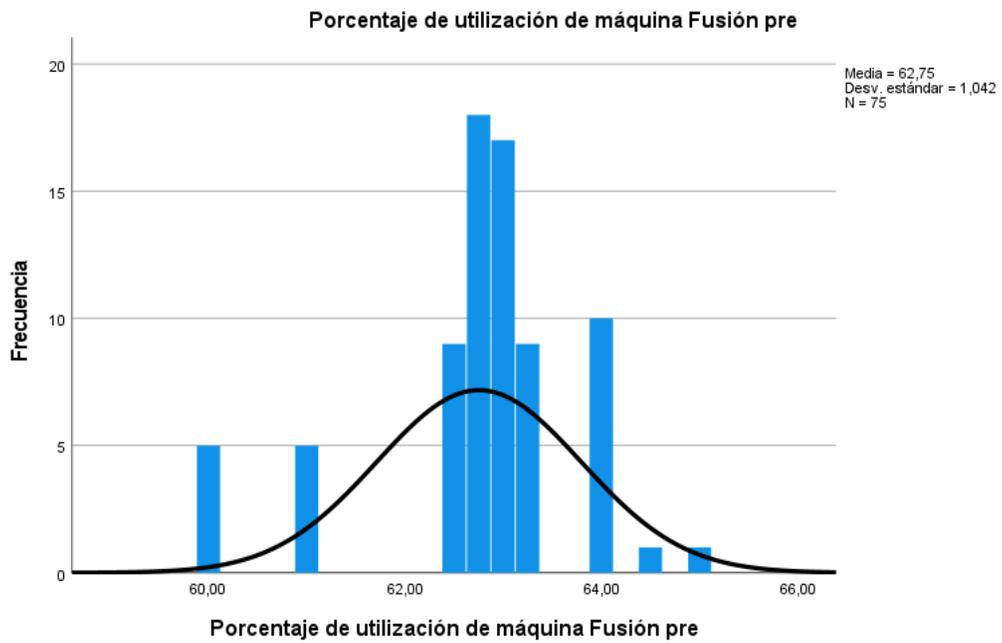


Figura 37 Utilización de maquina pre puesto fusión

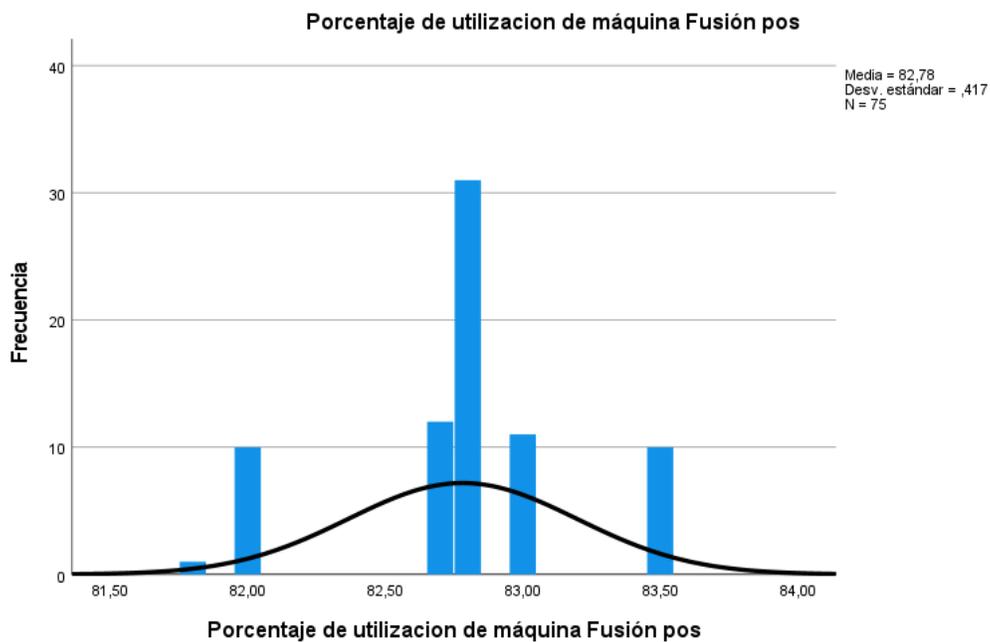


Figura 38 Utilización de maquina post puesto fusión

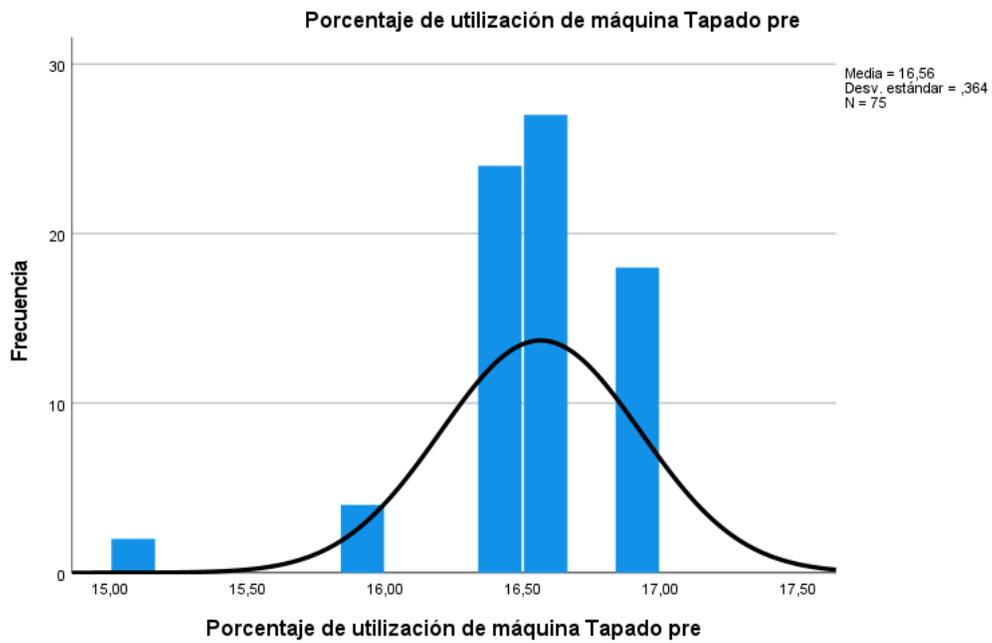


Figura 39 Utilización de maquina pre puesto tapado

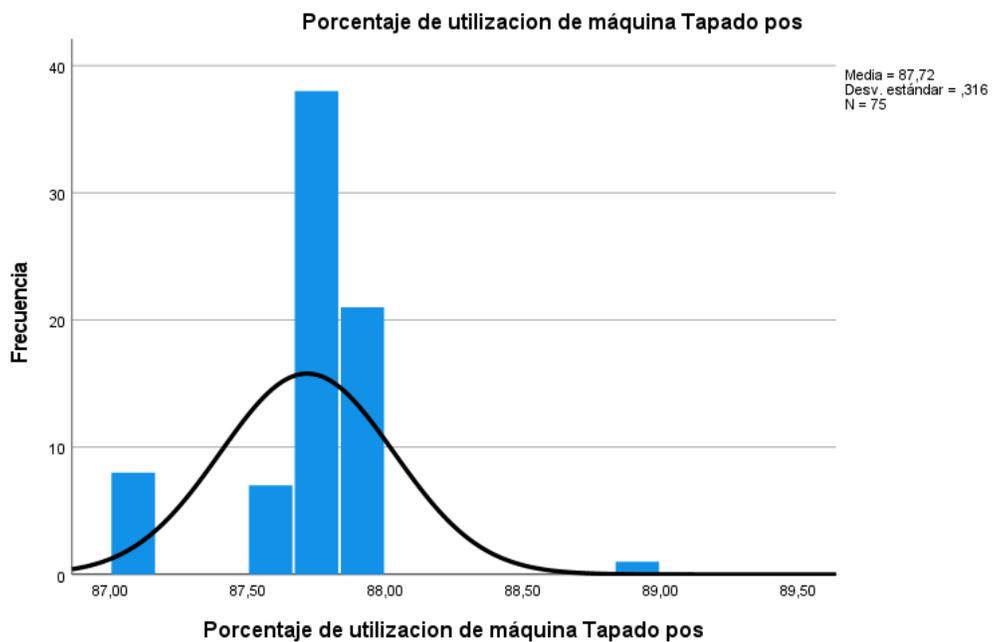


Figura 40 Utilización de maquina post puesto tapado

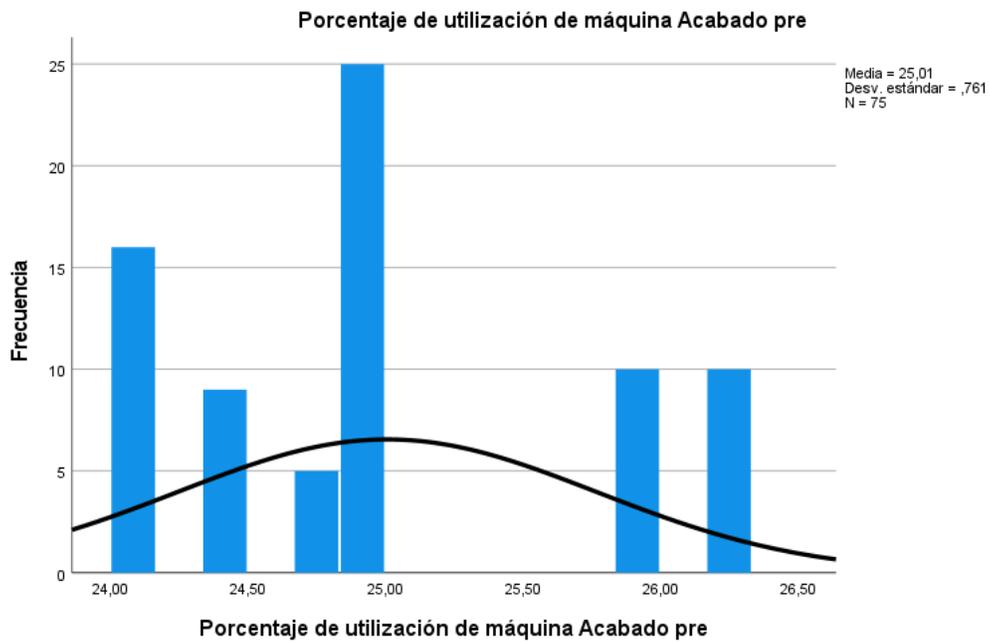


Figura 41 Utilización de maquina pre puesto acabado

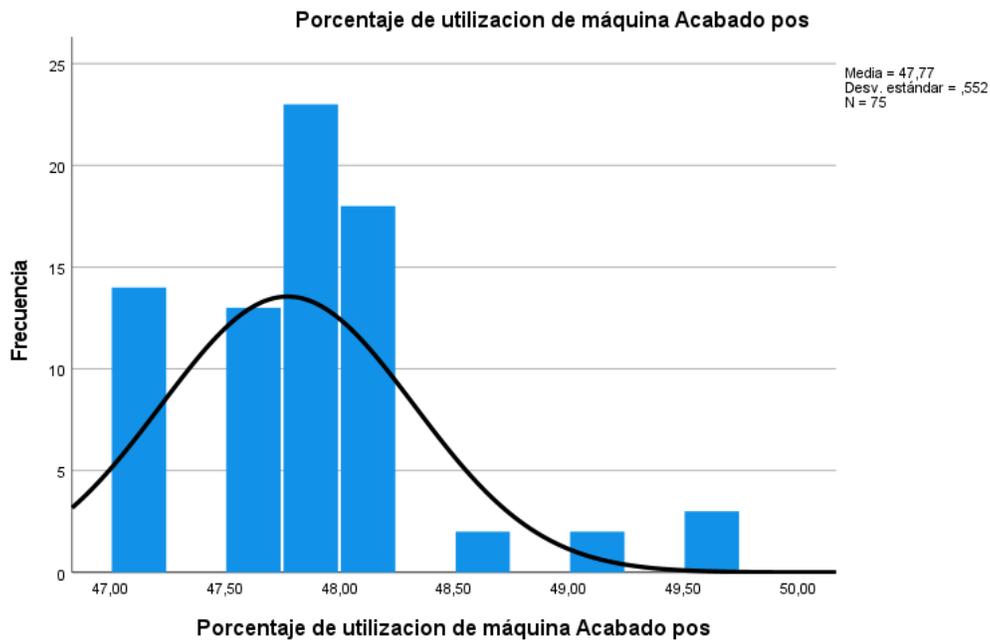


Figura 42 Utilización de maquina post puesto acabado

En la tabla 39 del análisis descriptivo de la utilización de la maquina muestra

los resultados de la evaluación estadística creada utilizando los datos recolectados actuales de la empresa investigada y los datos proyectados según el factor de mejora específico. Fueron procesados correctamente y se encontró que la media de la utilización de la máquina actual para los puestos de trabajo moldeado, fusión, tapado y acabado de la empresa investigada era 54.95%, 62.75%, 16.56% y 25% mientras que el valor después del tratamiento era de 78.4%, 82.78%, 87.71% y 47.77% respectivamente, demostrando una mejora.

### Dimensión: Medición del trabajo

#### Indicador: Tiempo estándar

Tabla 40 Estadísticos tiempo estándar

		<b>Estadísticos</b>				
		Tiempo estándar	Tiempo estándar	Tiempo estándar	Tiempo estándar	Tiempo estándar
		Proceso de	Proceso de	Proceso de	Proceso de	Proceso de
		Moldeo Pre	Moldeo Pos	Fusión Pre	Fusión Pos	Tapado Pre
N	Válido	75	75	75	75	75
	Perdidos	0	0	0	0	0
Media		115,2067	86,1020	60,0000	45,3040	45,9053
Mediana		115,2000	86,1000	60,0000	45,2000	45,8500
Moda		115,20	86,00	59,00	45,20	45,80*
Desv. Desviación		,55976	,43886	1,54001	,51986	,61488
Varianza		,313	,193	2,372	,270	,378
Mínimo		114,00	85,00	57,00	45,00	45,00
Máximo		116,00	87,00	62,50	48,00	48,50

### Estadísticos

N		Tiempo estándar	Tiempo estándar	Tiempo estándar
		Proceso de Tapado Pos	Proceso de Acabado Pre	Proceso de Acabado Pos
N	Válido	75	75	75
	Perdidos	0	0	0
Media		28,5072	60,0000	47,1053
Mediana		28,5000	60,0000	47,1500
Moda		28,50	60,00	47,80
Desv. Desviación		,26930	1,11501	,73588
Varianza		,073	1,243	,542
Mínimo		28,00	58,00	45,00
Máximo		29,00	62,00	48,50

