

UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN



FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL, SISTEMAS E INFORMÁTICA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TESIS

ESTUDIO DEL TRABAJO Y LA PRODUCTIVIDAD EN REPARACIÓN POR
SOLDADURA DE MOLINOS DE BOLAS EN LIMA, 2021

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR:
CUSQUISIBÁN ZORRILLA, ANTONY BRYAN

ASESOR:
ING. ALDO FELIPE LAOS BERNAL
REGISTRO CIP 20459

HUACHO – PERÚ
2022



ING. ALEJANDRO HIJAR TENA
PRESIDENTE



ING. ALDO MANUEL CANALES CHANGANQUI
SECRETARIO



ING. ROBERT MARTINEZ CHAFALOTE
VOCAL



ING. ALDO FELIPE LAOS BERNAL
ASESOR

CONTENIDO

DEDICATORIA	IX
AGRADECIMIENTO	X
RESUMEN	XI
ABSTRACT	XII
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	3
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	6
1.2.1 Problema general	6
1.2.2 Problemas específicos	6
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	7
1.3.1 Objetivo general	7
1.3.2 Objetivos específicos	7
1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	8
1.5 DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO	8
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	9
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	9
2.1.1 Investigaciones internacionales	9
2.1.2 Investigaciones nacionales	11
2.2 BASES TEÓRICAS	16
2.2.1 Estudio del trabajo	16
2.2.2 Técnicas del estudio del trabajo	16
2.2.3 Estudio de métodos	17
2.2.4 Herramientas del estudio de métodos	17
2.2.5 Procedimientos para el estudio de métodos	21
2.2.6 Medición del trabajo	22
2.2.7 Herramientas para la medición del trabajo	22
2.2.8 Procedimiento para la medición del trabajo	23
2.2.9 Importancia de la medición del trabajo	24
2.2.10 Productividad	25
2.2.11 Medición de la productividad	25
2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	26
2.3.1 Trabajador calificado	26

2.3.2	Tarea definida	26
2.3.3	Ritmo normal de trabajo	26
2.3.4	Suplemento de tiempo	26
2.3.5	Tiempo observado	26
2.3.6	Tiempo normal	26
2.3.7	Tiempo estándar	26
2.3.8	Soldadura de reparación	27
2.3.9	Mano de Obra	27
2.3.10	Capital	27
2.3.11	Materiales	27
2.3.12	Servicios	27
2.4	HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	28
2.4.1	Hipótesis general	28
2.4.2	Hipótesis específicas	28
2.5	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	29
CAPITULO III: METODOLOGÍA		30
3.1	DISEÑO METODOLÓGICO	30
3.1.1	Tipo de investigación	30
3.1.2	Nivel de Investigación	30
3.1.3	Diseño de investigación	30
3.1.4	Enfoque	31
3.2	POBLACIÓN Y MUESTRA	31
3.2.1	Población	31
3.2.2	Muestra	31
3.3	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	31
3.3.1	Técnica a emplear	31
3.3.2	Descripción de los Instrumentos	32
3.4	TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	33
3.5	MATRIZ DE CONSISTENCIA	34
CAPITULO IV: RESULTADOS		35
4.1	ANÁLISIS DE RESULTADOS	35
4.1.1	Análisis Descriptivo	35
4.2	CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS	44
4.2.1	Prueba de normalidad	45
4.2.2	Prueba de Igualdad de varianza	48
4.2.3	Contrastación de hipótesis General	50

4.2.4	Contrastación de hipótesis Especifica 01	51
4.2.5	Contrastación de hipótesis especifica 02	52
4.2.6	Contrastación de hipótesis especifica 03	53
4.2.7	Contrastación de hipótesis especifica 04	54
CAPITULO V: DISCUSIÓN		56
5.1	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	56
CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		60
6.1	CONCLUSIONES	60
6.2	RECOMENDACIONES	62
CAPITULO VII: REFERENCIAS		63
7.1	FUENTES BIBLIOGRÁFICAS	63
7.2	FUENTES ELECTRÓNICAS	64
CAPITULO VIII: ANEXOS		66

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Porcentaje de Ingresos segun servicios por año de Soltek Industria y Comercio	4
Figura 2 Esquema de las técnicas del estudio del trabajo	16
Figura 3 Productividad de factores antes del estudio del trabajo	35
Figura 4 Productividad total antes del estudio del trabajo	36
Figura 5 Productividad de factores después del estudio del trabajo	37
Figura 6 Productividad total después del estudio del trabajo	38
Figura 7 Comparación de productividad total	39
Figura 8 Comparación de productividad de mano de obra	40
Figura 9 Comparación de productividad de capital	41
Figura 10 Comparación de productividad de material	42
Figura 11 Comparación de productividad de servicio	43

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Herramientas del estudio de métodos	19
Tabla 2	Actividades y símbolos principales en un proceso	20
Tabla 3	Procedimiento básico para el estudio de métodos	21
Tabla 4	Procedimiento básico para la medición del trabajo	23
Tabla 5	Operacionalización de variables e indicadores	29
Tabla 6	Matriz de consistencia	34
Tabla 7	Cuadro para selección de prueba estadística	44
Tabla 8	Prueba de normalidad de productividad total	45
Tabla 9	Prueba de Normalidad para la productividad de mano de obra	46
Tabla 10	Prueba de Normalidad para la productividad de Capital	46
Tabla 11	Prueba de normalidad para la productividad de materiales	47
Tabla 12	Prueba de normalidad para la productividad de servicios	47
Tabla 13	Prueba de Igualdad de Varianza con el Test de Levene	49
Tabla 14	Prueba T-Student para productividad total	50
Tabla 15	Prueba T-Student para productividad de mano de obra	51
Tabla 16	Prueba T-Student para productividad de capital	52
Tabla 17	Prueba T-Student para productividad de materiales	54
Tabla 18	Prueba T-Student para productividad de servicios	55

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 DOP - Reparación por soldadura antes del EDT	66
Anexo 2 DAP – Reparación de molino de bolas antes del EDT	67
Anexo 3 DAP – Habilitado, transporte y colocación placa nueva de bolas antes del EDT	68
Anexo 4 DAP – Reparación de molino de bolas antes del EDT	69
Anexo 5 Diagrama de Actividades Múltiples reparación por soldadura antes del EDT	70
Anexo 6 Diagrama de Actividades Múltiples proceso de soldadura antes del EDT	71
Anexo 7 Medición del trabajo reparación de Molino antes del EDT	72
Anexo 8 Medición del trabajo Preparación de placa de Molino antes del EDT	75
Anexo 9 Análisis Crítico del Proceso de Corte de Placa de Molino	77
Anexo 10 Análisis Crítico del Proceso de Biselado de Placa de Molino	78
Anexo 11 Análisis Crítico del Proceso de Posicionamiento de Placa de Molino	79
Anexo 12 Análisis Crítico del Proceso de Soldeo de Placa de Molino	80
Anexo 13 Análisis Crítico del Proceso de Martilleo de Placa de Molino	81
Anexo 14 Análisis Crítico del Proceso de Habilitado de Placa nueva de Molino	82
Anexo 15 Análisis Crítico del Proceso de Desbaste de Placa nueva de Molino	83
Anexo 16 DOP de reparación por soldadura después del EDT	84
Anexo 17 DAP – Reparación de molino de bolas después del EDT	85
Anexo 18 DAP – Habilitado, transporte y colocación placa nueva de bolas después del EDT	86
Anexo 19 DAP – Reparación de molino de bolas después del EDT	87
Anexo 20 Diagrama de Actividades Múltiples reparación por soldadura después del EDT	88
Anexo 21 Diagrama de Actividades Múltiples proceso de soldadura después del EDT	89
Anexo 22 Medición del trabajo reparación de Molino después del EDT	90
Anexo 23 Medición del trabajo Preparación de placa de Molino después del EDT	93
Anexo 24 Cuadro de Costos de Factores y registro de ingresos antes del EDT	94
Anexo 25 Cuadro de Costos de Factores y registro de ingresos después del EDT	95
Anexo 26 Cuadro de Productividad Total y de factores antes del EDT	96
Anexo 27 Cuadro de Productividad Total y de factores después del EDT	97

DEDICATORIA

A mis padres, Germán Cusquisibán y Julia Zorrilla.

Antony Cusquisibán Zorrilla

AGRADECIMIENTO

A la Escuela de Ingeniería Industrial, de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, por brindarme los conocimientos y exigirme para lograr el éxito como profesional y como persona.