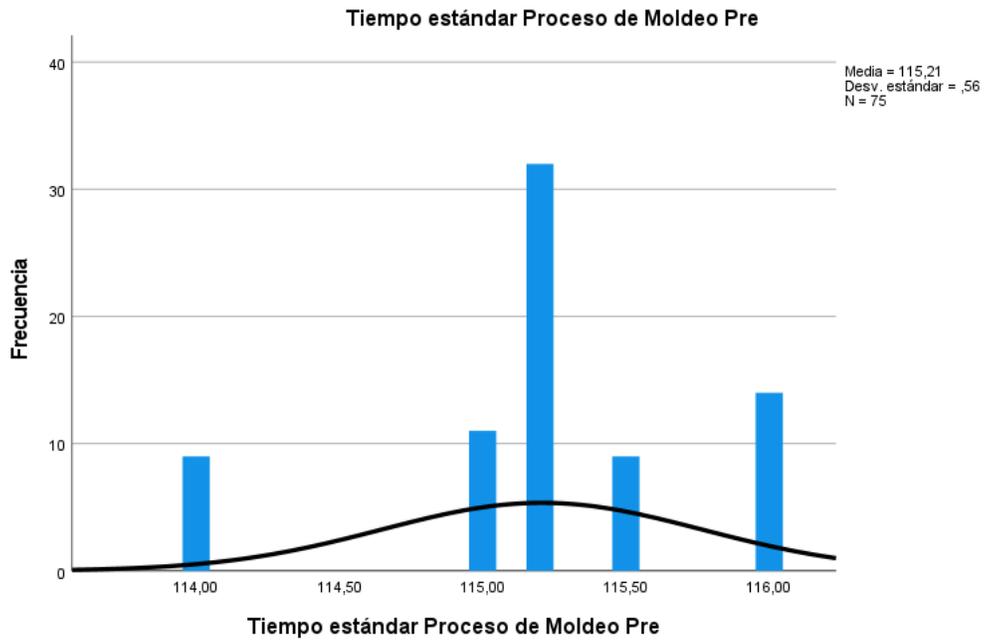


Figura 43 Tiempo estándar pre moldeo

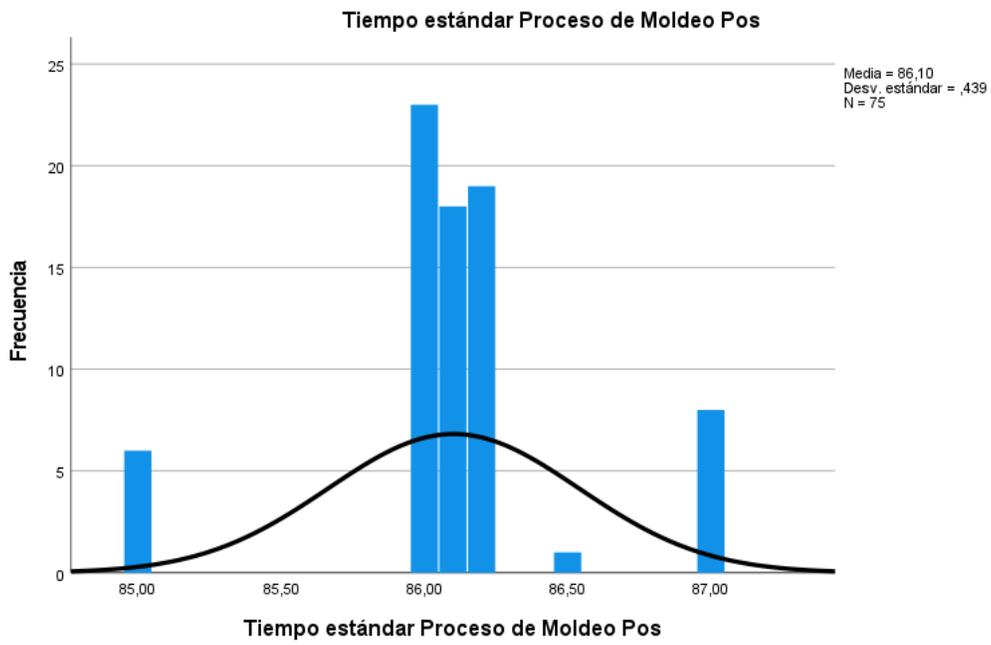


Figura 44 Tiempo estándar post moldeo

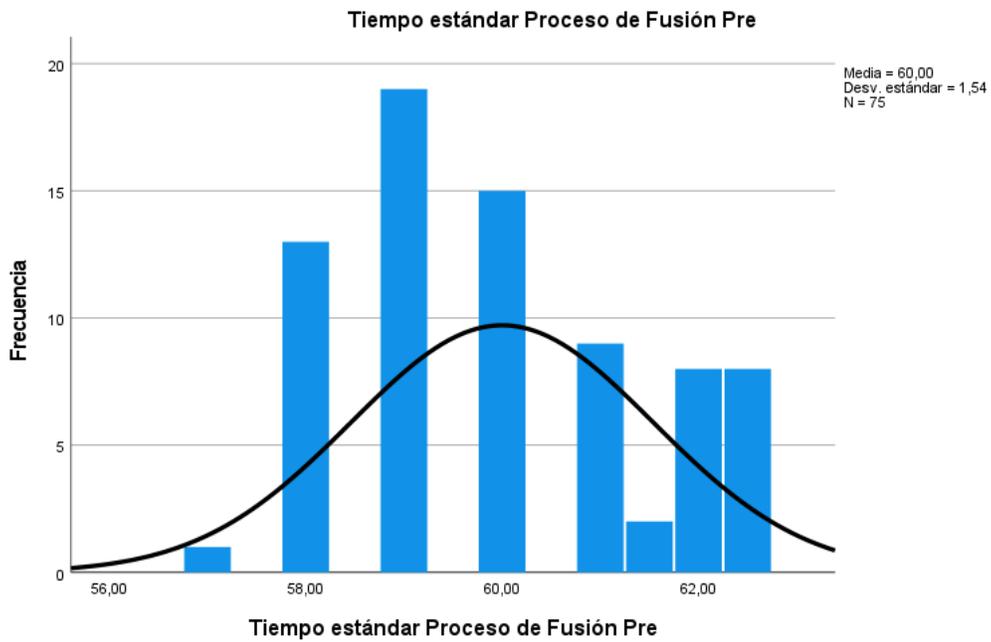


Figura 45 Tiempo estándar pre fusión

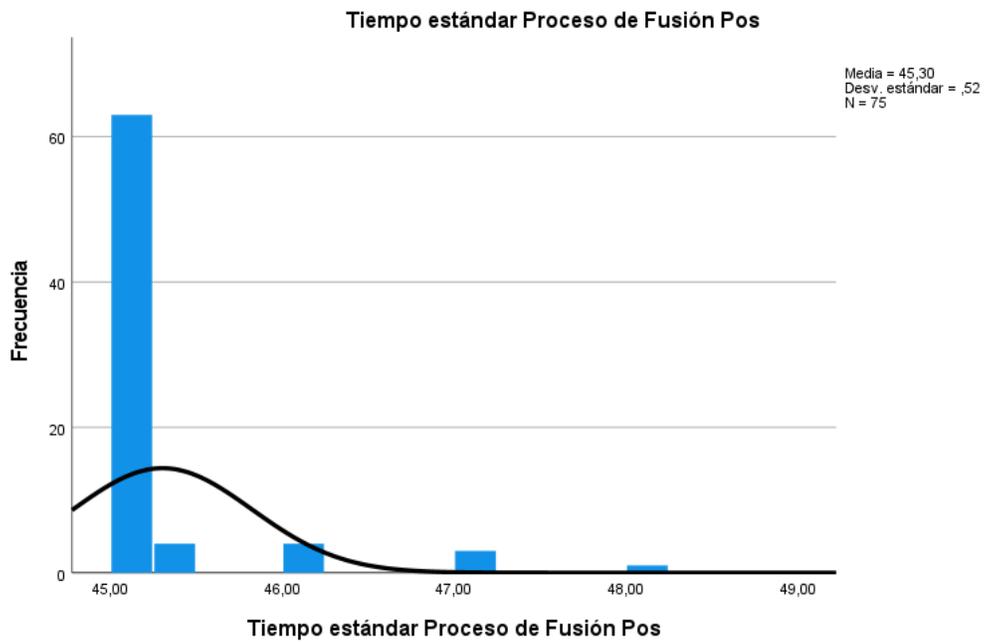


Figura 46 Tiempo estándar post fusión

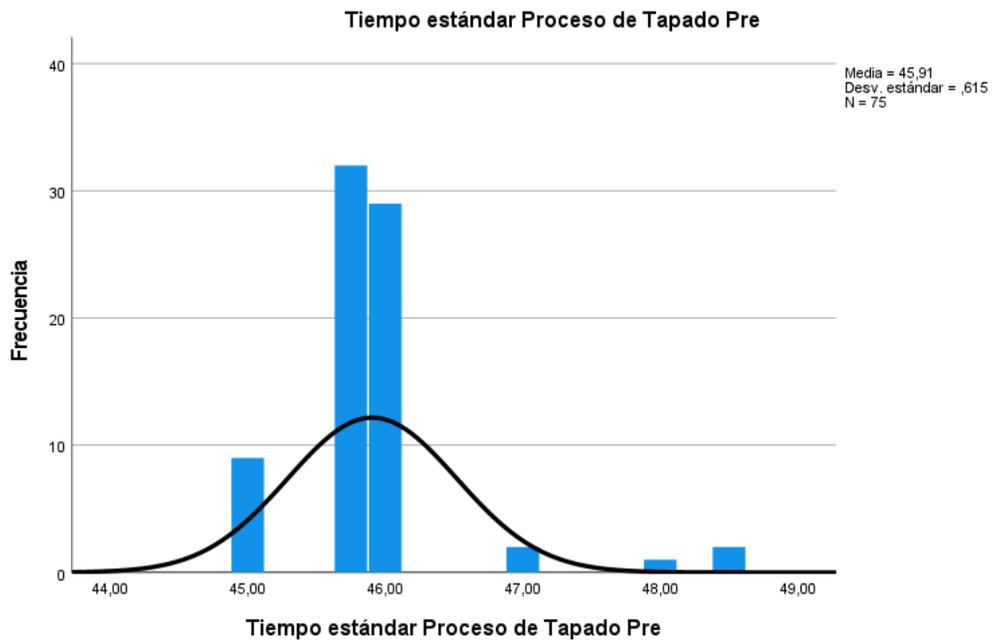


Figura 47 Tiempo estándar pre tapado

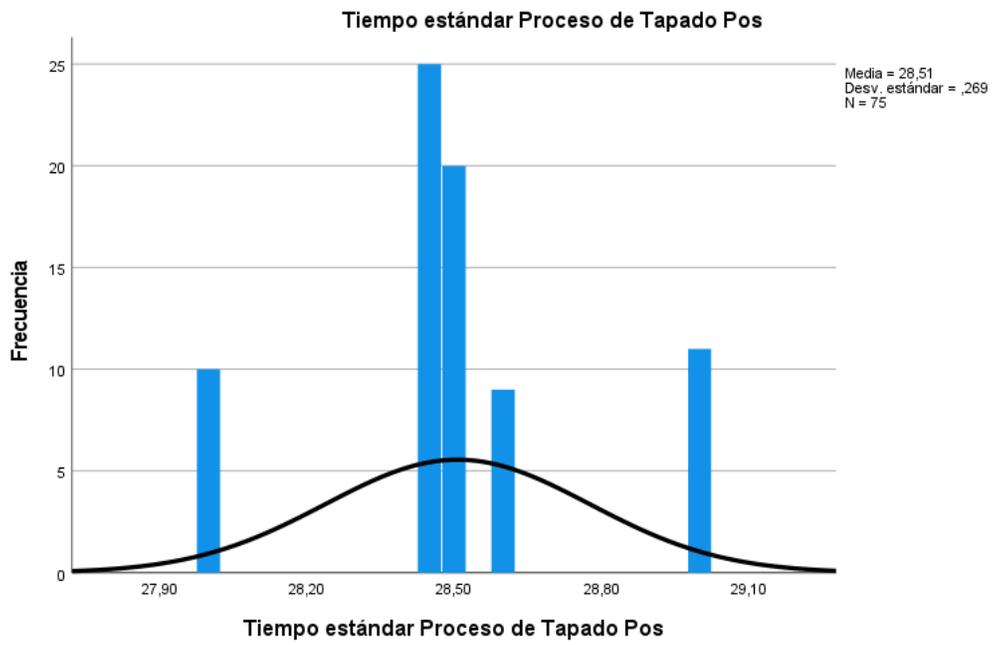


Figura 48 Tiempo estándar post tapado

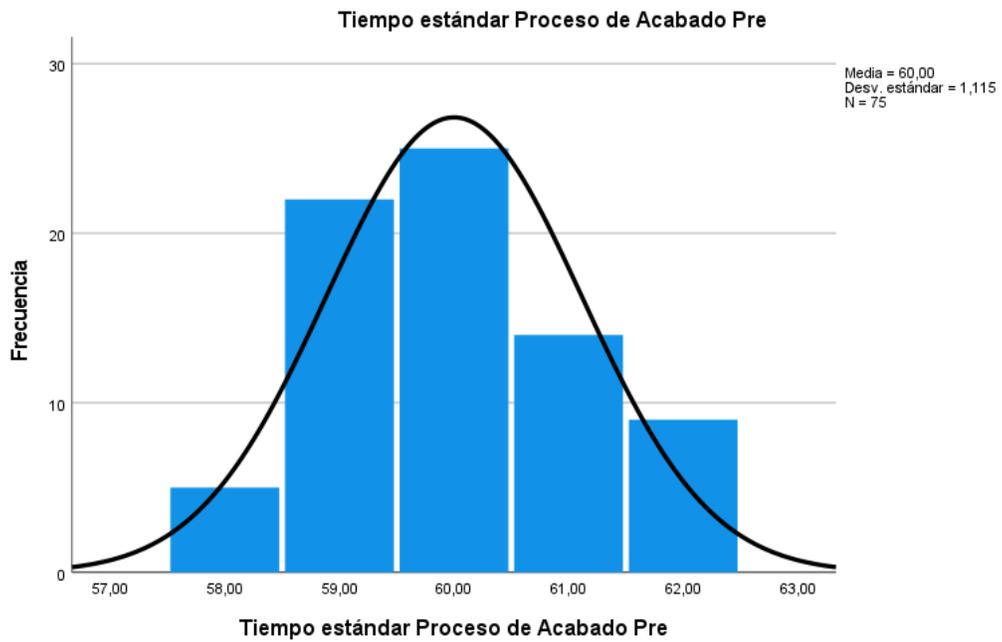


Figura 49 Tiempo estándar pre acabado

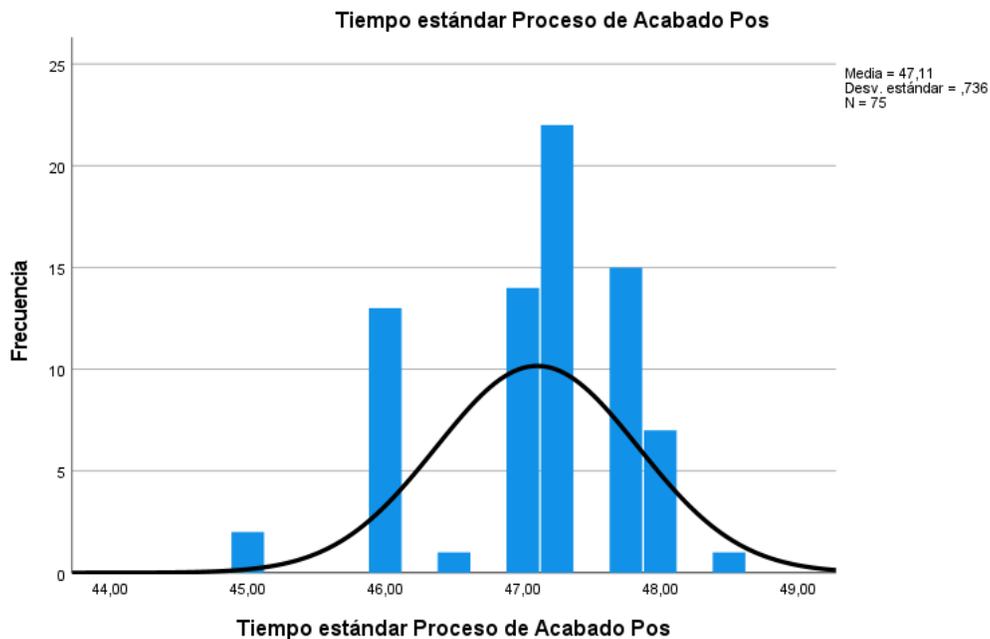


Figura 50 Tiempo estándar post acabado

En la tabla 40 del análisis descriptivo del tiempo estándar los resultados de la evaluación estadística creada utilizando los datos recolectados actuales de la empresa investigada y los datos proyectados según el factor de mejora específico. Fueron procesados correctamente y se encontró que la media del tiempo estándar actual para los puestos de trabajo moldeado, fusión, tapado y acabado de la empresa investigada era 115.2%, 60%, 45.9% y 60% mientras que el valor después del tratamiento era de 86.1%, 43.3%, 28.5% y 47.1% respectivamente, demostrando una mejora.