Al Ing. Aldo Felipe Laos Bernal, por la guía constante para la culminación exitosa de esta tesis.

Al ingeniero Willver García; gerente general de Soltek Industria y Comercio SAC, por las enseñanzas, su constante apoyo y motivación para el desarrollo del presente trabajo.

A mi compañera de vida; Arely, por su apoyo incondicional y siempre pendiente del avance de este trabajo.

Antony Cusquisibán Zorrilla

RESUMEN

En esta investigación tiene como **objetivo:** Determinar de qué manera el estudio del trabajo incrementa la productividad en las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas realizados por Soltek Industria y Comercio SAC en el año 2021, el tipo de estudio es cuantitativo, con diseño pre experimental. **Población y muestra:** Las operaciones fueron tomadas por muestreo intencional, fueron servicios realizados en el año 2021 en molinos de bolas de preparación de esmalte. **La metodología:** se aplicó fue calcular la productividad antes de la aplicación del estudio del trabajo y comparar las medias con la productividad encontrada luego de la aplicación del estudio del trabajo. A los valores de productividad encontrados se le aplicó la prueba T de Student para muestras no relacionadas o independientes. **Conclusiones:** Se encontró diferencias significativas entre los puntajes del pre test y del post test con un nivel de confianza del 95%. Y los resultados determinaron cómo es que el estudio del trabajo afecta la productividad en las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas realizadas por Soltek Industria y Comercio SAC en el año 2021.

Palabras Clave: *Estudio del trabajo, productividad, pre experimental, T de Student.*

ABSTRACT

The objective of this research is to: Determine how the study of work increases productivity in welding repair operations of ball mills carried out by Soltek Industria y Comercio SAC in the year 2021, the type of study is quantitative, with design pre-experiment. **Population and sample:** The operations were taken by intentional sampling, they were services carried out in the year 2021 in enamel preparation ball mills. **The methodology:** it was applied was to calculate the productivity before the application of the work study and compare the means with the productivity found after the application of the work study. The Student's t-test was applied to the productivity values found for unrelated or independent samples. **Conclusions:** Significant differences were found between the pre-test and post-test scores with a confidence level of 95%. And the results determined how the work study affects productivity in ball mill welding repair operations carried out by Soltek Industria y Comercio SAC in the year 2021.

Keywords: *Work study, productivity, pre-experimental, Student's T.*

INTRODUCCIÓN

La productividad es un factor importante y determinante, para el crecimiento de la economía de los países a nivel mundial, porque permite mejorar la cantidad de producción por recursos empleados, lo que provoca un incremento en los niveles de ingresos, la rentabilidad de los proyectos y esto conlleva a su vez la continuidad en las inversiones y el incremento del empleo.

En el Perú en los últimos años, los factores que mayor contribución dieron a la productividad fueron el factor de trabajo y el factor de capital, el factor trabajo se relaciona a la afirmación que un trabajador con más productividad, producirá mayor cantidad de unidades de un producto.

El estudio del trabajo nace como consecuencia de la necesidad de mejorar los procesos para incrementar la productividad en la industria, ya que un proceso que no tiene un análisis crítico no puede ser mejorado. Es por eso que este trabajo se centra en la pregunta: ¿De qué manera el Estudio del Trabajo afecta la Productividad de las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas realizado por Soltek Industria y Comercio en Lima en el año 2021? Y se plantea la hipótesis que el Estudio del trabajo incrementa la productividad en las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas realizados por Soltek Industria y Comercio SAC en el año 2021. Siendo el objetivo principal Determinar de qué manera el estudio del trabajo incrementa la productividad en las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas realizados por Soltek Industria y Comercio SAC en el año 2021.

Para llegar al objetivo de estudio planteado se han desarrollado y presentado los siguientes capítulos. En el capítulo 1: Planteamiento del problema, se presenta la problemática a ser estudiada, así como los objetivos, justificación y sus limitaciones. En el capítulo 2: Marco teórico, se presentan los antecedentes encontrados a nivel internacional y nacional, así como las

teorías y términos que se emplearán para el desarrollo del estudio del trabajo. En el capítulo 3: Metodología, se describe el tipo de estudio y procedimientos que se emplearán, las herramientas, estadísticos y software que se utilizarán para lograr dar respuesta a la pregunta central de investigación. En el capítulo 4: Resultados, se exponen los resultados encontrados tanto en análisis descriptivo como en las pruebas de hipótesis. En el capítulo 5: Discusiones, se exponen los resultados obtenidos después de realizar la aplicación del estudio del trabajo a las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas realizados por Soltek Industria y Comercio SAC en el año 2021. Por último, el capítulo 6: Conclusiones y recomendaciones se presentan las conclusiones y recomendaciones basadas en los resultados y las discusiones mencionadas.

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la Realidad Problemática

La productividad en la empresa se define como la relación que hay entre los bienes y servicios producidos con los recursos empleados para obtenerlos. Permite conocer si la utilización de los recursos para la producción de bienes y servicios es óptima. La importancia de la productividad se relaciona con el grado de competitividad de la empresa; porque si la productividad de la empresa mejora en comparación con otras empresas tendrá mayores oportunidades de vender sus servicios, debido que en el mercado actual los clientes se dirigen hacia los proveedores cuyos costos son menores. Así también la productividad se relaciona con las ganancias de la empresa, porque un incremento en la productividad significará mayores ingresos y menores costos de producción; mediante la óptima utilización de los recursos, por lo cual el margen de ganancia incrementa. Esto a su vez conlleva a un mejoramiento del nivel de vida de los trabajadores porque permite incrementar las remuneraciones de los trabajadores que contribuyen al incremento de la productividad.

Uno de los métodos para lograr el incremento de la productividad es a través del estudio del trabajo, que es un análisis paso a paso de los procedimientos utilizados para la realización de actividades con el objeto de optimizar la utilización eficaz de los recursos y de establecer normas de rendimiento respecto a las actividades que se realizan. Tiene como finalidad optimizar los procesos, mejorar la disposición del lugar de trabajo, economizar el esfuerzo humano para disminuir la fatiga, mejorar la utilización de la mano de obra, máquinas y materiales.

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la empresa Soltek Industria y Comercio SAC; ubicado en la ciudad de Lima, una empresa del sector metalmecánico, dedicado a brindar servicios de mantenimiento industrial, ejecución de proyectos y reparaciones. siendo una de sus principales operaciones la reparación por soldadura de equipos industriales y piezas mecánicas. las reparaciones que representan mayores ingresos son las de molinos de bolas del sector Cerámico como se muestra en la figura 1, por lo cual esta investigación se centra en dichas reparaciones. Estas reparaciones se realizan en las plantas de Cerámica San Lorenzo SAC y Cerámica Lima SA.

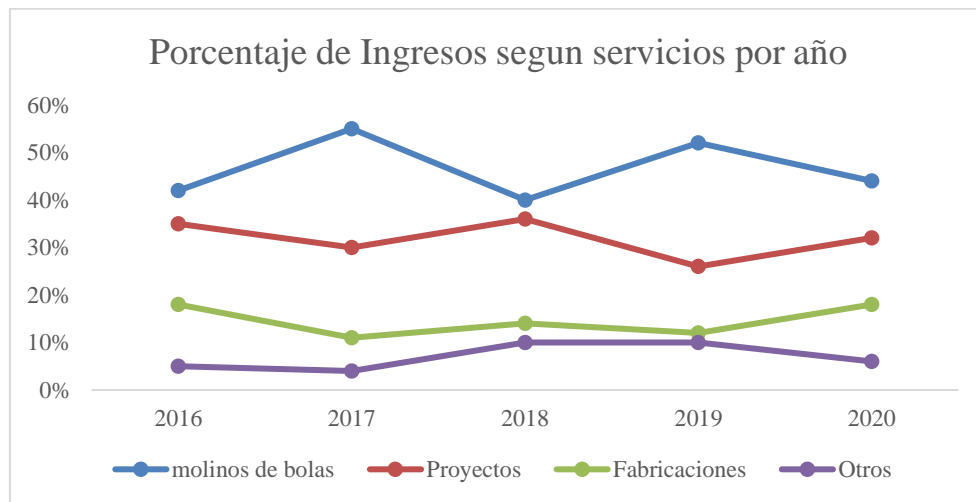


Figura 1 Porcentaje de Ingresos segun servicios por año de Soltek Industria y Comercio

La empresa desarrolla las operaciones de reparación por soldadura con mucho éxito, pero, presenta el siguiente problema:

En los servicios de reparación por soldadura de molinos de bolas se emplean más recursos de los que se planifican. Esto porque no se tiene definido un parámetro, no se conoce la productividad de mano de obra, de capital, de materiales y de servicios empleados para la realización de las reparaciones.