**Variable dependiente: Productividad**

Tabla 41 Estadísticos productividad

		Productividad Pre ( Producto / HH)	Productividad Pos ( Producto / HH)
N	Válido	75	75
	Perdidos	0	0
Media		1,9849	2,6271
Mediana		1,9800	2,6300
Moda		2,00	2,63
Desv. Desviación		,01554	,01183
Varianza		,000	,000
Mínimo		1,96	2,61
Máximo		2,00	2,64

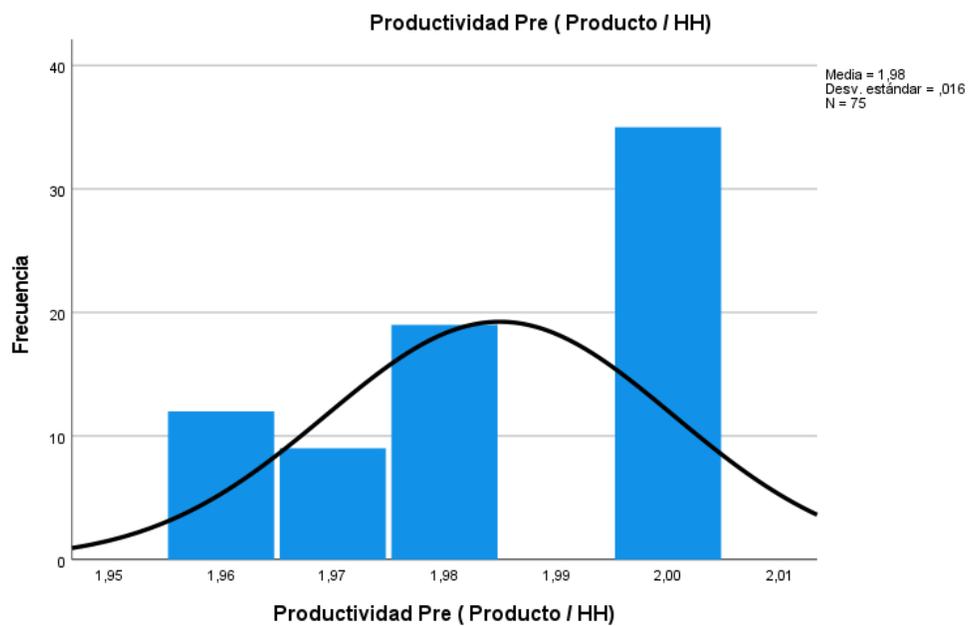


Figura 51 Productividad pre

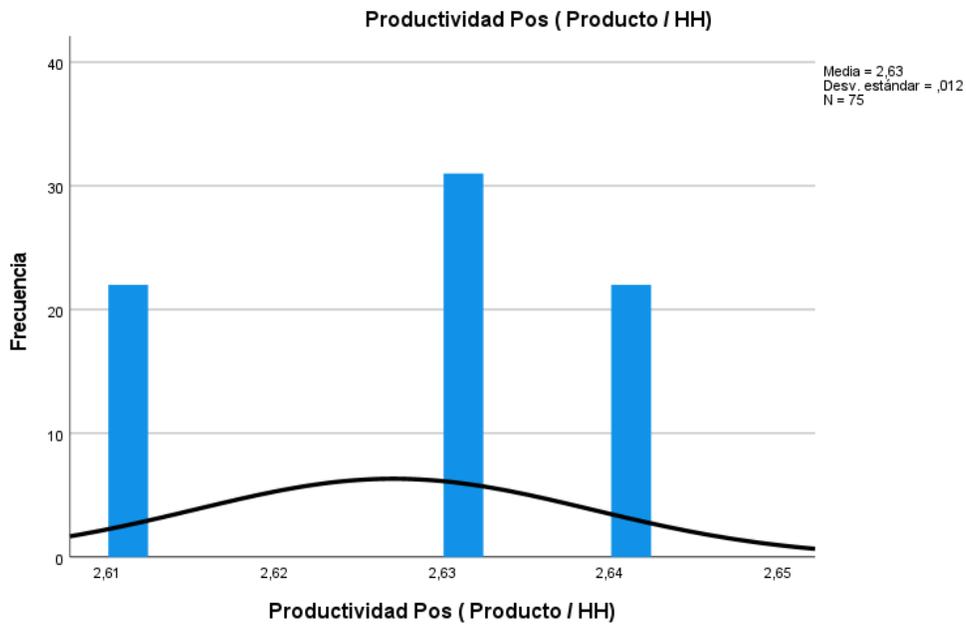


Figura 52 Productividad post

En la tabla 41 del análisis descriptivo de la productividad muestra los resultados de la evaluación estadística creada utilizando los datos recolectados actuales de la empresa investigada y los datos proyectados según el factor de mejora específico. Fueron procesados correctamente y se encontró que la media pre de la productividad es de 1.98 en tanto el resultado post dio como resultado 2.62, demostrando una mejora.

**Dimensión: Eficiencia**

Tabla 42 Estadístico eficiencia

### Estadísticos

		Eficiencia Pre ( Producto / Hora)	Eficiencia Pos ( Producto / Hora)
N	Válido	75	75
	Perdidos	0	0
Media		87,5033	100,0000
Mediana		87,5000	100,0000
Moda		88,13	100,00
Desv. Desviación		,69959	,42014
Varianza		,489	,177
Mínimo		86,25	99,38
Máximo		88,13	100,63

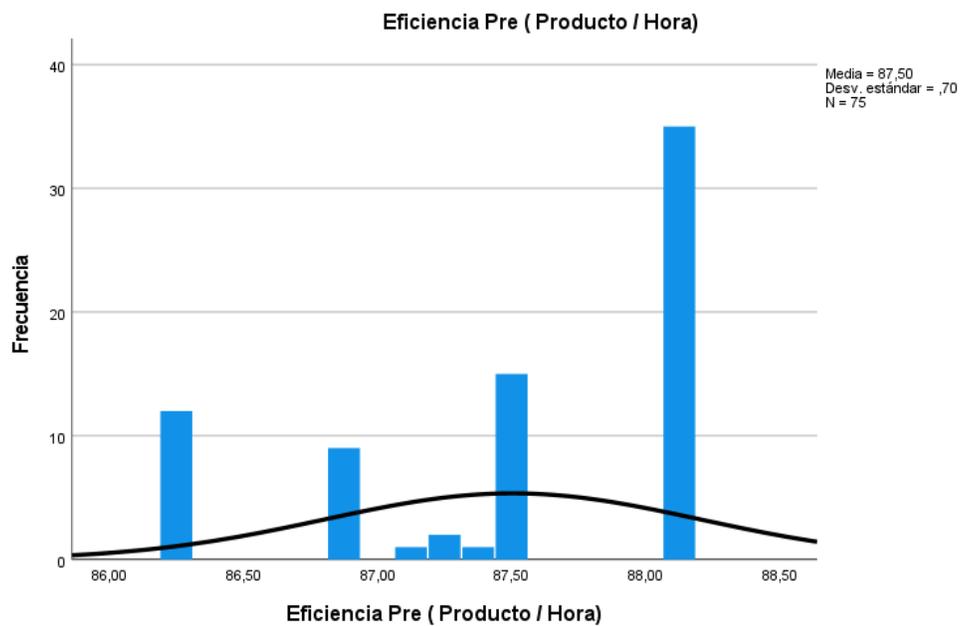


Figura 53 Eficiencia pre

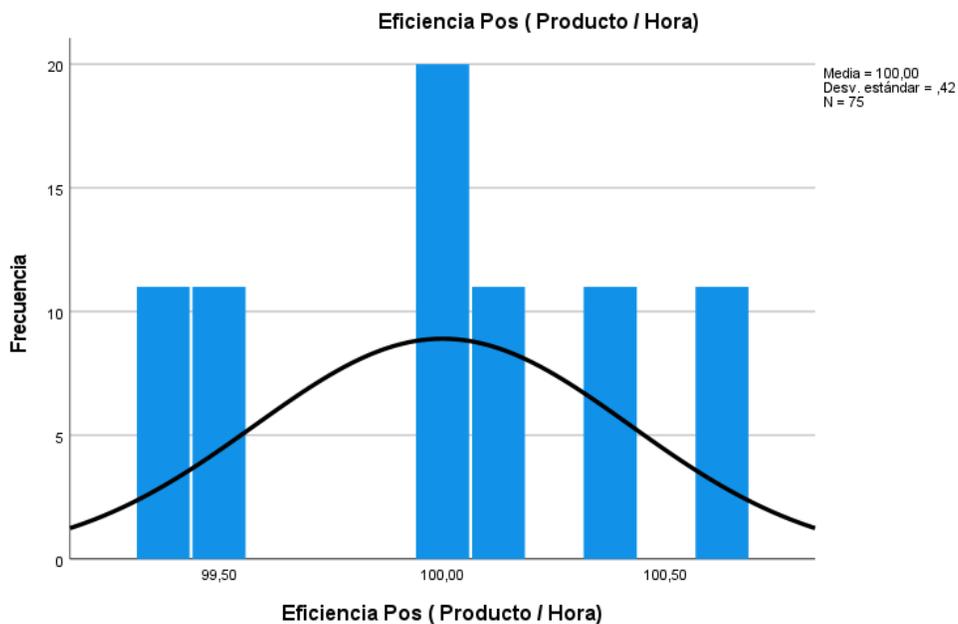


Figura 54 Eficiencia post

En la tabla 42 del análisis descriptivo de la dimensión eficiencia muestra los resultados de la evaluación estadística creada utilizando los datos recolectados actuales de la empresa investigada y los datos proyectados según el factor de mejora específico. Fueron procesados correctamente y se encontró que la media pre de la eficiencia es de 87.5% en tanto el resultado post dio como resultado 100%, demostrando una mejora.

**Dimensión: Eficacia**

Tabla 43 Estadístico eficacia

		Eficacia Pre %	Eficacia Pos %
N	Válido	75	75
	Perdidos	0	0
Media		64,8029	74,0819
Mediana		64,9100	74,1600
Moda		65,28	74,16
Desv. Desviación		,53956	,32310
Varianza		,291	,104
Mínimo		63,89	73,61
Máximo		65,28	74,53

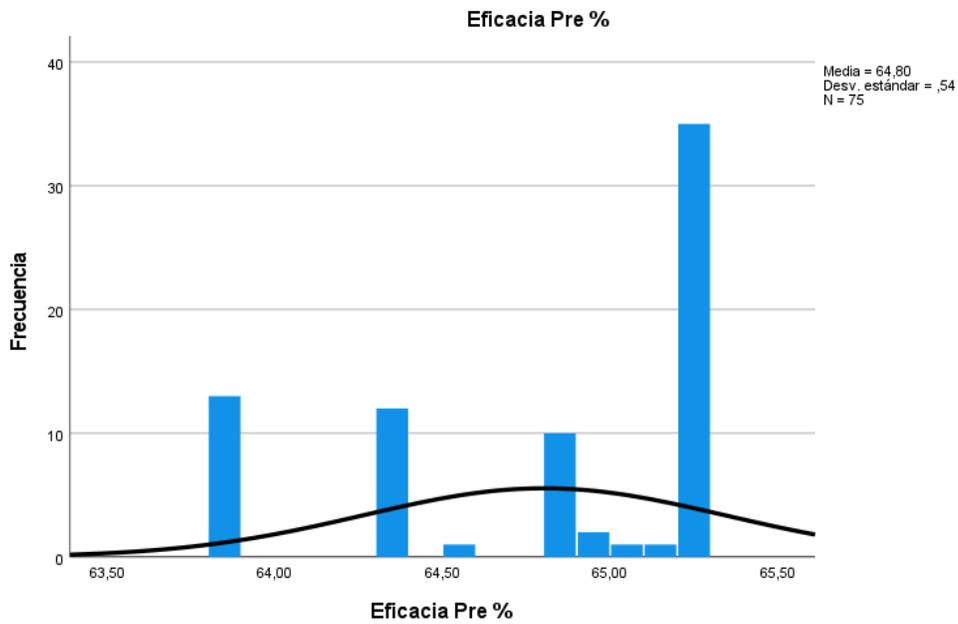


Figura 55 Eficacia pre

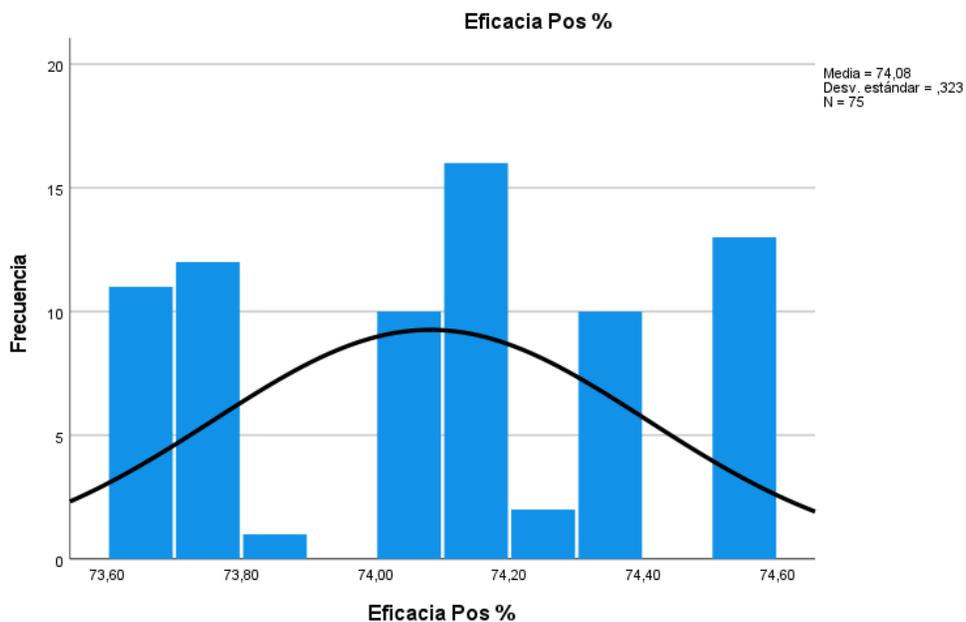


Figura 56 Eficacia post

En la tabla 43 del análisis descriptivo de la dimensión eficacia muestra los resultados de la evaluación estadística creada utilizando los datos recolectados actuales de la empresa investigada y los datos proyectados según el factor de mejora específico. Fueron procesados correctamente y se encontró que la media pre de la eficacia es de 64.8% en tanto el resultado post dio como resultado 74.08%, demostrando una mejora.

## 5.2 Resultado inferenciales

### Variable dependiente: Productividad

A la variable productividad, corresponde la siguiente regla de decisión se utilizó para aplicar la prueba de normalidad:

La data de la serie muestra una conducta paramétrica si la Significancia (Sig.) es mayor que 0.05, se elige el estadístico de prueba T-Student.

Las datas de la serie evidencian una conducta no paramétrica si la significancia (Sig.) es inferior a 0.05. comportamiento no paramétrico, se elige el estadístico no paramétrico de Wilcoxon.

Tabla 44 Prueba de normalidad productividad

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Productividad Pre ( <u>Producto</u> / HH)	,300	75	,000	,793	75	,000
Productividad Pos ( <u>Producto</u> / HH)	,305	75	,000	,772	75	,000

La Tabla 44 muestra 75 datos procesados, por lo que se eligió la prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov. Además, se muestra que la significancia para productividad en el estudio previo es igual a 0,000 (no paramétrico) y en el estudio posterior es igual a 0,000 (no paramétrico), ambos valores inferiores a 0.05, por lo que se eligió el estadístico de prueba Wilcoxon para las muestras relacionadas a causa de la distribución de la data.

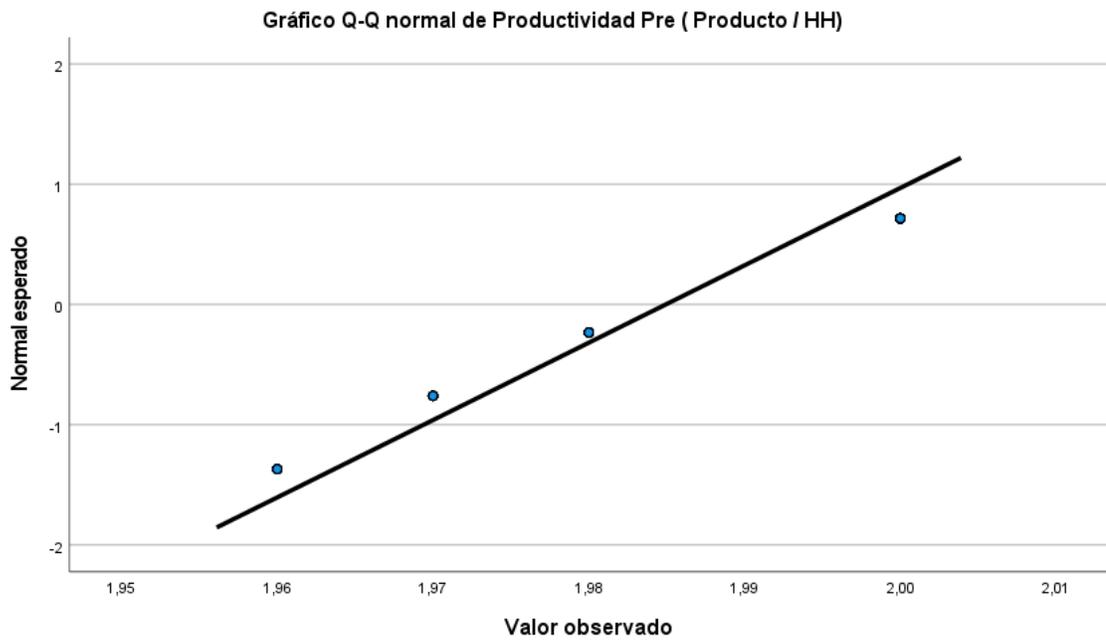


Figura 57 Productividad pre

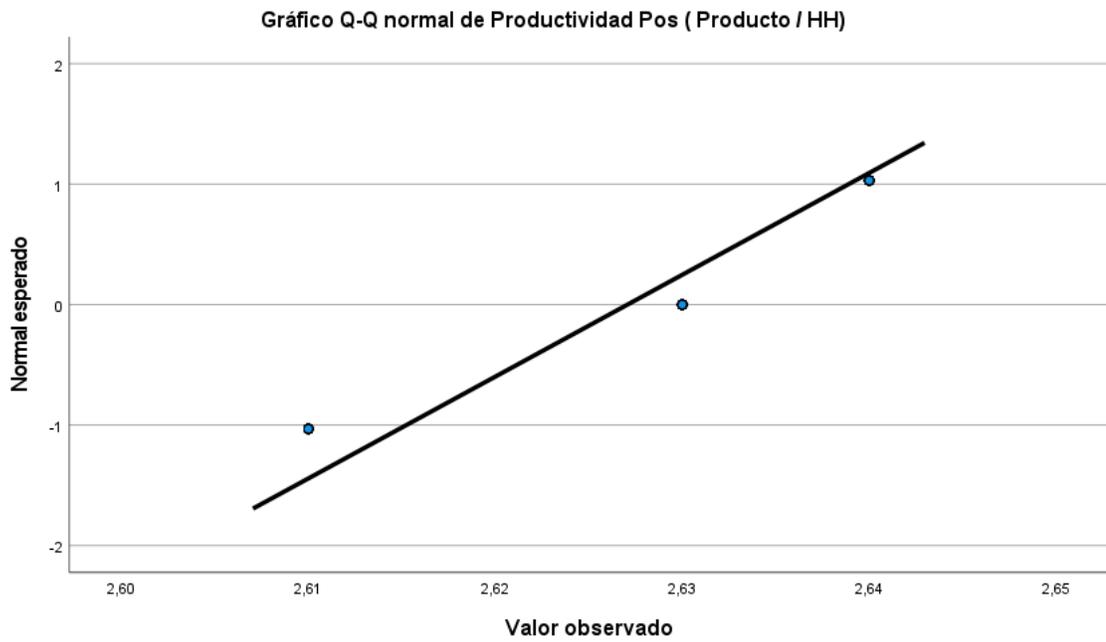


Figura 58 Productividad post

Tabla 45 Estadísticos descriptivos productividad

<b>Estadísticos descriptivos</b>					
	N	Media	Desy Desviación	Mínimo	Máximo
Productividad Pre ( <u>Producto</u> / HH)	75	1,9849	,01554	1,96	2,00
Productividad Pos ( <u>Producto</u> / HH)	75	2,6271	,01183	2,61	2,64

Tabla 46 Estadístico de prueba productividad

<b>Estadísticos de prueba<sup>a</sup></b>	
Productividad Pos ( <u>Producto</u> / HH) - Productividad Pre ( <u>Producto</u> / HH)	
Z	-7,564 <sup>b</sup>
Sig. asin. (bilateral)	,000

La tabla 46 de estadísticos de contraste (Wilcoxon) tiene un valor de significancia de 0.000.

### **Dimensión: Eficiencia**

A la dimensión eficiencia, corresponde la siguiente regla de decisión se utilizó para aplicar la prueba de normalidad:

La data de la serie muestra una conducta paramétrica si la Significancia (Sig.) es mayor que 0.05, se elige el estadístico de prueba T-Student.

Las datas de la serie evidencian una conducta no paramétrica si la significancia (Sig.) es inferior a 0.05. comportamiento no paramétrico, se elige el estadístico no paramétrico de Wilcoxon.

Tabla 47 Prueba de normalidad eficiencia

	<b>Pruebas de normalidad</b>					
	<del>Kolmogorov-Smirnov<sup>a</sup></del>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Eficiencia Pre ( <u>Producto / Hora</u> )	,280	75	,000	,790	75	,000
Eficiencia Pos ( <u>Producto / Hora</u> )	,207	75	,000	,889	75	,000

La Tabla 47 muestra 75 datos procesados, por lo que se eligió la prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov. Además, se muestra que la significancia para eficiencia en el estudio previo es igual a 0,000 (no paramétrico) y en el estudio posterior es igual a 0,000 (no paramétrico), ambos valores inferiores a 0.05, por lo que se eligió el estadístico de prueba Wilcoxon para las muestras relacionadas a causa de la distribución de la data.

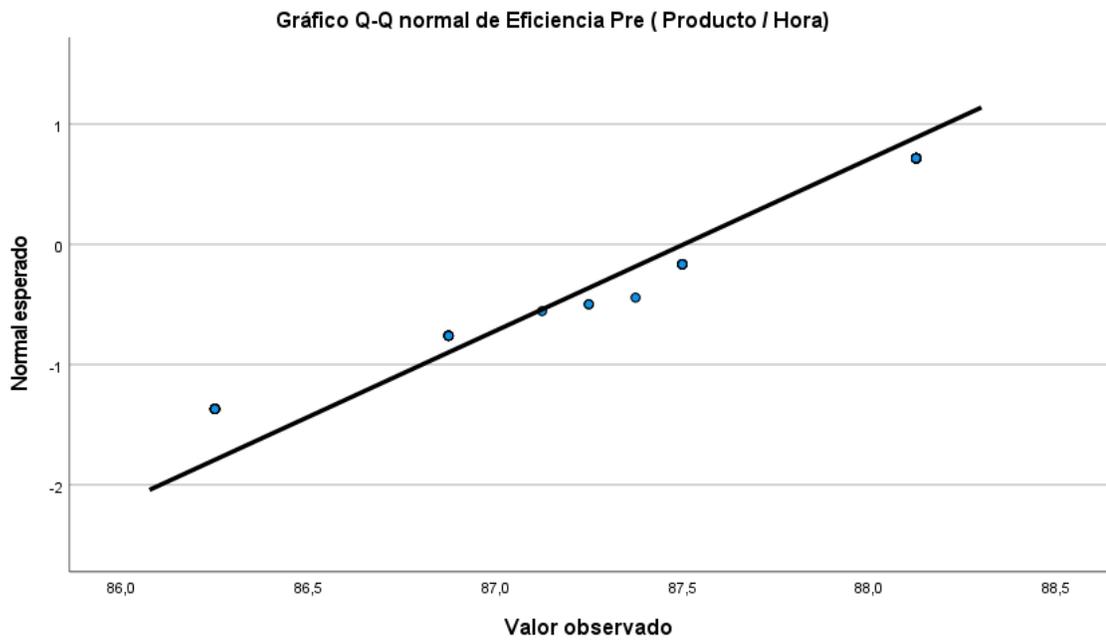


Figura 59 Eficiencia pre

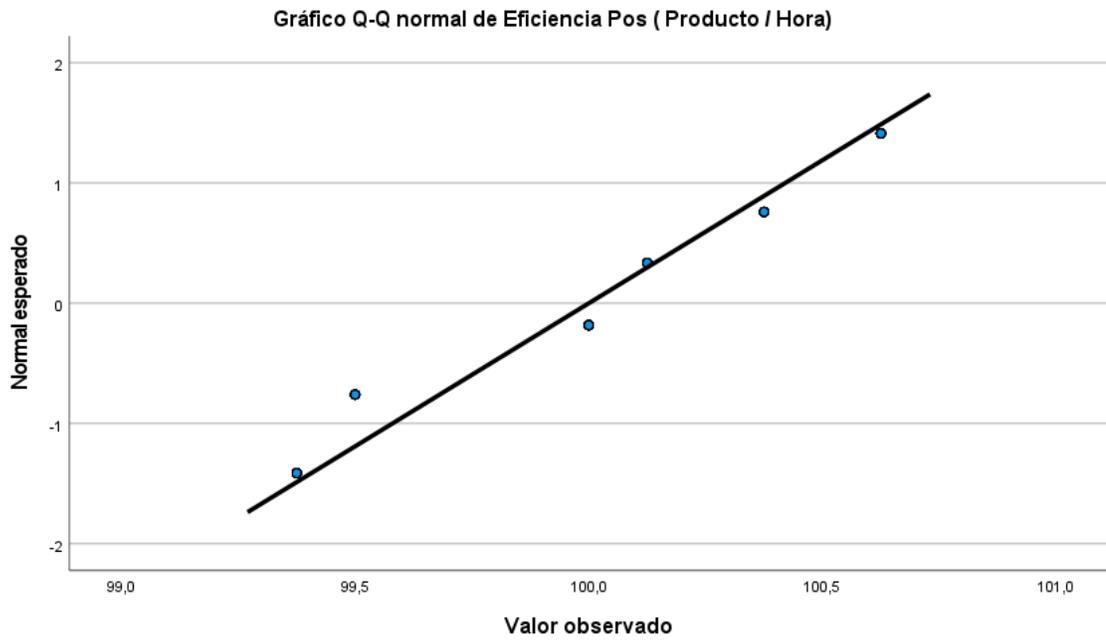


Figura 60 Eficiencia post

Tabla 48 Estadísticos descriptivos

<b>Estadísticos descriptivos</b>					
	N	Media	Desy. Desviación	Mínimo	Máximo
Eficiencia Pre ( <u>Producto / Hora</u> )	75	87,5033	,69959	86,25	88,13
Eficiencia Pos ( <u>Producto / Hora</u> )	75	100,0000	,42014	99,38	100,63

Tabla 49 Estadístico de prueba eficiencia

<b>Estadísticos de prueba<sup>a</sup></b>	
Eficiencia Pos ( <u>Producto / Hora</u> ) - Eficiencia Pre ( <u>Producto / Hora</u> )	
Z	-7,537 <sup>b</sup>
Sig. asin. (bilateral)	,000

La tabla 49 de estadísticos de contraste (Wilcoxon) tiene un valor de significancia de 0.000.

### **Dimensión: Eficacia**

A la dimensión eficacia, corresponde la siguiente regla de decisión se utilizó para aplicar la prueba de normalidad:

La data de la serie muestra una conducta paramétrica si la Significancia (Sig.) es mayor que 0.05, se elige el estadístico de prueba T-Student.

Las datas de la serie evidencian una conducta no paramétrica si la significancia (Sig.) es inferior a 0.05. comportamiento no paramétrico, se elige el estadístico no paramétrico de Wilcoxon.

Tabla 50 Prueba de normalidad eficacia

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Eficacia Pre %	,278	75	,000	,781	75	,000
Eficacia Pos %	,188	75	,000	,882	75	,000

La Tabla 50 muestra 75 datos procesados, por lo que se eligió la prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov. Además, se muestra que la significancia para la eficacia en el estudio previo es igual a 0,000 (no paramétrico) y en el estudio posterior es igual a 0,000 (no paramétrico), ambos valores inferiores a 0.05, por lo que se eligió el estadístico de prueba Wilcoxon para las muestras relacionadas a causa de la distribución de la data.

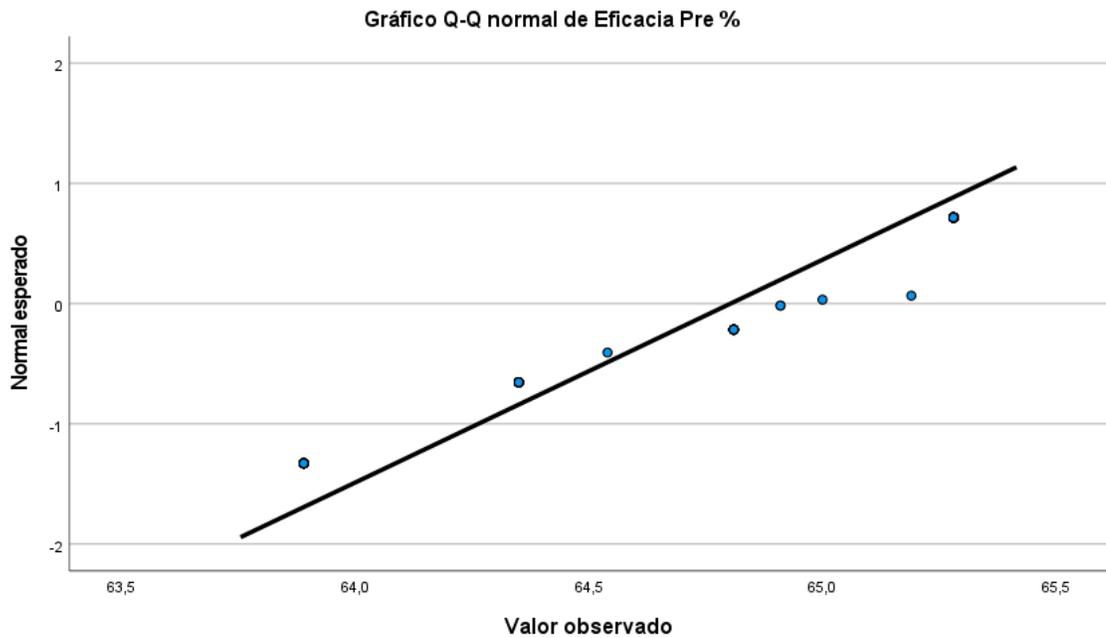


Figura 61 Eficacia pre

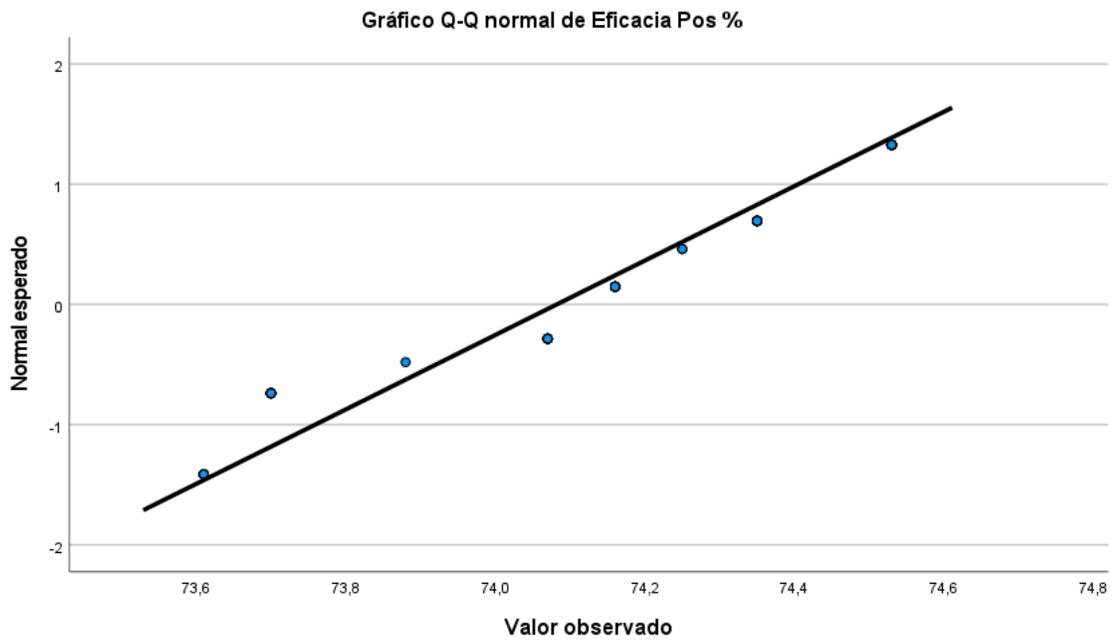


Figura 62 Eficacia post

Tabla 51 Estadísticos descriptivos eficacia

**Estadísticos descriptivos**

	N	Media	Desy. Desviación	Mínimo	Máximo
Eficacia Pre %	75	64,8029	,53956	63,89	65,28
Eficacia Pos %	75	74,0819	,32310	73,61	74,53

Tabla 52 Estadísticos descriptivos eficacia

**Estadísticos de prueba<sup>a</sup>**

	Eficacia Pos % - Eficacia Pre %
Z	-7,552 <sup>b</sup>
Sig. asin. (bilateral)	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

La tabla 52 de estadísticos de contraste (Wilcoxon) tiene un valor de significancia de 0.000.