Las causas identificadas del problema son:

- A. No se cuenta con un método de trabajo estandarizado para el desarrollo de las reparaciones por soldadura de molinos de bolas, que permita conocer el contenido del trabajo, los costos y rendimientos de los materiales y equipos empleados.
- B. No se cuenta con una medición del trabajo que establezca el tiempo de trabajo estándar y la distribución del tiempo en el desarrollo de la reparación por soldadura de molinos de bolas.

Considerando el problema y las causas identificadas, así como la importancia de la productividad en la industria. Se plantea una investigación pre experimental donde se aplica el estudio del trabajo a través del estudio de métodos y medición del trabajo, para definir su efecto en la productividad de las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas.

1.2 Formulación del Problema

1.2.1 Problema general

1. ¿De qué manera el Estudio del Trabajo afecta la Productividad de las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas realizado por Soltek Industria y Comercio en Lima en el año 2021?

1.2.2 Problemas específicos

1. ¿De qué manera el Estudio del Trabajo afecta la Productividad de Mano de Obra en las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas realizado por Soltek Industria y Comercio en Lima en el año 2021?
2. ¿De qué manera el Estudio del Trabajo afecta la Productividad de Capital en las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas realizado por Soltek Industria y Comercio en Lima en el año 2021?
3. ¿De qué manera el Estudio del Trabajo afecta la Productividad de Materiales en las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas realizado por Soltek Industria y Comercio en Lima en el año 2021?
4. ¿De qué manera el Estudio del Trabajo afecta la Productividad de Servicios en las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas realizado por Soltek Industria y Comercio en Lima en el año 2021?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo general

1. Determinar de qué manera el Estudio del Trabajo afecta la Productividad de las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas realizado por Soltek Industria y Comercio en Lima en el año 2021.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Determinar de qué manera el Estudio del Trabajo afecta la Productividad de Mano de Obra en las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas realizado por Soltek Industria y Comercio en Lima en el año 2021.
2. Determinar de qué manera el Estudio del Trabajo afecta la Productividad de Capital en las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas realizado por Soltek Industria y Comercio en Lima en el año 2021.
3. Determinar de qué manera el Estudio del Trabajo afecta la Productividad de Materiales en las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas realizado por Soltek Industria y Comercio en Lima en el año 2021.
4. Determinar de qué manera el Estudio del Trabajo afecta la Productividad de Servicios en las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas realizado por Soltek Industria y Comercio en Lima en el año 2021.

1.4 Justificación de la Investigación

El presente trabajo de investigación tiene los siguientes criterios de justificación:

Teórica: el resultado de la investigación permitirá conocer y profundizar en los pasos para la aplicación del estudio del trabajo y su efecto sobre la productividad en una empresa de servicios industriales en el sector metalmecánico, abre el camino para el desarrollo de nuevos métodos en el proceso de reparación por soldadura de molinos de bolas. Sirve de referencia para realizar nuevas investigaciones sobre las variables mencionadas aplicadas al sector de servicios, brindando lineamientos para análisis similares.

Practica: esta investigación permite a la empresa establecer un método de trabajo estándar aplicando el estudio de métodos, establecer un tiempo estándar para la realización de las actividades de reparación por soldadura mediante la medición del trabajo. se pone en práctica las herramientas de la ingeniería industrial, para conocer la productividad de los recursos (humano, capital, materiales y servicios) empleados para la realización de los servicios en reparación por soldadura de molinos de bolas del sector cerámico.

1.5 Delimitación del estudio

La delimitación espacial para estudio comprende la ciudad de Lima.

La delimitación temporal para el estudio comprende el primer semestre del año 2021.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la Investigación

2.1.1 Investigaciones internacionales

Se revisaron algunos estudios existentes a nivel internacional sobre el tema y se encontraron los siguientes:

Bonilla (2016), en su tesis Propuesta de mejoramiento del proceso productivo del tónico de la tuna mediante el estudio de métodos y medición del trabajo en la empresa Vita

Tuna del Cantón Guano, presentada en el Instituto de Postgrado y Educación continua de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo en Ecuador, tiene como objetivo principal:

Mejorar el proceso productivo del tónico de la Tuna mediante el estudio de métodos y medición del trabajo en la empresa Vita Tuna para satisfacer la demanda esperada.

Mediante una investigación de tipo explicativa-longitudinal, aplicando diagramas de procesos y registros de tiempos mediante la técnica del cronometraje, concluye que:

- La medición del trabajo y la aplicación de las etapas del estudio de métodos permitieron identificar y corregir las actividades que limitaban la producción, con lo cual se diseñó la propuesta de mejora que incrementa la producción en un 23,08%.
- La propuesta de mejora muestra un incremento en la capacidad de producción por hora en un 60,71%. paso de un 21,35 L/h a 34,33 L/h.
- Existe una disminución del tiempo actual de la producción para 100 L de tónico en un 37,82%. paso de 4 horas con 41 minutos y 2,52 segundos a 2 horas 54 minutos y 45,84 segundos.
- Es factible incrementar el valor de utilidad por litro de tónico producido en 58.33%. pasa de 0,36 \$/L a 0.57 \$/L.

Este antecedente, aporta a la literatura sobre el estudio de métodos y tiempos. Se evidencia en el antecedente presentado, cómo la aplicación del estudio de métodos permite mejorar las actividades para incrementar la productividad y disminuir el tiempo de producción, así como nos muestra el beneficio económico que resulta al lograr un aumento de la utilidad por litro de producción en el proceso de elaboración de tónico de tuna. Generando esto una iniciativa para realizar la investigación propuesta.

Fonseca (2015), en su tesis Optimización de los procesos productivos en la fabricación de puertas de madera, en Muebles Fonseca, presentada en la Universidad Nacional de Chimborazo, tiene como objetivo general: Optimizar los procesos productivos en la fabricación de puertas de madera mediante la Ingeniería de Métodos, para mejorar la productividad, en la microempresa “Muebles Fonseca” de la ciudad de Riobamba.

Mediante un estudio de alcance descriptivo, empleando fichas de observación, diagramas de procesos y toma de tiempos, concluye que:

- La falta de procedimientos de trabajo en la empresa, produce reprocesos y tareas innecesarias en el 25% del proceso de fabricación de la puerta de madera.
- No contar con tiempo estándar en el proceso de fabricación de puerta produce una mala planificación y retrasos en la entrega. Con el estudio de tiempos se logró reducir en un 22% en los tiempos de fabricación de las puertas de madera.

Este antecedente, aporta mediante su estudio descriptivo pruebas sobre los efectos negativos de la falta de procedimientos, como son desperdicios de recursos al existir reprocesos en la fabricación. Cómo a través de la medición del trabajo se logra reducir el tiempo de fabricación.

Alzate y Sánchez (2013), en su tesis Estudio de métodos y tiempos de la línea de producción de calzado tipo clásico de dama en la empresa de calzado Caprichosa para definir un nuevo método de producción y determinar el tiempo estándar de fabricación, presentada en la Universidad Tecnológica de Pereira en Colombia, tiene como principal objetivo: Definir un nuevo método de producción más práctico, económico y eficaz y su estándar de tiempo para la línea de producción del calzado tipo clásico de dama.

Mediante una investigación descriptiva, aplicado en el taller de producción, en las áreas de partes menores, corte, capellada, soladura y empaque, concluye que:

- Con el nuevo método de fabricación se eleva la eficiencia de la planta a un 87%, se disminuye el tiempo de línea a 46 minutos.
- Con el nuevo método de fabricación existe una disminución en los costos laborales e incremento en la productividad.

Este antecedente, presenta una metodología para determinar el desarrollo de un nuevo método de trabajo, muestra como aplicando el estudio de métodos y tiempos se puede lograr resultados favorables para reducir las tareas, mejorar los tiempos de fabricación y reducir los costos al emplear de manera eficiente los recursos, logrando una mejora en la productividad.

2.1.2 Investigaciones nacionales

De los estudios revisados a nivel nacional sobre el tema a tratar se encontraron los siguientes:

Quinto (2019), en su tesis 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, presentada en la Unidad de postgrado de la Facultad de ingeniería industrial y de Sistemas de la Universidad Nacional del Callao, tiene como objetivo principal Determinar de qué manera la aplicación

del estudio de tiempos se relación con la productividad del personal operativo en el área de reparación en una empresa metalmecánica dedicada al servicio de mantenimiento de maquinaria pesada.