## VI. DISCUSION DE RESULTADOS

### 6.1 Contrastación y demostración de hipótesis

Hipótesis general

Ho: La aplicación del estudio de tiempos NO incrementa su relación con la productividad del personal operativo en una empresa del rubro metalmecánico.

Ha: La aplicación del estudio de tiempos incrementa su relación con la productividad del personal operativo en una empresa del rubro metalmecánico.

**Regla de decisión (comparación de medias):**

$$H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

La Tabla 45 muestra las estadísticas descriptivas de la variable productividad a través del análisis de WILCOXON. Se realizó una comparación de medias y se encontró que la productividad post es de 2.62 fue mayor que la anterior 1.98. Por lo tanto, la hipótesis nula se descarta y la hipótesis alterna de la regla de decisión se acepta.

**Regla de decisión (Significancia bilateral)**

Si  $p_{valor} > 0.05$ , se admite la hipótesis nula

Si  $p_{valor} \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula.

La Tabla 46 muestra que la significancia (bilateral) es igual a 0,000 con un estadístico de prueba WILCOXON que es menor a 0.05, por lo que se admite la hipótesis del investigador y se descarta la hipótesis nula en relación con la regla de decisión.

Demostrando que:

La aplicación del estudio de tiempos incrementa su relación con la productividad del personal operativo en una empresa del rubro metalmecánico.

**Hipótesis específica 1:**

Ho. La aplicación del estudio de tiempos NO incrementa su relación con la eficiencia del personal operativo en una empresa del rubro metalmecánico.

Ha: La aplicación del estudio de tiempos incrementa su relación con la eficiencia del personal operativo en una empresa del rubro metalmecánico.

**Regla de decisión (comparación de medias):**

$$H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

La Tabla 48 muestra las estadísticas descriptivas de la dimensión eficiencia a través del análisis de WILCOXON. Se realizó una comparación de medias y se encontró que la eficiencia post es de 100% fue mayor que la anterior 87.5%. Por lo tanto, la hipótesis nula se descarta y la hipótesis alterna de la regla de decisión se acepta.

**Regla de decisión (Significancia bilateral)**

Si  $p_{valor} > 0.05$ , se admite la hipótesis nula.

Si  $p_{valor} \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula.

La Tabla 49 muestra que la significancia (bilateral) es igual a 0,000 con un estadístico de prueba WILCOXON que es menor a 0.05, por lo que se admite la hipótesis del investigador y se descarta la hipótesis nula en relación con la regla de decisión.

Demostrando que:

La aplicación del estudio de tiempos incrementa su relación con la eficiencia del personal operativo en una empresa del rubro metalmecánico.

**Hipótesis específica 2:**

Ho: La aplicación del estudio de tiempos NO incrementa su relación con la eficacia del personal operativo en una empresa del rubro metalmecánico.

Ha: La aplicación del estudio de tiempos incrementa su relación con la eficacia del personal operativo en una empresa del rubro metalmecánico.

**Regla de decisión (comparación de medias):**

$$H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

La Tabla 51 muestra las estadísticas descriptivas de la dimensión eficacia a través del análisis de WILCOXON. Se realizó una comparación de medias y se encontró que la eficacia post es de 74.08% fue mayor que la anterior 64.08%. Por lo tanto, la hipótesis nula se descarta y la hipótesis alterna de la regla de decisión se acepta.

**Regla de decisión (Significancia bilateral)**

Si  $p_{valor} > 0.05$ , se admite la hipótesis nula.

Si  $p_{valor} \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula.

La Tabla 52 muestra que la significancia (bilateral) es igual a 0,000 con un estadístico de prueba WILCOXON que es menor a 0.05, por lo que se admite la hipótesis del investigador y se descarta la hipótesis nula en relación con la regla de decisión.

Demostrando que:

La aplicación del estudio de tiempos incrementa su relación con la eficacia del personal operativo en una empresa del rubro metalmecánico.

## **6.2 Contratación de los resultados con estudios similares**

La investigación sobre la aplicación del estudio de tiempos y su relación con la productividad del personal operativo en una empresa del rubro metalmecánica se presenta a continuación. Para lograr esto, hemos buscado y revisado otros trabajos de investigación y los hemos utilizado como guías para discutir si el plan de gestión mejora la calidad de servicio en la empresa investigada.

Se basa en la estadística inferencial que indica que la variable dependiente ha experimentado un aumento del 0.64%. Esta información se obtuvo de las medias pretest de 1.98% y las medias pos test de 2.62%, además de tener un nivel de significancia de 0.00. En cuanto a su dimensión eficiencia, se evidenció un aumento del 12.5%, ya que en las medidas de sus medias pretest de 87.5% y en las medidas de sus medias post test de 100% y su nivel de significancia de 0.00. En cuanto a su dimensión eficacia, se evidenció un incremento de 9.28% ya que en las medidas de sus medias pretest de 64.8% y en las medidas de sus medias post test de 74.08% y su nivel de significancia de 0.00. siendo de suma importancia la aplicación del estudio de tiempos para establecer relación con la productividad del personal operativo en una empresa del rubro metalmecánica.

Esta investigación tiene relación con los siguientes autores:

Según Jeremías (2022), el estudio de tiempo es un método popular para medir el trabajo dentro de una empresa. Este método consiste en observar a los empleados mientras realizan sus tareas para establecer un tiempo estándar permitido para realizar una actividad específica, considerando factores como la fatiga, las tolerancias y los retrasos inevitables, respecto a nuestro estudio;

también se centra en la aplicación del estudio de tiempos, lo cual se alinea directamente con la descripción del método mencionado por Jeremías. Ambos trabajos utilizan este método para mejorar la productividad en sus respectivos campos (confección textil para Jeremías y metalmecánica en tu caso).

Respecto a la estadística de nuestra investigación se observó un aumento en la variable dependiente de 0.64% (medias pretest de 1.98% y post-test de 2.62%) con un nivel de significancia de 0.00. En la dimensión de eficiencia, hubo un aumento del 12.5% (medias pretest de 87.5% y post-test de 100%) con un nivel de significancia de 0.00. En la dimensión de eficacia, se evidenció un incremento del 9.28% (medias pretest de 64.8% y post-test de 74.08%) con un nivel de significancia de 0.00. Estos resultados estadísticos sugieren que la aplicación del estudio de tiempos en tu empresa del rubro metalmecánica ha tenido un impacto positivo y significativo en la productividad del personal operativo, lo que refuerza la importancia de este método. Esto también se alinea con el objetivo del estudio de Jeremías, que busca aumentar la productividad mediante una mejor administración del proceso productivo. Respecto al objetivo del estudio el autor Jeremías, pretende presentar un modelo de estudio de tiempos para una microempresa de confección textil con el fin de aumentar la productividad, en tanto nuestro estudio tiene un objetivo similar en cuanto a mejorar la productividad del personal operativo en una empresa del rubro metalmecánica mediante el estudio de tiempos. Al contrastar tus resultados con los planteamientos de Jeremías (2022), se observa una clara relación en varios aspectos: Metodología: Ambos estudios utilizan el estudio de tiempos como herramienta principal para medir y mejorar la productividad en sus respectivas empresas. Resultados Cuantitativos: Ambos estudios reportan incrementos en productividad y eficiencia como resultado de la implementación del estudio de tiempos. Objetivo y Aplicación: Ambos trabajos comparten el objetivo de mejorar la productividad a través de la administración del proceso productivo, aunque se aplican en diferentes

industrias (textil vs. metalmecánica). En conclusión, tu trabajo de investigación guarda una relación significativa con el estudio de Jeremías (2022). Ambos se centran en la aplicación del estudio de tiempos para mejorar la productividad, utilizan métodos de observación similares y reportan resultados positivos en términos de eficiencia y eficacia.

En tanto a Tataje (2022), podemos comparar varios aspectos clave de ambos estudios. Aquí se presentan los resultados de Tataje y se contrastan con los resultados de nuestra investigación; Tataje tiene como objetivo: Aplicar el estudio de trabajo para aumentar la productividad en la empresa ALESOF WELDING E.I.R.L. Tipo de Estudio: Explicativo con un enfoque cuantitativo. Proceso Analizado: Fabricación de tres puentes metálicos, comparando con nuestra investigación tiene como objetivo: Aplicar el estudio de tiempos para mejorar la productividad del personal operativo en una empresa del rubro metalmecánica. Tipo de Estudio: Implícitamente cuantitativo basado en datos estadísticos. Proceso Analizado: No especificado, pero relacionado con el rubro metalmecánico, respecto a los resultados cuantitativos de Tataje Productividad: Inicial: 70.15% (49,323 minutos / 822.05 horas en 124 días). Final: 95.30% (54,137 minutos / 902.29 horas en 100 días). Incremento: 25.15%. Eficiencia: Inicial: 80.94%. Final: 96.20%. Incremento: 15.26%. Eficacia: Inicial: 86.67%. Final: 99.06%. Incremento: 12.39%. mientras nuestro trabajo presenta los siguientes resultados productividad: Incremento: 0.64% (medias pretest de 1.98% y post-test de 2.62%) con un nivel de significancia de 0.00. Eficiencia: Incremento: 12.5% (medias pretest de 87.5% y post-test de 100%) con un nivel de significancia de 0.00. Eficacia: Incremento: 9.28% (medias pretest de 64.8% y post-test de 74.08%) con un nivel de significancia de 0.00. La contrastación de resultados indica que tu trabajo de investigación tiene una relación significativa con el estudio de Tataje (2022). Ambos estudios utilizan el estudio de tiempos para mejorar la productividad, la eficiencia y la eficacia en sus respectivas empresas. Los resultados cuantitativos muestran

mejoras en todas las dimensiones analizadas, aunque las magnitudes de las mejoras varían entre los estudios. Productividad: Ambos estudios mejoran la productividad, aunque en diferentes magnitudes. Eficiencia: Ambos estudios reportan mejoras significativas en la eficiencia. Eficacia: Ambos estudios reportan mejoras en la eficacia, con incrementos significativos. En resumen, tu estudio y el de Tataje (2022) comparten un enfoque metodológico similar y muestran que la aplicación del estudio de tiempos tiene un impacto positivo en la productividad de las empresas en diferentes sectores industriales.

## 6.3 Responsabilidad ética de acuerdo con los reglamentos vigentes

### DECLARACIÓN JURADA DE RESPONSABILIDAD ÉTICA DE LA INVESTIGACIÓN

Los que suscribimos la presente, en nuestra condición de Bachilleres de Ing. Industrial de la FIIS-UNAC:

- **DANIEL JOSE ALVARADO ALAMO**, identificado con DNI: 74401817
- **DAVID ANTHONY ANTAURCO TRUJILLANO**, identificado con DNI: 73640959
- **NAOMI KRISTELL SALVATIERRA FUERTES**, identificado con DNI: 74927871

Autores de la tesis para optar el Título de Ingeniero Industrial, que lleva por título:

**“APLICACIÓN DEL ESTUDIO DE TIEMPOS Y SU RELACIÓN CON LA PRODUCTIVIDAD DEL PERSONAL OPERATIVO EN UNA EMPRESA DEL RUBRO METALMECÁNICO”**

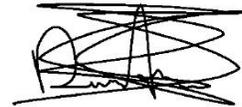
DECLARAMOS BAJO JURAMENTO, lo siguiente:

- ✓ Que el presente trabajo de tesis ha sido elaborado por los suscritos, es un tema original y no existe plagio/copia de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de Investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna, ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.
- ✓ Que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o internet.
- ✓ Que somos plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumimos la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas, conforme al Código de Ética de Investigación de la Universidad Nacional del Callao N° 210-2017-CU.
- ✓ En caso de incumplimiento de esta declaración, nos sometemos a lo dispuesto en el Código de Ética de Investigación de la Universidad Nacional del Callao N° 210-2017-CU y demás disposiciones legales vigentes.

Callao, 31 de mayo de 2024.



**DANIEL JOSE ALVARADO ALAMO**  
DNI: 74401817



**DAVID ANTHONY ANTAURCO TRUJILLANO**  
DNI: 73640959



**NAOMI KRISTELL SALVATIERRA FUERTES**  
DNI: 74927871

## VII. CONCLUSIONES

1. Impacto Positivo de la Estandarización en la Productividad Global: La investigación demostró que la estandarización de los tiempos de ejecución de tareas tiene un impacto positivo significativo en la productividad global del personal operativo. Según el análisis de Wilcoxon, la productividad media aumentó de 1.98 a 2.62 tras la implementación de estándares. Este hallazgo sugiere que la estandarización reduce la variabilidad en los tiempos de ejecución, facilitando un desempeño más uniforme y eficiente del personal operativo.
2. Mejora en la Eficiencia Operativa: La estandarización de los tiempos de ejecución de tareas también mejoró notablemente la eficiencia operativa. El análisis de Wilcoxon reveló que la eficiencia media aumentó del 87.5% al 100% después de la estandarización. Este incremento refleja que la implementación de tiempos estándar permitió a los trabajadores completar sus tareas más rápidamente y con mayor precisión, contribuyendo a una utilización óptima de los recursos y a la capacidad de la empresa para cumplir con los plazos establecidos.
3. Incremento en la Eficacia Operativa: Además de mejorar la eficiencia, la estandarización tuvo un efecto positivo en la eficacia operativa. La eficacia media aumentó del 64.08% al 74.08%, según el análisis de Wilcoxon. Este resultado indica que la estandarización no solo ayudó a cumplir con los plazos de producción, sino que también aseguró una calidad constante en los productos y servicios, mejorando la capacidad de la empresa para satisfacer las demandas del mercado de manera consistente y confiable.

## VIII. RECOMENDACIONES

1. Implementación y Mantenimiento de Estándares de Tiempo: Se recomienda a la empresa implementar de manera sistemática y mantener estándares claros y detallados para la ejecución de todas las tareas operativas. Este proceso debe incluir la capacitación continua del personal para asegurar que comprendan y sigan los estándares establecidos. La implementación de estos estándares permitirá mejorar la productividad y eficiencia operativa, reduciendo la variabilidad en los tiempos de ejecución y asegurando un desempeño más consistente.
2. Monitoreo y Análisis Continuo de la Eficiencia y Eficacia: La empresa debe establecer un sistema de monitoreo y análisis continuo para evaluar la eficiencia y eficacia operativa de tal manera se pueda comparar y analizar regularmente los tiempos de ejecución y los resultados de producción puede ayudar a identificar áreas de mejora y ajustar los estándares según sea necesario. Este enfoque proactivo permitirá a la empresa mantener altos niveles de eficiencia y eficacia, asegurando la calidad y consistencia en la producción.
3. Optimización de Recursos y Procesos: Basándose en los datos obtenidos, se recomienda optimizar los recursos y procesos operativos. Esto incluye la identificación y eliminación de cuellos de botella y la redistribución de tareas para maximizar la utilización del personal operativo. La empresa también debe considerar la inversión en tecnología y herramientas que puedan facilitar la estandarización y monitorización de los tiempos de ejecución. Estas optimizaciones no solo mejorarán la productividad, sino que también contribuirán a una mayor satisfacción del personal al reducir la carga de trabajo innecesaria y aumentar la precisión en la ejecución de tareas.