Mediante un estudio con enfoque cuantitativo, de tipo correlacional, aplicando hojas de estudio de tiempos a 20 trabajadores del área de reparación, concluye que:

- La aplicación del estudio de tiempos incrementa positivamente la productividad del personal operativo del área de reparaciones.
- la aplicación del estudio de tiempos incrementa positivamente la eficiencia del personal operativo del área de reparaciones.
- Con la mejora de tiempos se logró reducir el tiempo de trabajo en 661 minutos del total de 3875 minutos. Un incremento de la productividad de un 77%.

Este antecedente, aporta con los resultados obtenidos sobre la correlación positiva entre el estudio del trabajo y la productividad. Sirve como apoyo para profundizar el tema del estudio del trabajo y su relación con la productividad, mediante una investigación con un diseño pre experimental en la empresa Soltek Industria y Comercio.

Bustamante y Rodriguez (2018), en su tesis Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad de la empresa Kuri Néctar SAC 2017, presentada en la Universidad Señor de Sipán, tiene como objetivo principal: Realizar un estudio de tiempos y movimientos en la línea de néctar de maracuyá y granadilla para mejorar la productividad de la empresa Kuri Néctar SAC.

Mediante un estudio con enfoque cuantitativo, de diseño no experimental con alcance descriptivo, aplicando observación directa y análisis documentario a las operaciones de producción de bebidas de granadilla y maracuyá, concluye que:

- Después de la aplicación del estudio de tiempos y movimientos, se determinó un nuevo tiempo estándar de 230,41 minutos a comparación del tiempo anterior de 279,16 minutos, logrando una reducción de 48.74 minutos.
- Con el nuevo tiempo estándar se obtuvo una producción de 1762 cajas/día, logrando un incremento de 401 cajas/día.
- Con la aplicación del estudio de tiempos y movimientos se obtuvo un incremento en la productividad de 12 cajas/operario por día.

Este antecedente aporta a la investigación brindando las bases para comprobar mediante la aplicación del estudio de tiempos, la importancia de contar con un tiempo estándar que permite tener un proceso con parámetros controlados, reducir los tiempos improductivos y así lograr incrementar la productividad. Además, la metodología para llevar a cabo el estudio de tiempos sirve de guía para el presente estudio.

Giraldo (2017), en su tesis Estudio de tiempos para mejorar la productividad en el proceso de envasado de conservas de la corporación pesquera ICEF SAC, Chimbote 2017, presentada en la Universidad César Vallejo, tiene como objetivo principal: Aplicar el estudio de tiempos para mejorar la productividad en el proceso de envasado de la corporación pesquera ICEF SAC, Chimbote 2017.

Mediante una investigación aplicada de diseño experimental empleando hojas de control de tiempos, encuestas y revisión documentaria de todas las actividades de envasado de conservas, concluye que:

- Se logró reducir los tiempos llevados a cabo por actividad, producto de la propuesta planteada, se logró obtener un tiempo estándar de 21.91 s/envase, con respecto al inicial de 34.24 s/envase. Lo que representa una mejora del 36.02%.

- Se logró aumentar el nivel de productividad, dado por los indicadores de eficacia que mejoró de 40.2% a 77.5%, para la eficiencia se logró incrementar del 44.3%, a 77.2% y por último para la efectividad se obtuvo una mejora que pasó de 42.3% a 77.3%.

Este antecedente, aporta con su procedimiento para la aplicación del estudio de tiempos, también aporta conocimientos de investigaciones nacionales para el presente estudio. Presenta evidencias sobre el incremento de la productividad; a través de las dimensiones consideradas de eficiencia, eficacia y efectividad, mediante la aplicación del estudio de tiempos.

Pozo (2017), en su tesis Aplicación del estudio del trabajo para incrementar la productividad en el proceso de corte y discado para la fabricación de ollas bombeadas de la empresa COPRAM SRL, Lima 2017, presentada en la universidad Cesar Vallejo, tiene como objetivo principal: determinar cómo la aplicación del estudio del trabajo incrementa la productividad en el proceso de corte y discado para la fabricación de ollas bombeadas de la empresa COPRAM SRL.

Mediante una investigación de diseño experimental tipo cuasi experimental, aplicando la ficha de registros de tiempos empleando un cronometro, concluye que:

- Al aplicar el estudio del trabajo se incrementó la productividad en un 35%.
- Al aplicar el estudio del trabajo se incrementó la eficiencia en un 29%.
- Al aplicar el estudio del trabajo se incrementó la eficacia en un 5%.

Este antecedente, sirve al presente estudio con la metodología empleada para aplicar el estudio del trabajo. Es una guía que puede ser adaptada con respecto al estudio de métodos para cualquier tipo de industria. Sirve de base para presentar un estudio que tiene como objetivo determinar un incremento de productividad mediante el estudio del trabajo.

Capristano (2017), en su tesis Aplicación de la ingeniería de métodos en el proceso de soldadura para mejorar la productividad en MQS INSPECTION GROUP SAC

Oquendo, Callao, presentada en la Universidad César Vallejo, tiene como objetivo principal:

Determinar como la aplicación de la ingeniería de métodos mejora la productividad en el proceso de soldadura en MQS INSPECTION GROUP SAC Oquendo - 2017.

Mediante un estudio de enfoque cuantitativo, de tipo aplicado y diseño cuasi experimental donde se aplica juicio de expertos para validación de instrumentos de medición aplicados 30 días antes y 30 días después del nuevo método de trabajo, concluye que:

- La aplicación de la ingeniería de métodos incrementa la productividad en el proceso de soldadura en un 23.08% siendo en el estudio pre prueba 52% y en el post prueba 64%.
- La aplicación de la ingeniería de métodos incrementa la eficiencia en un 8.69% dado que en el estudio pre prueba fue de 69% y en el de post prueba 75%.
- La aplicación de la ingeniería de métodos incrementa la eficacia en un 24.64% dado que en el estudio pre prueba fue de 69% y en el de post prueba 86%.

Este antecedente, aporta mediante su diseño de investigación y las evidencias que presenta sobre el incremento de la productividad en el proceso de fabricación por soldadura con la aplicación del estudio del trabajo. Presenta una metodología que se puede replicar en la reparación por soldadura de molinos de bolas.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Estudio del trabajo

El estudio del trabajo es un examen sistemático y crítico de los procedimientos para realizar actividades con el fin de mejorar el empleo eficaz de los recursos y de establecer estándares de rendimiento de las operaciones (OIT, 1998, p. 9).

El estudio del trabajo se define como la combinación de dos técnicas: el estudio de métodos y la medición del trabajo, que, mediante un análisis sistematizado de las operaciones, procesos y el trabajo, se logra señalar a los factores que intervienen e incrementan la producción de recursos, con o sin inversión (Prokopenko, 1989, citado en Capristano, 2017, p. 133).

2.2.2 Técnicas del estudio del trabajo

Para esta investigación se consideran el estudio de métodos y la medición del trabajo como las principales técnicas para el estudio del trabajo.

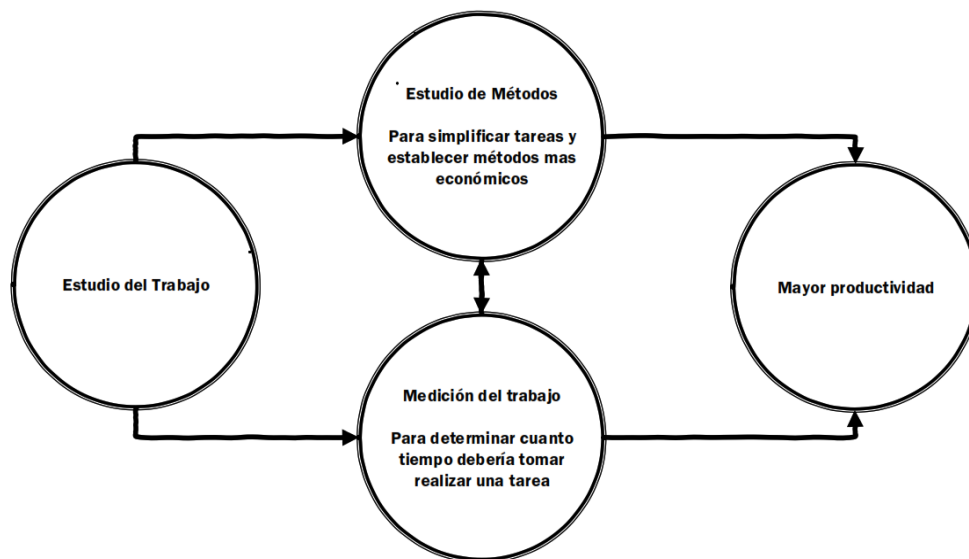


Figura 2 Esquema de las técnicas del estudio del trabajo

2.2.3 Estudio de métodos

El estudio de métodos es el registro y examen crítico y sistematizado de las formas de hacer las actividades, con el objetivo de mejorarlas (OIT, 1998, p. 19).

García (2001) lo define como un método sistemático para la aplicación ordenada del sentido común con la finalidad de identificar y analizar los inconvenientes del trabajo, para desarrollar formas más fáciles y mejores para hacer las cosas e implementar las mejoras resultantes (p. 27).

Podemos considerar entonces que el estudio de métodos es el análisis sistemático de todas las operaciones con el objetivo de simplificar el trabajo, brindar seguridad para el trabajador y obtener un mejor rendimiento económico sin depender de una inversión grande.

2.2.4 Herramientas del estudio de métodos

Entre las herramientas más empleadas del estudio de métodos se encuentran:

A. Diagrama del proceso de operaciones

Es la representación gráfica que presenta tan solo las principales operaciones e inspecciones en una secuencia, sin importar quien lo hace ni donde se hace. solo se emplean dos símbolos en este diagrama: operación e inspección (García, 2005, p.42).

B. Diagrama de análisis del operario

Es la representación gráfica donde se anota lo que la persona realiza en su trabajo. En este diagrama se emplean los símbolos de operación e inspección además de transporte, demora y almacenamiento (García, 2005, p.47).

C. Diagrama de análisis del material

Es la representación gráfica donde se anota como se manipula el material. En este diagrama se emplean los símbolos de operación e inspección además de transporte, demora y almacenamiento.

D. Diagrama de análisis del equipo

Es la representación gráfica donde se presenta cómo se usa el equipo con el que se trabaja. En este diagrama se emplean los símbolos de operación e inspección además de transporte, demora y almacenamiento.

E. Diagrama de proceso bimanual

Es la representación gráfica que muestra las tareas que hace ambas manos en relación de una con la otra. En esta representación se usan las abreviaturas y símbolos de los therblig (García, 2005, p.79).

F. Diagrama de hilos

Es un diagrama donde se presenta un plano a escala en el que se sigue con hilos el trayecto de los trabajadores, de los materiales o equipos el paso a paso de las tareas. Sirve para medir las distancias y establecer los movimientos de los trabajadores (OIT, 1998, p. 111).

G. Diagrama de actividades múltiples

Es un diagrama donde se registran las múltiples actividades de dos o más objetos de estudio, pueden ser operarios, maquinas o equipos según una escala de tiempos común para observar la relación entre ellas (OIT, 1998, p. 122).

H. Diagrama de recorrido

Es un diagrama donde se presenta un esquema de distribución de planta y se muestra la ruta de los movimientos que se señalan en el diagrama de análisis. Se puede hacer de seguimiento para el hombre y también de seguimiento para el material (García, 2005, p.57).

En la tabla 1. Se presentan alguna de las herramientas del estudio de métodos.

Tabla 1
Herramientas del estudio de métodos







Tipo	Herramienta
Sucesión de hechos	Diagrama de proceso de operaciones
	Diagrama de análisis del operario
	Diagrama de análisis del material
	Diagrama de análisis del equipo o maquinaria
Escala de tiempo	Diagrama de proceso bimanual
	Diagrama de actividades múltiples
	Simograma
Movimiento	Diagrama de recorrido
	Diagrama de hilos
	Ciclograma
	Gráfico de trayectoria

Nota. Recuperado y adaptado de OIT (1998, p. 6)

Los diagramas se forman empleando los símbolos, ya que facilitan la comprensión y ayudan a simplificar la representación de las actividades con mayor detalle. Con fines de análisis y como soporte para encontrar y reducir los desperdicios, es ideal clasificar las acciones que se realizan durante un proceso.

En la tabla 2 se describen las actividades y los símbolos empleados para la realización de los diagramas de procesos y análisis.

Tabla 2
Actividades y símbolos principales en un proceso

Actividad	Símbolo	Descripción
Operación		Se da cuando un objeto se modifica en sus características, se crea o agrega algo o se está preparando para otra operación. También cuando se da o recibe información o se planea algo.
Transporte		Se da cuando hay un cambio de posición de un trabajador, material o equipo de un lugar a otro.
Inspección		Se da cuando se realiza la verificación de la calidad y/o la comprobación de la cantidad.
Demora		Se da cuando se para la secuencia de los pasos, con lo que se retarda el siguiente paso del proceso.
Almacenamiento		Se da cuando un objeto o grupo de ellos son retenidos y guardados limitando movimientos o usos no autorizados.
Actividad Combinada		Se da cuando se quiere indicar actividades conjuntas y son ejecutadas al mismo tiempo o por el mismo operario en el mismo punto de trabajo.

Nota. Recuperado y adaptado de García (2001, p. 34)

2.2.5 Procedimientos para el estudio de métodos

En la tabla 3 se presentan los pasos que se siguen para la realización de un estudio de métodos.

Tabla 3

Procedimiento básico para el estudio de métodos

Etapa	Alcance
1. Seleccionar	El trabajo o proceso que se quiere estudiar, considerando que sea de nuevos productos o productos existentes, que califiquen con razones técnicas, o económicas para mejorar.
2. Registrar	Todos los datos resaltantes sobre la tarea o proceso, para lo cual se emplean los diagramas de operaciones y análisis. Una vez se ha recolectado la información se debe almacenar de forma ordenada para su posterior análisis
3. Analizar	Los datos registrados son analizados de manera crítica según el propósito de la operación, las especificaciones requeridas, los materiales y las herramientas, las condiciones de trabajo y el diseño del trabajo.
4. Desarrollar	El mejor procedimiento para cada operación, inspección y transporte considerando las restricciones de cada alternativa, como la productividad, ergonomía, la seguridad y salud en el trabajo.
5. Implementar	Presentar el método propuesto a detalle a las personas responsables de las operaciones. Considerar los detalles del centro de trabajo para garantizar que el nuevo método ofrezca los resultados planeados.
6. Evaluar	Realizar un análisis del trabajo del método nuevo instalado para verificar que los operadores sean seleccionados, entrenados y recompensados adecuadamente.
7. Establecer	Un estándar de tiempo justo y equitativo para el nuevo método instalado.
8. Controlar	En periodos establecidos la aplicación del nuevo método y el tiempo estándar siguiendo los resultados obtenidos y comparándolos con los objetivos.

Nota. Recuperado y adaptado de OIT (1998, p. 84)

2.2.6 Medición del trabajo

La medición del trabajo es una de las técnicas del estudio del trabajo y se define como la aplicación de instrumentos para encontrar el tiempo que utiliza un trabajador calificado en hacer una tarea definida, efectuándola según un estándar preestablecido. (OIT, 1998, p. 251).

También García (2005) indica que la medición del trabajo, es un método de investigación, referido a aplicar diferentes técnicas para determinar el contenido de una tarea definida, fijando el tiempo que tarda un trabajador calificado en llevarla a cabo según un estándar de rendimiento predeterminado (p. 177).

2.2.7 Herramientas para la medición del trabajo

Las principales herramientas para la medición del trabajo son las siguientes:

1. Muestreo de trabajo.

Es una técnica utilizada para indicar, mediante el uso del muestreo estadístico y observaciones al azar, el porcentaje de aparición de una actividad específica (OIT, 1998, p.257). El costo de aplicar el muestreo de trabajo es bajo; su utilidad sirve para explicar cómo se usa el tiempo durante la actividad (Heizer y Render, 2009, p. 420-423).

2. Estimación estructurada

Las técnicas de estimación estructurada tratan de imponer una estructura y un orden sobre el proceso de estimación del tiempo de trabajo según la experiencia para que los resultados obtenidos puedan tratarse con confianza. Las ventajas de la estimación es su bajo costo y adecuada para trabajo con tareas no consecutivas, pueden utilizarse para predecir tiempos de un trabajo que no fue observado. Sin embargo, no es una técnica precisa (Heizer y Render, 2009, p. 413)

3. Estudio de tiempos.

Es una técnica de medición del trabajo que se usa para registrar los tiempos y ritmos de trabajo, que corresponden a los elementos de una tarea establecida, efectuada en ciertas condiciones, y para analizar los datos a fin de identificar cual es el tiempo requerido para realizar la tarea según un estándar de ejecución ya establecido con anterioridad (OIT, 1998, p. 273).