## **IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

ADRIAZOLA MURGUIA, Hernando Edgardo; RIVERA MORALES, Pedro Martin. Estudio de tiempos y métodos para mejorar la productividad en la empresa MINKHA METALES SAC, Arequipa, 2021. 2021.

APOLO, Daniela, et al. Análisis de Tiempos Estándar en Empresas de Ensamble como insumo para la toma de decisiones. *Revista Ilaérica de sistemas e Tecnologias de Informação Recebido/Submission: o1*, 2020, vol. 11, p. 2019.

ARRIETA SANTOS, Yenny Esperanza. Aplicación de la ingeniería de métodos para mejorar la productividad en la línea de confección de una empresa de servicios de costura, San Juan de Lurigancho, 2018. 2019.

Becerra, Evelyn. (2016). La calidad en la educación universitaria y los ingresos laborales en el Perú. (Tesis de pregrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas Economía y Negocios Internacionales, Lima.

BOCÁNGEL WEYDERT, Guillermo Augusto, et al. INGENIERIA INDUSTRIAL.

CABANILLAS CHUSHO, Lesli Andrea; HUAPAYA MORALES, Juan Jesús. Estudio del trabajo para mejorar la productividad del área de corte en la empresa Industrial Art Design SAC, Lima, 2022. 2022.

CERDÁN PAZ, Cindy Eliana. Diseño de las herramientas lean service para reducir los tiempos de mantenimiento correctivo y preventivo, en el taller de la empresa COANSA del Perú Ingenieros. 2020.

CHOQUE, Angie Mabel Muñoz. Estudio de tiempos y su relación con la productividad. *Revista Enfoques*, 2021, vol. 5, no 17, p. 40-54.

CHURATA TIMPO, Dante. Ingeniería de métodos en la producción de ajos para aumentar la productividad en la empresa Ajos Reyes Perú Ate Vitarte, 2021. 2021.

CORDERO PALMA, Marianella Jessica; TAFUR GALLARDO, Alex. Aplicación de estudio de trabajo para mejorar la productividad en el área de habilitado en la empresa Sima Metal Mecánica SA Chimbote 2023. 2023.

CÓRDOVA JIMÉNEZ, Lauro. Aplicación de la ingeniería de métodos para mejorar la productividad de la producción de pegamentos de cerámico de la empresa Yuraq Pacha, Huancayo-2020. 2021.

COTRINA BABILONIA, Antony Cesar. Implementación de ingeniería de métodos para incrementar la productividad en una planta de explosivos. 2022.

CRUELLES, José Agustín. *Ingeniería industrial*. Alpha Editorial, 2018.

DOMÍNGUEZ CISNEROS, Emerson Daniel. *Estudio de tiempos y movimientos como base para la mejora de la producción en la empresa Máster Fibra*. 2023. Tesis de Licenciatura. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial. Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización.

ESPÍN, Cristian; NARANJO, Christian; EUGENIO, Cristian. Estudio de tiempos para la optimización de la producción en el área de postcosecha de una florícola. *Revista Ingeniería*, 2022, vol. 6, no 15, p. 162-168.

Flores, C., Toratto, J. (2017) Licenciamiento y acreditación universitaria para el aseguramiento de la calidad educativa, Universidad Nacional de Ucayali. Recuperado de <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/3850>

GARCIA, Jesús, et al. Indicadores de Eficacia y Eficiencia en la gestión de procura de materiales en empresas del sector construcción del Departamento del Atlántico, Colombia. *Revista espacios*, 2019, vol. 40, no 22.

GRANJA, Adrián Andree Terán; BUCHELLI, Alexie Elizabeth Izquierdo. Valoración del riesgo ergonómico de estudiantes de odontología mediante el método Owas. *Odontología*, 2020, vol. 22, no 2, p. 60-71.

LÓPEZ, Emilia Estéfana Saucedo; LÓPEZ, Rafael Arturo Valenzuela; HERNÁNDEZ, Grace Erandy Báez. Aplicación de ingeniería de métodos para el mejoramiento de operaciones en una empresa manufacturera de equipos de audio. *Ergonomía, Investigación y Desarrollo*, 2021, vol. 3, no 1, p. 105-115.

MALDONADO MEZA, Rudy Ademir. Propuesta de la aplicación de estudio de tiempos en el área de producción para incrementar la productividad en la empresa de metal mecánica Axis Ingeniería y Proyectos SAC. 2022.

Núñez, J. L. M. (2016). Aportes para la evaluación y mejora de la calidad en la enseñanza universitaria basada en e-learning (Doctoral dissertation, Universidad de Alcalá). Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=136934>

ÑAUPAS, H., et al. 4.1. El Método científico. *Metodología de la investigación*, 2018, vol. 29, p. 171.

ORREGO, Beatriz Eugenia Agudelo; VALENCIA, Myriam Escobar. Análisis de la productividad laboral en el sector panificador del Valle del Cauca, Colombia. *Revista de ciencias sociales*, 2022, vol. 28, no 2, p. 122-136.

PACHECO, André Gianfranco Alfaro; TORRES, Rosa Karol Moore. Estudio de tiempos como base para trazar estrategias orientadas al incremento de la eficiencia del proceso de batido de una planta de producción de helados. *Industrial data*, 2020, vol. 23, no 1, p. 113-126.

PARRA, D. Bello; MURRIETA DOMÍNGUEZ, F.; CORTES HERRERA, C. A. Análisis de tiempos y movimientos en el proceso de producción de vapor de una empresa generadora de energías limpias. *Ciencia administrativa*, 2020, vol. 2020, no 1, p. 1-9.

QUIJIA-PILLAJO, Jonathan; GUEVARA-ROSETO, Carolina; RAMÍREZ-ÁLVAREZ, José. Determinantes de la Productividad Laboral para las Empresas Ecuatorianas en el Periodo 2009-2014. *Revista Politécnica*, 2021, vol. 47, no 1, p. 17-26.

QUINTO DE LA CRUZ, Jorge Luis. Aplicación del estudio de tiempos y su relación con la productividad del personal operativo en el área de reparación en una empresa metalmeccánica dedicada al mantenimiento de maquinaria pesada-2018. 2019.

Rodríguez Morales, P. C. (2016). Creación y establecimiento de estándares para la evaluación de la calidad de la educación superior: Un modelo adaptado a los centros universitarios regionales de la Udelar. Recuperado de <http://e-spacio.uned.es/fez/view/tesisuned:Educacion-Pcrodriguez>

RODRÍGUEZ, Juan Carlos Loza. Optimización del proceso de producción mediante la aplicación del estudio de tiempos y movimientos en el área de maquinado de piezas mecánicas en la empresa imd srl. *3i Investigación Innovación Ingeniería*, 2023, vol. 1, no 1, p. 27-42.

Rojas, L. (2017) La evaluación de la educación en la Facultad de Ciencias Empresariales - Educación en la Universidad Alas Peruanas y la Calidad Educativa. Recuperado de <http://repositorio.une.edu.pe/handle/UNE/1744?locale-attribute=en>

ROJAS, Miguel; JAIMES, Ludym; VALENCIA, María. Efectividad, eficacia y eficiencia en equipos de trabajo. *Revista espacios*, 2018, vol. 39, no 06.

SIERRA SARA VIA, Oscar Janpier; QUICHCA OCHOA, Yovana. Propuesta de estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad en la fabricación de máquinas, Galix Tech, Huancayo-2022. 2023.

SOTO LEGUA, Karla Graciela. Estudio de tiempos y movimientos para la mejora de la productividad en los procesos de desglose y empaque de frijol de palo congelado en la empresa procesadora Perú SAC. 2023.

TATAJE PAJUELO, José Anderson. Aplicación de estudio de trabajo para mejorar la productividad en la fabricación de puentes metálicos en Alesof EIRL, Lima 2022. 2023.

TREJO, Carlos Oliver Llarena; MACÍAS, Armando Sánchez. ANÁLISIS DE CASO PARA UN ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS, DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA INDUSTRIA 4.0: KAIZEN EN UN ROBOT. *NOVUM*, 2020, vol. 2, no 10, p. 165-181.

VÁSQUEZ, Katherine Suárez; RAMOS, José La Rosa Zeña. El ciclo Deming y la productividad: Una Revisión Bibliográfica y Futuras Líneas de Investigación. *Qantu Yachay*, 2022, vol. 2, no 1, p. 63-79.

VELÁZQUEZ-MANCILLA, Jorge Enrique; FIERRO-XOCHITOTOTL, María Concepción; CHÁVEZ-MEDINA, Juan. Estandarización del proceso de confección, a través de la ingeniería de métodos, para aumentar la productividad, en una empresa del ramo textil en el estado de Puebla. *Revista de Ingeniería*, 2020, vol. 4, no 13, p. 1-7.

Vílchez, T., & Chau, J. (2011). Influencia del modelo educativo por objetivos en el rendimiento académico de los estudiantes de la Universidad Nacional de Ingeniería. *TECNIA*, 21(2). <https://doi.org/10.21754/tecnica.v21i2.96>

YONG PASCO, Alfredo. Estudio de la influencia de los parámetros del ensayo de tracción en aceros de bajo carbono laminados en caliente.

Martínez Iñiguez, J. E., Tobón, S., & Romero Sandoval, A. (2017). Problemáticas relacionadas con la acreditación de la calidad de la educación superior en América Latina. *Innovación educativa* (México, DF), 17(73), [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1665-26732017000100079&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1665-26732017000100079&script=sci_arttext&tlng=pt)

Krüger, K. (2006). El concepto de sociedad del conocimiento. *Revista bibliográfica de geografía y ciencias sociales*, 683(11). Recuperado de [https://www.researchgate.net/profile/Karsten\\_Krueger6/publication/245535884\\_El\\_concepto\\_de\\_'sociedad\\_del\\_conocimiento'/links/556af53f08aeccd7773a16ca/El-concepto-de-sociedad-del-conocimiento.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Karsten_Krueger6/publication/245535884_El_concepto_de_'sociedad_del_conocimiento'/links/556af53f08aeccd7773a16ca/El-concepto-de-sociedad-del-conocimiento.pdf)

Ciprés, M. S., & Llusar, J. C. B. (2004). Concepto, tipos y dimensiones del conocimiento: configuración del conocimiento estratégico. Revista de economía y empresa, 22(52), 175-196. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2274043>

Sunedu, (2015). El modelo de licenciamiento y su implementación en el Sistema Universitario, Recuperado de <https://www.sunedu.gob.pe/>

Ríos, L. (2016) Análisis comparativo de las condiciones básicas de calidad de la Nueva Ley Universitaria 30220, Universidad Nacional de San Martín. Recuperado de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/936>

JEREMÍAS, Guerra Figueroa Luis; CAMILO, Martínez Morris Jorge. Diseño de un Estudio de Tiempos Para Mejorar la Productividad de una Pyme de Confección Textil, Ubicada en la Ciudad de Valledupar.

Mendoza García, J. O. (2017). Diseño e Implementación de un Aula Virtual a través del Moodle, para fortalecer el proceso de Enseñanza Aprendizaje en la Unidad Educativa Pablo Hannibal Vela de la Ciudad de Portoviejo (Bachelor's thesis, JIPIJAPA-UNESUM). Recuperado de <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/856>

Alamar, J., & Guijarro Rocío. (2018). El libro de la productividad en la empresa española 2018. [www.resultae.com](http://www.resultae.com)

Meyers, F. E., & Sánchez García, G. (2014). Estudios de tiempos y movimientos: para la manufactura ágil. Pearson Educación. [https://books.google.com/books/about/Estudios\\_de\\_tiempos\\_y\\_movimientos.html?hl=es&id=cr3WTuK8mn0C](https://books.google.com/books/about/Estudios_de_tiempos_y_movimientos.html?hl=es&id=cr3WTuK8mn0C)

Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la Investigación (6ta edición).

<http://observatorio.epacartagena.gov.co/wpcontent/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sextaediccion.compressed.pdf>

## VIII. ANEXOS

### Anexo 1: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA
<b>Problema General</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipótesis General</b>	<b>Variable Independiente</b>			
¿En qué medida la aplicación del estudio de tiempos y su relación afecta la productividad del personal operativo en una empresa del rubro metalmecánico?	Determinar de qué manera la aplicación del estudio de tiempos se relaciona con la productividad del personal operativo en una empresa del rubro metalmecánico.	La aplicación del estudio de tiempos incrementa su relación con la productividad del personal operativo en una empresa del rubro metalmecánico.	Estudio de tiempos	Diseño del trabajo  Medición del trabajo	% Utilización del operario  % Utilización de la maquina  Tiempo estándar	Diseño de Investigación experimental Enfoque deductivo Tipo cuantitativo Método longitudinal Población 49 trabajadores Muestra censal (49) Instrumento de investigación, ficha de
<b>Problemas específicos</b>	<b>Objetivos específicos</b>	<b>Hipótesis específicas</b>	<b>Variable Dependiente</b>			
¿En qué medida la aplicación del estudio de tiempos y su relación con la	Determinar de qué manera la aplicación del estudio de tiempos se relaciona	La aplicación del estudio de tiempos incrementa su relación con la	Productividad	Eficiencia  Eficacia	Nivel de Eficiencia  Nivel de Eficacia	

<p>eficiencia del personal operativo de una empresa del rubro metalmeccánico?</p> <p>¿En qué medida la aplicación del estudio de tiempos y su relación con la eficacia del personal operativo de una empresa del rubro metalmeccánico?</p>	<p>con la eficiencia del personal operativo en una empresa del rubro metalmeccánico.</p> <p>Determinar de qué manera la aplicación del estudio de tiempos se relaciona con la eficacia del personal operativo en una empresa del rubro metalmeccánico.</p>	<p>eficiencia del personal operativo en una empresa del rubro metalmeccánico.</p> <p>La aplicación del estudio de tiempos incrementa su relación con la eficacia del personal operativo en una empresa del rubro metalmeccánico.</p>				<p>observación</p>
--	--	--	--	--	--	--------------------

## Anexo 2: Trabajo de campo – Ficha de registro para toma de tiempo

		ACTIVIDAD 1		ACTIVIDAD 2		ACTIVIDAD 3		ACTIVIDAD 4		ACTIVIDAD 5		ACTIVIDAD 6		ACTIVIDAD 7		ACTIVIDAD 8			
		Aflojar guía – Colocar al siguiente canal nuevo		Bloqueo de equipos		Colocación de canaletas		Colocación de duchas en canal nuevo		Desbloqueo de equipos		Quema de canales		Retiro de canaletas		Verificación y pruebas de equipo			
		Tiempo estimado: 10 minutos		Tiempo estimado: 5 minutos		Tiempo estimado: 7 minutos		Tiempo estimado: 5 minutos		Tiempo estimado: 3 minutos		Tiempo estimado: 10 minutos		Tiempo estimado: 5 minutos		Tiempo estimado: 5 minutos			
OPERARIOS		Tiempo empleado	Tiempo continuo	Tiempo empleado	Tiempo continuo	Tiempo empleado	Tiempo continuo	Tiempo empleado	Tiempo continuo	Tiempo empleado	Tiempo continuo	Tiempo empleado	Tiempo continuo	Tiempo empleado	Tiempo continuo	Tiempo empleado	Tiempo continuo	PROMEDIO POR DIA	
Op. 1 / Día 1		5	10	10	15	5.8	20.8	5	25.8	3	28.8	10	38.8	5	43.8	4	47.8	47.8	
Op. 1 / Día 2		4	8	8	12	6.2	18.2	4	22.2	3	25.2	8	33.2	4	37.2	5	42.2	42.2	
Op. 1 / Día		5	9	9	14	7	21	5	26	2.8	28.8	9	37.8	5	42.8	4.5	47.3	47.3	
Op. 1 / Día		4.2	10	10	14.2	6.5	20.7	4.5	25.2	2.5	27.7	10	37.7	4.5	42.2	5	47.2	47.2	
Op. 1 / Día		5	8.5	8.5	13.5	5.5	19	3.5	22.5	3	25.5	8.5	34	3.5	37.5	3.5	41	41	
Op. 1 / Día		3.5	9.5	9.5	13	7	20	5	25	2.9	27.9	9.5	37.4	5	42.4	5	47.4	47.4	
Op. 1 / Día		4.8	9	9	13.8	7	20.8	4.8	25.6	3	28.6	9	37.6	4.8	42.4	4	46.4	46.4	

### Anexo 3: Instrumento de recolección de datos

Registro: Estudio de Tiempos

Tabla para Porcentaje de Utilización del Operario

Fecha	Nombre del operario	Código de la maquina	Turno de trabajo	Supervisor	Tiempo total de trabajo (min)	Tiempo efectivo de trabajo (min)	Tiempo de inactividad	Porcentaje de utilización del operario

Fuente: Bocangel 2021, pág. 70.