4. Sistema de Datos Predeterminados de Tiempos y Movimientos

Es una técnica de medición del trabajo en que se utilizan tiempos determinados para los movimientos básicos de trabajo; que han sido clasificados según su naturaleza y las condiciones en que se realizan, a fin de definir el tiempo requerido por una tarea efectuada según un estándar de ejecución (OIT, 1998, p. 387).

2.2.8 Procedimiento para la medición del trabajo

el procedimiento de estudio de métodos, que consta de seis pasos se presenta en la tabla 4.

Tabla 4
Procedimiento básico para la medición del trabajo

Etapa	Alcance
1. Definir	El objetivo, los límites y restricciones del estudio a desarrollar y se selecciona la técnica de medición de tiempos que se empleará al trabajo elegido.
2. Registrar	Todos los datos resaltantes sobre las circunstancias en las que se realiza el trabajo, métodos y condiciones en las cuales se desarrolla la tarea objeto de estudio.
3. Examinar	Los datos registrados y el detalle de los elementos con sentido crítico para verificar si se utilizan los métodos y movimientos más eficaces, y eliminar los elementos improductivos.
4. Cuantificar	La cantidad de trabajo de cada elemento, expresándola en tiempo.
5. Compilar	El tiempo estándar de la operación previendo, en caso de estudio de tiempos con cronómetro, suplementos para descansos, etc.
6. Definir	Con exactitud la secuencia de actividades y el método de operación a los que corresponde el tiempo calculado y notificar que ese será el tiempo estándar para los métodos establecidos.

Nota. Recuperado y adaptado de OIT (1998, p. 84)

2.2.9 Importancia de la medición del trabajo

Con la medición del trabajo se establecen los tiempos que sirven como modelo para un trabajo.

Realizar la medición del trabajo se fundamenta en cuatro razones como lo mencionan Chase, Jacobs y Aquilano (2009, p.190):

- A. Programar el trabajo y asignar la capacidad. Todo modelo de programación requiere una estimación de la cantidad de tiempo que se emplea para desempeñar el trabajo que ya está programado.
- B. Ofrecer una base objetiva para motivar a los trabajadores y para medir su desempeño. Las normas establecidas tienen una gran relevancia porque sirven para elaborar programas de incentivos basados en la cantidad de producción.
- C. Presentar cotizaciones para nuevos servicios y evaluar el desempeño de los existentes.
Con el estándar de tiempo establecido se absuelven las preguntas de si se puede hacer un trabajo en cierto tiempo programado y como se puede determinar el desempeño que tienen los trabajadores un momento específico de lo avanzado.
- D. Proporcionar puntos de referencia para las mejoras. Además de poder evaluar el rendimiento de los trabajadores al interior de la empresa se podría evaluar con el rendimiento de otras organizaciones.

2.2.10 Productividad

La productividad es la relación existente de la producción resultante de un sistema de producción o servicios y los recursos utilizados para conseguirlo. Según eso podemos entender a la productividad como el uso eficiente de recursos (trabajo, capital, materiales, servicios) en la producción de bienes y servicios (OIT, 1998, p. 3).

También Koontz y Weihrich (1999), definen a la productividad como la relación: productos – insumos, dentro de un periodo (p. 12).

Además, Heizer y Render (2009) mencionan que la productividad es la relación que existe entre las salidas; que pueden ser bienes o servicios, y una o más entradas; recursos como mano de obra y capital (p. 14).

2.2.11 Medición de la productividad

De la definición de Heizer y Render se tiene que la medición de la productividad se calcula:

$$Productividad = \frac{unidades\ producidas}{insumos\ empleados}$$

Para la medición de la productividad se mencionan los conceptos de:

- A. Productividad de un solo factor. Indica la razón entre un solo recurso; de entrada, y los bienes y servicios producidos; las salidas (Heizer y Render, 2009, p. 15).

La Fórmula para el cálculo de la productividad de un solo factor:

$$Productividad = \frac{salida}{insumo\ empleado}$$

- B. Productividad de múltiples factores. Indica la razón existente entre muchos recursos; las entradas, y los bienes y servicios producidos; las salidas (Heizer y Render, 2009, p. 15).

La Fórmula para el cálculo de la productividad de múltiples factores:

$$Productividad = \frac{salida}{mano\ de\ obra + material + capital + servicios}$$

2.3 Definición de términos básicos

2.3.1 Trabajador calificado

Es aquel trabajador que esta entrenado y tiene la capacidad de cumplir satisfactoriamente cualquiera de las tareas del trabajo, según lo que se requiere (Niebel y Freivalds, 2009).

2.3.2 Tarea definida

Es aquella tarea que se hace según lo indicado en un procedimiento de trabajo.

2.3.3 Ritmo normal de trabajo

Es el ritmo que permite realizar las tareas sin demoras, pero también evita que el trabajador sufra fatiga excesiva, permitiendo una recuperación en un adecuado periodo de descanso (Edreida y Camblong, 2012, p. 377)

2.3.4 Suplemento de tiempo

Es el tiempo extra que se considera en el estudio de tiempos por razones diversas como pueden ser los descansos, las contingencias en el trabajo, entre otros.

2.3.5 Tiempo observado

Es el tiempo medido; por un instrumento como un cronómetro, que toma la ejecución de una tarea.

2.3.6 Tiempo normal

Es el tiempo que tarda un trabajador calificado en culminar una tarea definida a ritmo normal de trabajo.

2.3.7 Tiempo estándar

Es el tiempo total que se emplea para la culminación de una tarea definida ejecutada a ritmo normal de trabajo, y donde se consideran los suplementos de tiempo.

2.3.8 Soldadura de reparación

Es la reparación temporal o permanente que se hacen a los equipos, componentes o piezas de metal que presenta una falla, empleando practicas operativas de soldadura con el fin de continuar la operatividad de los mismos.

2.3.9 Mano de Obra

Es el esfuerzo físico y mental, hecho por el personal involucrado en la realización de la reparación y que se representa mediante el tiempo invertido para realizar las operaciones.

2.3.10 Capital

Es aquel monto de dinero invertido para la obtención de las máquinas, herramientas y demás elementos que se emplean para realizar una reparación.

2.3.11 Materiales

Son los elementos que se emplean para la realización de las reparaciones como por ejemplo planchas de acero y materiales consumibles.

2.3.12 Servicios

Son los trabajos realizados por un contratista para la realización de las reparaciones como por ejemplo el transporte de los materiales y servicios de laboratorio de materiales.

2.4 Hipótesis de Investigación

2.4.1 Hipótesis general

1. El Estudio del Trabajo incrementa la productividad de las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas realizado por Soltek Industria y Comercio en Lima en el año 2021.

2.4.2 Hipótesis específicas

1. Estudio del Trabajo incrementa la Productividad de Mano de Obra en las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas realizado por Soltek Industria y Comercio en Lima en el año 2021.
2. El Estudio del Trabajo incrementa la productividad de Capital en las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas realizado por Soltek Industria y Comercio en Lima en el año 2021.
3. El Estudio del Trabajo incrementa la Productividad de Materiales en las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas realizado por Soltek Industria y Comercio en Lima en el año 2021.
4. El Estudio del Trabajo Incrementa la Productividad de Servicios en las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas realizado por Soltek Industria y Comercio en Lima en el año 2021.

2.5 Operacionalización de las variables

En la tabla 5 se muestra la operacionalización de las dos variables de investigación.

Tabla 5
Operacionalización de variables e indicadores

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
1: Estudio del trabajo	Es el examen sistemático de los métodos para realizar actividades con el fin de mejorar la utilización eficaz de los recursos y de establecer normas de rendimiento con respecto a las actividades que se están realizando (OIT, 1998, p. 9).	Es el examen sistemático de las operaciones realizadas en las reparaciones por soldadura de Soltek Industria y Comercio SAC para lograr un mejor uso de los recursos y establecer normas de rendimiento mediante la aplicación del estudio de métodos y la medición del trabajo	Estudio de métodos	Contenido del Trabajo Materiales Equipos
			Medición del trabajo	Tiempo de trabajo Distribución del tiempo
2: Productividad	Es la relación entre producción e insumos (OIT, 1998, p. 3).	la productividad es la relación que existe entre la producción hecha en un servicio de reparación y los recursos empleados por Soltek Industria y Comercio SAC para la realización de dicho servicio. Se consideran los factores de Mano de obra, capital, materiales y servicios.	Mano de Obra	Productividad de mano de obra
			Capital	Productividad de capital
			Materiales	Productividad de materiales
			Servicios	Productividad de servicios

CAPITULO III: METODOLOGÍA

3.1 Diseño Metodológico

3.1.1 Tipo de investigación

Investigación Aplicada, porque se busca obtener resultados de manera práctica (Hernández, Fernandez y Baptista, 2014).