Tabla para Porcentaje de Utilización de la Máquina

Fecha	Nombre del operario	Código de la maquina	Turno de trabajo	Supervisor	Tiempo total de operación (min)	Tiempo efectivo de operación (min)	Tiempo de inactividad	Porcentaje de utilización de la maquina

Fuente: Bocangel 2021, pág. 70.

## Tabla para Tiempo Estándar

Fecha	Nombre del operario	Código de la máquina	Turno de trabajo	Supervisor	Actividad / operación	Tiempo estándar (min)	Tiempo real (min)	Tiempo real (min)	Diferencia (min)

Fuente: Bocangel 2021, pág. 70.

## Hoja de toma de datos de métodos de la tarea

Hoja de toma de datos de Metodo de la Tarea											
Tarea	Empresa										
Fecha	Proceso										
Analista	Area										
Operario											
Descripción de la Operación	Medición	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	A										
	T										
2	A										
	T										
3	A										
	T										
4	A										
	T										
5	A										
	T										
6	A										
	T										
7	A										
	T										
8	A										
	T										
9	A										
	T										
10	A										
	T										
11	A										
	T										
12	A										
	T										
13	A										
	T										

Fuente: Cruelles, 2018 pág. 22



## Registro: Productividad

### Tabla para Eficiencia

Fecha	Nombre del operario	Código de la maquina	Turno de trabajo	Supervisor	Número total de pieza producidas	Número de piezas aceptadas	Número de piezas rechazadas	Índice de eficiencia

Fuente: Bocangel 2021, pág. 16.

### Tabla para Eficacia

Fecha	Nombre del operario	Código de la maquina	Turno de trabajo	Supervisor	Objetivo de producción (número de piezas)	Número real (número de piezas)	Diferencias (número de piezas)	Índice de eficacia

Fuente: Bocangel 2021, pág. 16.

Anexo 4: Ficha técnica de productos

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS							
DESCRIPCIÓN	SERIE	REF.	ASTM	SOLDABILIDAD	MAQUINABILIDAD	DUREZA BHN	APLICACIONES
ACEROS AL CARBONO	F-1020	Acero estructural SAE 1020	ASTM A27 G-70-40	Excelente	Excelente	140 150	Piezas sometidas a esfuerzos estructurales: ejes, ejes, ejes, ejes de motores, engranajes, bases de molino, cuchillas, pilares, sierras de máquina, soportes, ruedas de carro minero, bombas de engranaje, etc.
	F-1045	Acero estructural SAE 1045	ASTM A548 G-80-80	Excelente	Excelente	190 245	
	F-1080	Acero estructural SAE 1080	ASTM A148 G-105-85	Excelente	Excelente	220 300	
ACEROS AL CARBONO BONIFICADOS	F-4140	Acero bonificado AISI 4140	ASTM A815 SC 4140	Regular	Regular (*)	300 400	En todo tipo de partes sujetas a severos esfuerzos, tales como: engranajes, partes, acoples, ejes, odios, cuerpo de herramientas de corte, pilones, etc.
	F-4340	Acero bonificado AISI 4340	ASTM A815 SC 4340	Regular	Regular (*)	301 400	
ACEROS AL MANGANESO	F-2010	Acero al Manganeso 1.05Mn	ASTM A128 G- B-3 MOD 1.05Mn	Regular	Buena	200 220	Piezas sometidas a condiciones de fuerte impacto y media abrasión. Bow lines, marlin lines, feed plates, cuffs, mandriles para chancadoras de quijadas, cilindros de trituradoras giratorias, bracos de molino, martillos de alto impacto, etc.
	F-2020	Acero al Manganeso 1.35Mn, 25Cr	ASTM A128 G- C MOD 1.35Mn, 25Cr	Regular	Buena	200 230	
	F-2025	Acero al Manganeso 1.05Mn	ASTM A125 High Resistant	Regular	Buena	190 220	
	F-2030	ASTM A128 G- E-1 MOD 1.05Mn, 15Mo	ASTM A128 G- E1	Regular	Buena	195 210	
	F-2040	Acero al Manganeso 1.05Mn, 2Ni, 2Mo	ASTM A128 High Resistant	Regular	Buena	200 240	
ACEROS O-Mo DE BAJA ALEACIÓN	F-3000	35-CO12 FRANCE	ASTM A487 G- BQ	Buena	Vala (*)	300 350	Piezas sometidas a condiciones de fuerte impacto y alta abrasión. Bases, balbines, martillos para chancado fino, placas de viridales, elementos de corte, puntas, rodillos, contenedores, cuerdas, etc. Forros de molino, placas antiengaste de chutes de alimentación, de descarga, de transferencia, etc.
	F-3070	Acero Fundido al 7% de Cromo	Ferros	Regular	Vala (*)	400 550	
	F-3080	Acero Fundido al 12% de Cromo	ASTM A567 G- CD2	Regular	Regular (*)	400 550	
	F-3000B	Acero Martensítico al O-Mo	ASTM A148 G- 210-100	Mala	Vala (*)	400 550	
HIERRO GRIS	FF-35	SAE G-3500	ASTM A48 (A05)	Mala	Excelente	200 250	Piezas sometidas a trabajo vibracional: ejes, cercos, vástagos, tambores, discos de freno, bogies, etc.
	FF-35HC	Hierro Gris resistente a altas temperaturas	ASTM A219 CII	Mala	Excelente	150 200	
HIERRO NODULAR	FFF-45	DIN GG300	ASTM A536 G- 90-40	Mala	Excelente	200 250	Piezas sometidas a esfuerzos estructurales. Acoples de tuberías (Bo V-Bulk), bases de buzn, etc.
HIERRO NODULAR MARTENSÍTICO	FFF-60MR	Hierro Ductil resistente a alta abrasión	Mechanite	Mala	Regular (*)	300 500	Hierro duro con alta resistencia al desgaste. Rodillos enderezadores de perfiles estructurales.
HIERROS ALTO CROMO (HIERROS BLANCO)	F-6000	Hierro Blanco Alto Cromo	ASTM A532 (I A)	Mala	Vala (*)	300 400	Piezas sometidas a desgaste por abrasión extrema y moderado impacto. Son ideales para los repuestos para bombas, forros para molino, martillos urster de alta abrasión. Chas y discos pulverizadores. Piezas de blindajes de chulas y chancadoras, chulas móviles de alimentación de molinos SAG.
	F-6010	Hierro Blanco Alto Cromo	ASTM A532 (II A)	Mala	Mala	350 750	
	F-6015	Hierro Blanco Alto Cromo	ASTM A532 (I B)	Mala	Mala	300 700	
	F-6020	Hierro Blanco Alto Cromo	ASTM A532 (II B)	Mala	Mala	400 700	
	F-6035	N-HARD	ASTM A532 (I A)	Mala	Mala	500 650	
ACEROS INOXIDABLES	F-7000	COR 13-4	ASTM A743 CAINV	Regular	Regular (*)	300 450	Piezas para turbinas hidráulicas, rodillos Peillon, rodillos Francis, ejes de eje para Clinac.
	F-8000	AS1 304 (188)	ASTM A743 CF20	Buena	Buena	160 200	
	F-8010	AS1 316	ASTM A743 CG3M	Buena	Buena	240 280	
ACEROS REFRACTARIOS RESISTENTES A ALTAS TEMPERATURAS	F-9000	Acero Refractario para altas temperaturas	ASTM A297 (9H)	Buena	Buena	210 230	Buena resistencia mecánica y a la oxidación a temperaturas entre los 1400-1800° F (750-900° C). Ductos de inmersión, diazetas, segmentos de boca de horno, placas enfriadoras de Clinac: primera y segunda cámara, etc.
	F-9010	Acero Refractario para altas temperaturas	ASTM A297 (9H)	Buena	Buena	180 190	
	F-9020	Acero Refractario para altas temperaturas	ASTM A297 (1C)	Buena	Buena	250 250	
	F-9035	Acero Refractario para altas temperaturas	ASTM A297 (1T)	Buena	Buena	180 190	

(\*) Estas abreviaturas pueden ser modificadas en pedido especial.



Desarrollo y Fabricación de Piezas y Partes Fundidas en Aceros y Hierros Antidesgaste, Aceros Refractarios, Hierros Grises y Nodulares.

Los Arboles (ex calle 2) Mz B Lote 5, Huerto Santa Lucia, Lima 3, Perú  
 Tel: (511) 628 1984 / (511) 628 1983 / (511) 628 1982 / (511) 628 1981  
 ferrosa@fundicionferrosa.com.pe • www.fundicionferrosa.com.pe

Fuente: Fundición Ferrosa web: <https://fliphtml5.com/lszc/jowd/basic>

## Anexo 5: Ficha técnica del cronómetro



**METRIA**

### Hoja de producto ES

Fecha rev.: 30/10/2023

Ref. Doc: PDS-612

#### INFORMACIÓN GENERAL

**Nombre del producto :** Cronómetro digital RS-6010

**Descripción :** Funciones: cronómetro, cuenta atrás, reloj, alarma, calendario, podómetro (cuenta pasos). Tiempo total del cronómetro: 9 h 59' 59,99". Precisión: 1/100". Tiempo parcial (Lap) y tiempo acumulado (Split). 10 memorias. Autoapagado para conservación de pila. Pantalla LCD digital y cordón para colgar en el cuello. Resistente al agua. Alimentación: 1 pila SR44 (incluida). Dimensiones: 85 x 55 x 25 mm, peso 100 g



El producto es conforme a las especificaciones definidas en la directiva europea que le incumbe

#### DATOS TÉCNICOS

referencia	descripción	unidades por ref.
TIME-D04-001	cronómetro digital 10 h, 1/100"	1

#### EMBALAJE Y DATOS LOGÍSTICOS

referencia	vol (l)	kg	TARIC	GTIN
TIME-D04-001	0,384	0,117	91069000	08434868047846

#### FOTO DEL PRODUCTO



#### MATERIAL

**MATERIAL** Acrilo nitrilo butadieno estireno (ABS)

Rango de temperaturas tolerado en condiciones de uso normales: de -40 °C a +85 (100) °C

[www.labbox.com](http://www.labbox.com)

Fuente: LabboxMETRIA <https://labbox.eu/wp-content/uploads/FT/PDS-612.pdf>

INTERNATIONAL  
STANDARD

**ISO**  
**6892-1**

Third edition  
2019-11

---

**Metallic materials — Tensile testing —**  
**Part 1:**  
**Method of test at room temperature**

*Matériaux métalliques — Essai de traction —*  
*Partie 1: Méthode d'essai à température ambiante*

Fuente: ISO 6892-1 <https://www.modiranahan.com/uploads/pdf/ISO-6892-1-2019.pdf>

## Anexo 7: Ficha técnica de uñas para retroexcavadora (GETS)



9- PartNo.	61NA-31310
Nombre del producto	Dientes Hyundai
Unidad de peso	13,1 kg
Color	Amarillo, negro u otros
Logo	NBSJ, customerlogoornologo
Dureza	HRC46-52
Impacto	≥20J
Fuerza de Tensión	≥1400Rm-N / mm <sup>2</sup>
Material	Acero de alta aleación
Condiciones de precios	FOB Ningbo o CIF, CNF, EXW, DDU
Términos de pago	T / T, L / C u otros como discusión
MOQ	Total, 1000kgs es aceptable
Entrega	15-30 días
Muestras	Ofrecer muestras gratis, pero con flete por cobrar
Productividad	8000 toneladas / año

### Hyundaidiente de cucharón y adaptador

Modelo	Parte No.	Descripción
R450/500/R360-761NA-31310		Dientes de cubo
R450/500/R360-761NA-31310RC		Dientes de cubo
R450/500	61NA-31320	Adaptador de cubo

### Información de fábrica:

Ferrosa se centra tanto en la calidad interna como en el acabado de la superficie. Debido a nuestra rica experiencia en fundición, mejoramos continuamente nuestra fundición de inversión en cada proceso y en un estricto sistema de control de calidad, de modo que podamos obtener una muy buena calidad de superficie para los dientes y el adaptador del cucharón. Además, nuestra pintura también hace que se vea suave y brillante.

## Anexo 8: Diferencia entre POI Y PEI



**MARCO LEGAL: EL SISTEMA NACIONAL DE PROGRAMACIÓN MULTIANUAL Y GESTIÓN DE INVERSIONES, Y EL SISTEMA NACIONAL DE PLANEAMIENTO (SINAPLAN)**

**Directiva general del sistema nacional de programación multianual y gestión de inversiones**

Art. 13.2 La OPMI del Sector, previa coordinación con la oficina de planeamiento o la que haga sus veces en la entidad, **propone los criterios de priorización** sectoriales para las inversiones que se enmarquen en el ámbito de su responsabilidad funcional, en **concordancia con los planes nacionales sectoriales establecidos en el planeamiento estratégico de acuerdo al SINAPLAN**. Dichos criterios de priorización son aplicados por los tres niveles de gobierno.

Art. 13.6 La OPMI de los GR y GL **propone los criterios de priorización** para las inversiones que se enmarquen en sus competencias, los cuales consisten en la priorización de las funciones de su competencia. Estos criterios de priorización deben ser **concordantes con los criterios de priorización sectoriales, así como con los planes nacionales sectoriales, regionales y locales establecidos en el planeamiento estratégico de acuerdo al SINAPLAN**.

En el marco de la Integración Inter sistémica, **la fase de la Programación Multianual de Inversiones se articula con los sistemas de Planeamiento Estratégico y Presupuesto Público**, a fin de asegurar la gestión y ejecución eficiente y eficaz de las inversiones, que articula el **Plan Estratégico Institucional – Programa Multianual de Inversiones – Plan Operativo Institucional – Presupuesto Institucional de Apertura**. La DGPMI coordina los mecanismos de integración entre los sistemas administrativos respectivos de manera progresiva.

**Guía para el Planeamiento Institucional**

**El PEI** vincula los objetivos nacionales, sectoriales y territoriales (según corresponda) con los Objetivos y Acciones Estratégicas de las entidades, expresados como resultados que se espera lograr. Luego, **el POI** establece un conjunto de Actividades Operativas e Inversiones más específicas que son valorizadas para asegurar la producción de bienes o servicios que contribuyan al logro de esos resultados.

A través de la **Ruta Estratégica del PEI**, la entidad establece un orden de prioridad único y ascendente para los OEI y AEI y así facilita la asignación de recursos (que se realiza luego, en el POI). La priorización se efectúa en dos niveles: de objetivos estratégicos y de acciones estratégicas. Esta información sirve de base para el proceso de programación multianual de inversiones (PMI), según los lineamientos de su rector.

En su POI, la entidad considera también aquellas inversiones que permiten cerrar brechas de resultados y de productos, es decir, cada inversión que se programe debe estar vinculada a una AEI, que corresponden a inversiones priorizadas en el Programa Multianual de Inversiones, según lo normado por el órgano rector.

2

Fuente:

[https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv\\_publica/docs/capacitaciones/Capacitacion\\_2022\\_10\\_13\\_2.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/capacitaciones/Capacitacion_2022_10_13_2.pdf)

## Anexo 9: Base de datos

Estudios de Tiempo.sav [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

Visible: 30 de 30 v

	Operario_moldeo_pre	Operario_moldeo_pos	Operario_fusión_pre	Operario_fusión_pos	Operario_tapado_pre	Operario_tapado_pos	Operario_acabado_pre	Operario_acabado_pos	Maq_moldeo_pre	Maq_moldeo_pos	Maq_fusion_pre	Maq_fusion_pos	Maq_tapado_pre	Maq_tapado_pos	Maq_acabado_pre
1	100,00	100,00	61,65	84,11	53,94	83,54	58,49	72,00	54,95	78,40	62,75	82,78	16,56	87,72	25,00
2	100,00	100,00	61,20	84,20	53,65	83,64	58,45	69,00	55,00	78,00	64,00	82,70	17,00	87,70	24,00
3	100,00	100,00	62,00	84,00	54,00	84,00	58,45	69,90	54,00	78,50	64,00	82,80	16,50	87,72	26,00
4	100,00	100,00	61,65	84,00	55,00	84,00	58,00	69,86	54,90	79,00	62,50	83,00	16,45	88,00	25,00
5	100,00	100,00	61,75	83,00	54,00	84,00	58,00	69,86	54,80	78,50	63,00	81,80	16,55	87,00	26,20
6	100,00	100,00	61,00	84,00	54,00	84,20	58,50	69,00	52,20	78,40	63,00	82,00	17,00	87,57	24,50
7	100,00	100,00	61,65	84,10	53,45	83,60	58,80	68,50	55,00	78,40	63,20	82,78	16,56	87,72	24,00
8	100,00	100,00	61,65	84,11	53,94	83,45	58,00	72,00	54,00	78,50	64,00	82,78	16,56	88,00	24,80
9	100,00	100,00	61,20	84,00	53,65	83,54	58,45	70,00	54,95	78,45	65,00	82,78	16,00	87,88	25,00
10	100,00	100,00	61,00	84,20	54,00	83,64	58,45	69,00	55,00	78,40	62,75	82,70	16,50	87,72	24,00
11	100,00	100,00	61,65	84,00	55,00	83,00	58,00	69,90	54,00	78,40	62,75	82,80	16,45	87,72	26,00
12	100,00	100,00	61,75	83,00	53,94	83,00	58,00	72,00	54,90	78,00	60,00	83,00	16,55	87,70	25,00
13	100,00	100,00	61,00	84,11	53,65	83,00	58,50	70,00	54,80	78,50	61,00	83,50	16,00	87,72	26,20
14	100,00	100,00	60,80	84,20	54,00	83,54	58,49	69,00	55,00	79,00	62,50	82,00	16,56	88,00	24,50
15	100,00	100,00	61,65	84,20	55,00	83,64	58,45	69,90	54,95	78,50	63,00	82,78	16,56	87,00	24,00
16	100,00	100,00	62,00	84,11	53,94	83,00	58,45	72,00	55,00	78,40	63,00	82,78	16,00	89,00	24,80
17	100,00	100,00	62,00	84,20	53,65	83,00	58,00	71,00	54,00	78,40	63,20	82,70	16,50	87,72	25,00
18	100,00	100,00	62,00	84,30	54,00	83,00	58,00	72,00	54,90	78,50	62,80	82,80	16,45	88,00	24,00
19	100,00	100,00	62,00	84,00	55,00	84,20	58,50	70,00	54,80	78,45	62,75	83,00	16,56	88,00	26,00
20	100,00	100,00	62,00	83,00	53,00	83,60	58,80	69,86	55,00	78,40	60,00	83,50	15,00	87,72	25,00

	Operario_moldeo_pre	Operario_moldeo_pos	Operario_fusión_pre	Operario_fusion_pos	Operario_tapado_pre	Operario_tapado_pos	Operario_acabado_pre	Operario_acabado_pos	Maq_moldeo_pre	Maq_moldeo_pos	Maq_fusion_pre	Maq_fusion_pos	Maq_tapado_pre	Maq_tapado_pos	Maq_acabado_pre
41	100,00	100,00	61,75	84,11	53,65	84,20	58,80	69,86	58,00	79,00	62,75	82,78	16,55	87,72	25,00
42	100,00	100,00	62,00	84,60	54,00	84,20	58,90	69,00	58,00	78,50	60,00	82,70	17,00	88,00	24,00
43	100,00	100,00	62,80	84,70	55,00	83,00	58,49	71,00	54,90	78,40	64,00	82,80	16,56	87,00	26,00
44	100,00	100,00	61,65	84,00	53,00	83,10	58,45	71,00	57,00	78,40	62,50	83,00	17,00	87,57	25,00
45	100,00	100,00	61,20	84,11	53,20	83,00	58,45	70,00	56,50	78,50	64,00	83,50	16,50	87,72	26,20
46	100,00	100,00	62,00	84,60	53,94	83,15	59,00	69,90	57,00	78,45	64,00	82,00	16,45	88,00	24,50
47	100,00	100,00	61,65	84,70	53,65	84,00	58,00	69,86	54,95	78,00	63,20	82,78	16,55	87,88	24,00
48	100,00	100,00	61,65	84,00	54,00	84,00	58,50	70,00	54,00	78,00	62,75	82,70	17,00	87,72	25,00
49	100,00	100,00	61,20	83,00	55,00	84,20	58,49	69,00	55,00	78,00	64,00	82,80	16,56	87,72	24,00
50	100,00	100,00	62,00	84,00	53,00	84,20	58,90	69,90	54,90	78,00	61,00	83,00	17,00	87,70	26,00
51	100,00	100,00	61,65	84,00	53,94	83,60	58,49	69,86	54,80	78,50	62,50	83,50	16,50	87,72	25,00
52	100,00	100,00	61,75	84,11	53,65	83,45	58,45	69,86	54,00	78,00	63,00	82,00	16,45	87,72	26,20
53	100,00	100,00	62,00	84,60	54,00	83,54	58,45	70,00	54,00	78,00	63,00	82,78	16,55	87,70	24,50
54	100,00	100,00	62,80	84,70	55,00	83,64	58,49	69,00	54,95	78,40	63,20	82,70	17,00	87,72	24,00
55	100,00	100,00	63,00	84,00	53,00	84,00	58,00	69,90	55,00	78,00	62,80	82,80	16,56	88,00	25,00
56	100,00	100,00	63,00	83,00	53,94	85,00	58,50	69,86	54,00	78,50	63,00	83,00	17,00	87,00	24,00
57	100,00	100,00	61,00	84,11	53,65	84,00	58,80	69,86	54,90	78,00	63,00	83,50	16,50	87,57	26,00
58	100,00	100,00	61,65	84,60	54,00	84,20	58,90	69,00	54,80	78,50	63,00	82,00	16,45	87,72	25,00
59	100,00	100,00	61,20	84,00	55,00	83,54	58,49	70,00	52,20	78,40	62,50	82,78	16,55	88,00	26,20
60	100,00	100,00	61,80	84,00	53,00	83,64	58,45	70,00	53,00	78,40	64,00	82,70	17,00	87,88	24,50
61	100,00	100,00	63,00	84,11	53,20	84,00	58,45	69,00	54,95	78,50	64,00	82,80	16,56	87,72	25,00

### **CARTA A LOS JUECES EXPERTOS**

Dirigido a: Dr. Robert Julio Contreras Rivera

Mg. Manuel Quezada Nizama

Mg. Marcial Castellanos Silva

Jueces expertos

Lima, 03 de junio del año 2,024

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle mi saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que, Yo David Anthony Antaurco Trujillano, Daniel José Alvarado Alamo y Naomi Kristell Salvatierra Fuertes, siendo estudiantes de la Universidad nacional del Callao EAP de Ingeniería Industrial y Sistemas y egresados, requerimos validar los instrumentos con los cuales recogeremos información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con la cual optaremos el título profesional de ingeniero industrial.

El título de nuestra tesis de investigación es: **“APLICACIÓN DEL ESTUDIO DE TIEMPOS Y SU RELACIÓN CON LA PRODUCTIVIDAD DEL PERSONAL OPERATIVO EN UNA EMPRESA DEL RUBRO METALMECÁNICO”**, y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a

usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.



---

**DANIEL JOSE ALVARADO ALAMO**  
DNI: 74401817



---

**DAVID ANTHONY**  
**ANTAURO TRUJILLANO**  
DNI: 7364095



---

**NAOMI KRISTELL**  
**SALVATIERRA FUERTES**  
DNI: 74927871

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variable independiente: **Estudio de tiempos**

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	INDICES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable independiente Estudio de tiempos	El estudio de tiempos es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, con base en un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea determinada según Meyers y Sánchez (2014)	El estudio de tiempos tiene que ver con el estudio previo que se realiza en campo, para obtener data que analizar sobre el tiempo normal y suplementario y así poder tomar mejores decisiones en el proceso de producción	Diseño del trabajo	% de utilización del operario % de la maquina	$\%de\ utilizacion\ del\ operario = \frac{Tiempo\ productivo\ del\ operario}{Tiempo\ de\ ciclo\ total} \times 100$ $\%de\ la\ maquina = \frac{Tiempo\ productivo\ de\ la\ maquina}{Tiempo\ de\ ciclo\ total} \times 100$	Razón
			Medición del trabajo	Tiempo estándar	$Tiempo\ estandar = TN * 1 - S$	

Variable dependiente: **Productividad**

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	INDICES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable dependiente: Productividad personal	Es la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción o servicios y los recursos utilizados para obtenerla según Alamar y Guijarro Rocío (2018)	La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen a través de un proceso, el mismo que estará compuesto por niveles como la eficiencia y la eficacia.	Eficiencia	Nivel de Eficiencia	$E = \frac{\text{Recursos obtenidos}}{\text{Horas de trabajo}}$	Razón
			Eficacia	Nivel de Eficacia	$E = \frac{\text{Recursos alcanzados}}{\text{Recursos previstos}} \times 100$	

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:**

**“APLICACIÓN DEL ESTUDIO DE TIEMPOS Y SU RELACIÓN CON LA PRODUCTIVIDAD DEL PERSONAL OPERATIVO EN UNA EMPRESA DEL RUBRO METALMECÁNICO”**

Variable Independiente: Estudios de Tiempos

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b> Estudio de tiempos							
<b>1</b>	<b>DIMENSIÓN 1:</b> Diseño del trabajo	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	
	% de utilización del operario / % de utilización de la maquina  $\%de\ utilizacion\ del\ operario = \frac{Tiempo\ productivo\ del\ operario}{Tiempo\ de\ ciclo\ total} \times 100$  $\%de\ la\ maquina = \frac{Tiempo\ productivo\ de\ la\ maquina}{Tiempo\ de\ ciclo\ total} \times 100$	<b>x</b>		<b>x</b>		<b>x</b>		
<b>2</b>	<b>DIMENSION 2:</b> Medición del trabajo	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	
	Tiempo estándar  $Tiempo\ estandar = TN * 1 - S$	<b>x</b>		<b>x</b>		<b>x</b>		

## Variable Dependiente: Productividad

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b> Productividad							
1	<b>DIMENSIÓN 1:</b> Eficiencia	Si	No	Si	No	Si	No	
	Nivel de eficiencia  $E = \frac{\text{Recursos obtenidos}}{\text{Horas de trabajo}}$	x		x		x		
2	<b>DIMENSION 2:</b> Eficacia	Si	No	Si	No	Si	No	
	Nivel de eficacia  $E = \frac{\text{Recursos alcanzados}}{\text{Recursos previstos}} \times 100$	x		x		x		

**Observaciones (precisar si hay suficiencia):** \_\_\_\_\_

**Opinión de aplicabilidad:**      **Aplicable [ x ]**      **Aplicable después de corregir [ ]**      **No aplicable [ ]**

**Apellidos y nombres del juez validador.** Dr. / Mg: Mg. Quezada Nizama Manuel Carmelo .....      **DNI...**10350660.....  
**Especialidad del validador.....**Ing. Industrial

- <sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo  
<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Lima...03....de...junio .....del 2024



-----  
**Firma del experto informante**

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:**

“APLICACIÓN DEL ESTUDIO DE TIEMPOS Y SU RELACIÓN CON LA PRODUCTIVIDAD DEL PERSONAL OPERATIVO EN UNA EMPRESA DEL RUBRO METALMECÁNICO”

**Variable Independiente: Estudios de Tiempos**

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b> Estudio de tiempos							
1	<b>DIMENSIÓN 1:</b> Diseño del trabajo	Si	No	Si	No	Si	No	
	% de utilización del operario / % de utilización de la maquina  $\%de\ utilizacion\ del\ operario = \frac{Tiempo\ productivo\ del\ operario}{Tiempo\ de\ ciclo\ total} \times 100$  $\%de\ la\ maquina = \frac{Tiempo\ productivo\ de\ la\ maquina}{Tiempo\ de\ ciclo\ total} \times 100$	x		x		x		
2	<b>DIMENSION 2:</b> Medición del trabajo	Si	No	Si	No	Si	No	
	Tiempo estándar  $Tiempo\ estandar = TN * 1 - S$	x		x		x		

## Variable Dependiente: Productividad

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b> Productividad							
1	<b>DIMENSIÓN 1:</b> Eficiencia	Si	No	Si	No	Si	No	
	Nivel de eficiencia  $E = \frac{\text{Recursos obtenidos}}{\text{Horas de trabajo}}$	x		x		x		
2	<b>DIMENSION 2:</b> Eficacia	Si	No	Si	No	Si	No	
	Nivel de eficacia  $E = \frac{\text{Recursos alcanzados}}{\text{Recursos previstos}} \times 100$	x		x		x		

**Observaciones (precisar si hay suficiencia):** \_\_\_\_\_

**Opinión de aplicabilidad:**      **Aplicable [ x ]**      **Aplicable después de corregir [ ]**      **No aplicable [ ]**

**Apellidos y nombres del juez validador.** Dr. / Mg: Mg. Castellanos Silva Marcial Oswaldo .....      **DNI...**42773815.....  
**Especialidad del validador.....**Ing. Industrial

<sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo  
<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Lima...03....de...junio.....del 2024



-----  
 Firma del Experto Informante

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:**

“APLICACIÓN DEL ESTUDIO DE TIEMPOS Y SU RELACIÓN CON LA PRODUCTIVIDAD DEL PERSONAL OPERATIVO EN UNA EMPRESA DEL RUBRO METALMECÁNICO”

**Variable Independiente: Estudios de Tiempos**

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b> Estudio de tiempos							
1	<b>DIMENSIÓN 1:</b> Diseño del trabajo	Si	No	Si	No	Si	No	
	% de utilización del operario / % de utilización de la maquina  $\%de\ utilizacion\ del\ operario = \frac{Tiempo\ productivo\ del\ operario}{Tiempo\ de\ ciclo\ total} \times 100$  $\%de\ la\ maquina = \frac{Tiempo\ productivo\ de\ la\ maquina}{Tiempo\ de\ ciclo\ total} \times 100$	x		x		x		
2	<b>DIMENSION 2:</b> Medición del trabajo	Si	No	Si	No	Si	No	
	Tiempo estándar  $Tiempo\ estandar = TN * 1 - S$	x		x		x		

## Variable Dependiente: Productividad

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b> Productividad							
1	<b>DIMENSIÓN 1:</b> Eficiencia	Si	No	Si	No	Si	No	
	Nivel de eficiencia  $E = \frac{\text{Recursos obtenidos}}{\text{Horas de trabajo}}$	x		x		x		
2	<b>DIMENSION 2:</b> Eficacia	Si	No	Si	No	Si	No	
	Nivel de eficacia  $E = \frac{\text{Recursos alcanzados}}{\text{Recursos previstos}} \times 100$	x		x		x		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad:      **Aplicable** [ x ]      **Aplicable después de corregir** [ ]      **No aplicable** [ ]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. / Mg: **Dr. Julio Robert Contreras Rivera** .....      **DNI... 09961475**.....

Especialidad del validador.....**Ing. Industrial** .....

<sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Lima...03....de...junio.....del 2024

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



-----  
Firma del Experto Informante