3.1.2 Nivel de Investigación

Investigación de nivel explicativo, porque se busca establecer las causas de los sucesos (Hernández y Mendoza, 2018, p. 111).

3.1.3 Diseño de investigación

La investigación es de diseño Pre experimental de prueba/posprueba con dos grupos de servicios, ya que a las mediciones de la productividad de cinco operaciones de reparación por soldadura se aplicará una prueba previa, se aplicará el estudio del trabajo y finalmente se realizará una prueba posterior a cinco operaciones de reparación.

Esquema:

$G \quad O_1 \quad X \quad O_2$

G grupo de operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas

X Aplicación del estudio del trabajo

O₁ Medición de la productividad antes de la aplicación del estudio del trabajo.

O₂ Medición de la productividad después de la aplicación del estudio del trabajo

3.1.4 Enfoque

El estudio tiene un enfoque Cuantitativo, porque se utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en mediciones numéricas y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías. (Hernández et al., 2014, p. 4).

3.2 Población y Muestra

3.2.1 Población

La población de estudio está compuesta por diez (10) Operaciones de reparación por soldadura realizados por Soltek Industria y Comercio SAC a los que se registraron las actividades realizadas para la aplicación del estudio de métodos en el año 2021.

3.2.2 Muestra

La población es pequeña y manejable por tanto se considera la población total de las diez (10) Operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas.

3.3 Técnicas de recolección de datos

3.3.1 Técnica a emplear

Para recolectar los datos sobre del estudio de métodos se utilizó la técnica de observación porque se registrará sistemáticamente el proceso de la reparación por soldadura en molinos de bolas realizados por Soltek Industria y Comercio SAC.

Para obtener los datos sobre la medición del trabajo de reparación por soldadura en molinos de bolas se utilizó la técnica de observación mediante el estudio de tiempos con el método continuo; donde se toma el registro completo de todo el periodo de observación. También se hace un diagrama de actividades múltiples; donde se realizan observaciones para determinar el porcentaje de utilización del recurso humano.

La técnica de análisis de fórmulas se empleó para:

1. Determinar el Tiempo estándar:

$$TE = TN \times (1 + \text{Suplemento})$$

Donde:

TE: tiempo estándar

TN: tiempo normal

Donde los suplementos se toman según las recomendaciones de la OIT.

2. Determinar el índice de productividad para un solo factor y para múltiples factores:

$$P_{un\ solo\ factor} = \frac{salida}{insumo\ empleado}$$

$$P_{múltiples\ factores} = \frac{salida}{mano\ de\ obra + material + capital + servicios}$$

El cálculo de la productividad se realizó en términos monetarios, para lo cual se estableció el costo de cada factor.

3.3.2 Descripción de los Instrumentos

Para recolectar los datos necesarios para llevar a cabo este trabajo de investigación, se utilizaron los siguientes instrumentos para registro:

- A. Diagrama de operaciones de procesos.
- B. Diagrama de Análisis de procesos.
- C. Diagrama de actividades múltiples
- D. Formulario de Estudio del tiempo con cronómetro.
- E. El sistema Westinghouse como método de evaluación del desempeño.
- F. Tabla de suplementos recomendadas por la OIT.

G. Tablas de cálculo de productividad de un solo factor y de múltiples factores.

También se emplearon instrumentos electrónicos para la recolección de datos:

A. Cronómetro digital para la precisión de medición del tiempo.

B. Smartphone con cámara para el registro visual.

3.4 Técnicas para el procesamiento de la Información

Primero se realizó la aplicación del pretest de la productividad de cinco operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas, según el método de trabajo actual con los indicadores de mano de obra, capital, materiales y servicios.

Posterior al pretest se realizó la aplicación del estudio del trabajo con las técnicas del estudio de métodos y medición del trabajo con los instrumentos respectivos.

Luego de realizar el estudio del trabajo se aplicó el post test de la productividad de cinco operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas y se analizan los resultados.

Para el procesamiento de la información se utilizaron los siguientes programas informáticos:

A. MS Excel 2016

Para el ordenamiento y registro de los datos obtenidos mediante los instrumentos de recolección de datos.

B. SPSS v25.0.

Donde se realizó el análisis de los resultados, las gráficas estadísticas descriptivas de las medias, así como se empleará la prueba t de Student con muestras no relacionadas para realizar la comparación entre dos medias; la productividad antes y después del Estudio del trabajo.

3.5 Matriz de consistencia

Tabla 6
Matriz de consistencia

Estudio del trabajo y Productividad en reparación por soldadura de Molinos de bolas en Lima 2021					
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES		METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN
1. ¿De qué manera el estudio del trabajo afecta la productividad de las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas realizado por Soltek Industria y Comercio en Lima en el año 2021?	1. Determinar de qué manera la medición del trabajo afecta la productividad en las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas realizado por Soltek Industria y Comercio en Lima en el año 2021	1. El Estudio del Trabajo incrementa la Productividad de las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas realizado por Soltek Industria y Comercio en Lima en el año 2021.	Variable 1: Estudio del trabajo	Variable 2: Productividad	Enfoque: I. Cuantitativa
			D1: Estudio de métodos <i>Indicadores:</i> Contenido del Trabajo Materiales Equipos	D1: Mano de Obra <i>indicador:</i> 1.1 Productividad de mano de obra	Diseño: I. Pre experimental
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICO	HIPÓTESIS ESPECIFICAS	D2: Medición del trabajo <i>Indicadores:</i> Tiempo de trabajo Distribución del tiempo	D2: Capital <i>indicador:</i> 2.1 Productividad de capital	Tipo de investigación: Investigación Aplicada
1. ¿De qué manera el Estudio del Trabajo afecta la Productividad de Mano de Obra en las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas realizado por Soltek Industria y Comercio en Lima en el año 2021?	1. Determinar de qué manera el Estudio del Trabajo afecta la Productividad de Mano de Obra en las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas realizado por Soltek Industria y Comercio en Lima en el año 2021.	1. Estudio del Trabajo incrementa la Productividad de Mano de Obra en las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas realizado por Soltek Industria y Comercio en Lima en el año 2021.		D3: Materiales <i>Indicador:</i> 3.1 Productividad de materiales	Población: 10 Operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas
2. ¿De qué manera el Estudio del Trabajo afecta la Productividad de Capital en las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas realizado por Soltek Industria y Comercio en Lima en el año 2021?	2. Determinar de qué manera el Estudio del Trabajo afecta la Productividad de Capital en las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas realizado por Soltek Industria y Comercio en Lima en el año 2021.	2. El Estudio del Trabajo incrementa la productividad de Capital en las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas realizado por Soltek Industria y Comercio en Lima en el año 2021.		D4: Servicios <i>indicador:</i> 4.1 Productividad de servicios	Muestra: 10 Operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas
3. ¿De qué manera el Estudio del Trabajo afecta la Productividad de Materiales en las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas realizado por Soltek Industria y Comercio en Lima en el año 2021?	3. Determinar de qué manera el Estudio del Trabajo afecta la Productividad de Materiales en las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas realizado por Soltek Industria y Comercio en Lima en el año 2021.	3. El Estudio del Trabajo incrementa la Productividad de Materiales en las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas realizado por Soltek Industria y Comercio en Lima en el año 2021.			Instrumentos: Cronómetro Diagramas de análisis de proceso de proceso Formularios para el estudio de tiempos Smartphone
4. ¿De qué manera el Estudio del Trabajo afecta la Productividad de Servicios en las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas realizado por Soltek Industria y Comercio en Lima en el año 2021?	4. Determinar de qué manera el Estudio del Trabajo afecta la Productividad de Servicios en las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas realizado por Soltek Industria y Comercio en Lima en el año 2021.	4. El Estudio del Trabajo Incrementa la Productividad de Servicios en las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas realizado por Soltek Industria y Comercio en Lima en el año 2021.			Tratamiento estadístico: Estadística descriptiva e inferencial
					Prueba de Hipótesis: Prueba t de Student para muestras no relacionadas

CAPITULO IV: RESULTADOS

4.1 Análisis de resultados

4.1.1 Análisis Descriptivo

4.1.1.1 Productividad antes del estudio del trabajo

Se analizaron los datos obtenidos previo al estudio del trabajo en las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas. En la figura 3 se observa la productividad obtenida de los factores analizados para la productividad Total, que fueron el factor de mano de obra, capital, materiales y de servicios. Se analizaron cinco servicios de reparación de molinos de bolas antes del estudio del trabajo para obtener la productividad de los factores que intervienen.

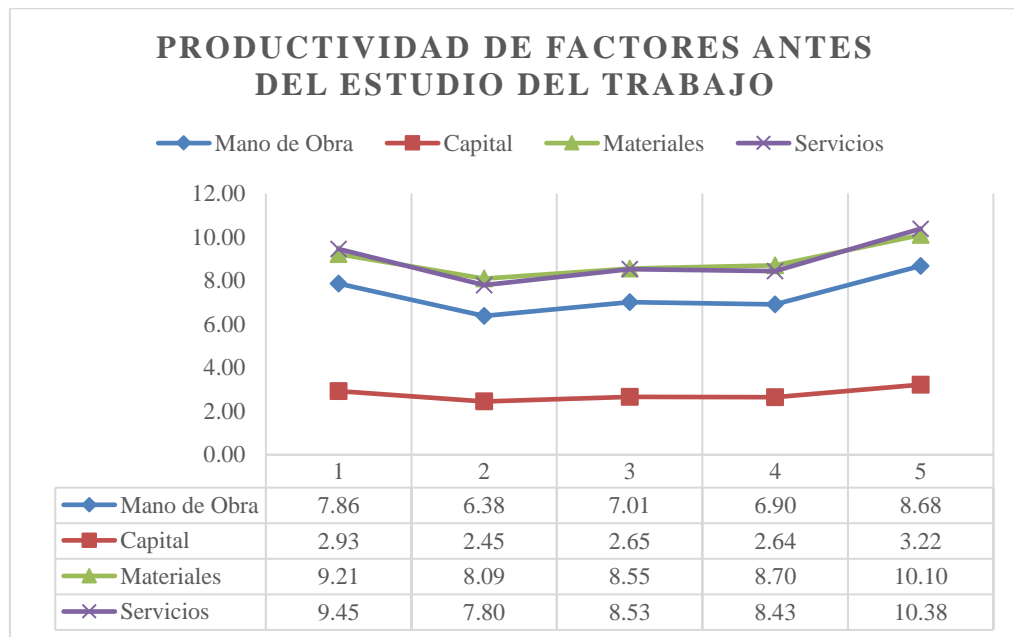


Figura 3 Productividad de factores antes del estudio del trabajo

Se observa en la figura 3 que los valores obtenidos para la productividad de los factores de materiales y servicios son muy cercanos y casi tienen el mismo valor.

Así también en figura 4 se observa los valores obtenidos para la productividad total, donde se consideraron todos los factores para la realización del servicio.

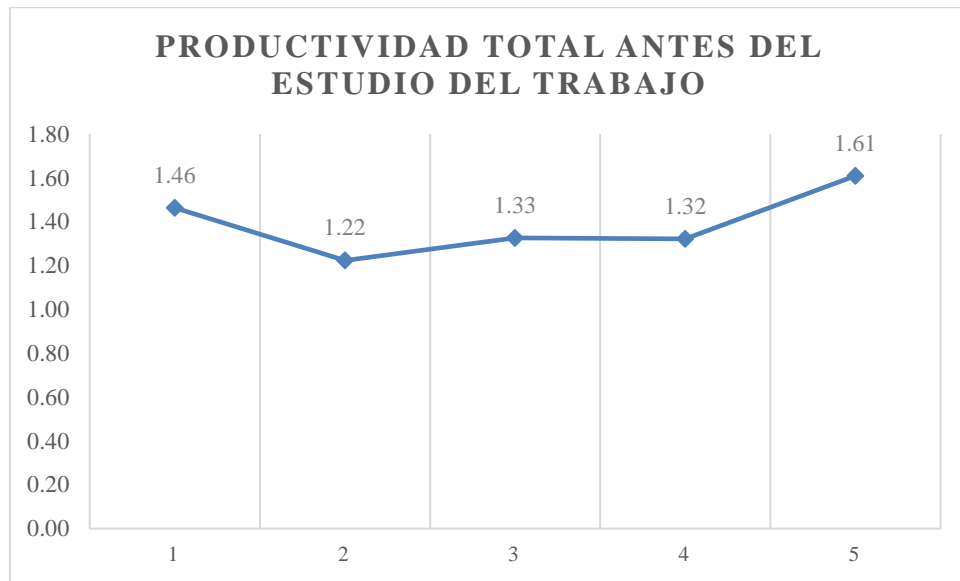


Figura 4 Productividad total antes del estudio del trabajo

Se observa en la figura 4 que la productividad total presentó un valor mínimo de 1.22 en el segundo servicio de reparación por soldadura analizado y un valor máximo de 1.61 para el quinto servicio de reparación por soldadura analizado antes de la aplicación del estudio del trabajo. Todos los valores presentados en la figura 4 tienen la unidad monetaria en soles. Se calculó la productividad en unidades monetarias soles/soles. La interpretación de los valores mostrados en la figura 4 significa, por ejemplo: para el primer servicio: 1,46 nos indica que por cada sol invertido se producen 1.46 soles.

Para el cálculo de la productividad total y de la productividad de los cuatro factores presentados en este trabajo se consideró la unidad monetaria.

4.1.1.2 Productividad después del estudio del trabajo

Posteriormente a la aplicación del estudio del trabajo, donde se analizaron las actividades que se realizan para el desarrollo de los servicios de reparación por soldadura de molinos de bolas se obtuvieron los valores de la productividad de los factores, los cuales se presentan en la figura 5.

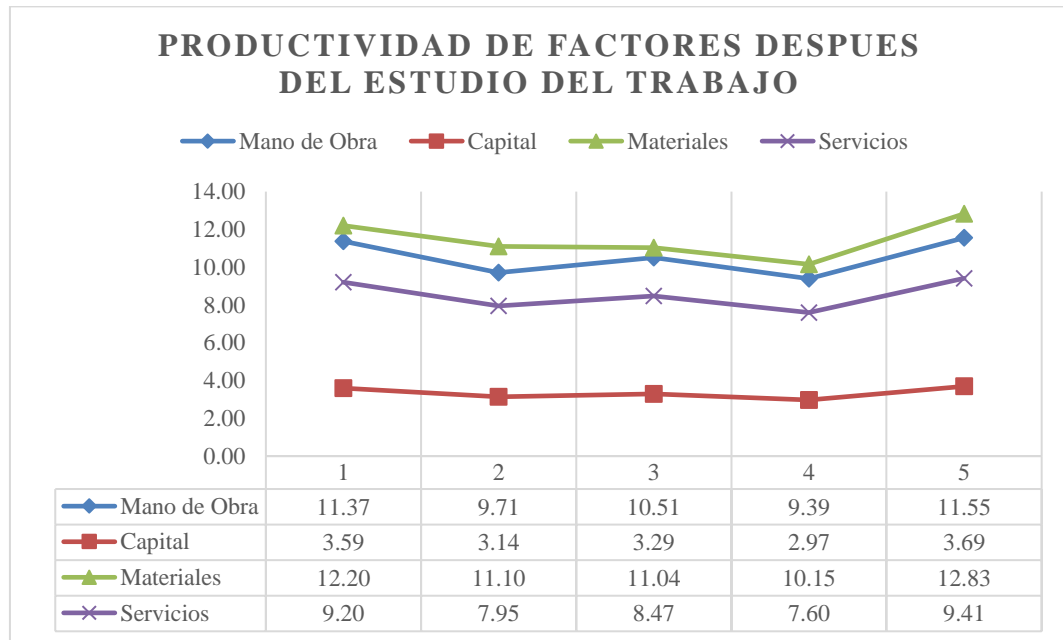


Figura 5 Productividad de factores después del estudio del trabajo

De los resultados obtenidos en la figura 5 se observa que después del estudio del trabajo la productividad de materiales tomó una marcada diferencia respecto a los valores de productividad de servicios, y que la Productividad de mano de obra supera los valores obtenidos de la productividad de servicios.

Asimismo, en la figura 6 se presentan los valores obtenidos de la productividad total después de la aplicación del estudio del trabajo.

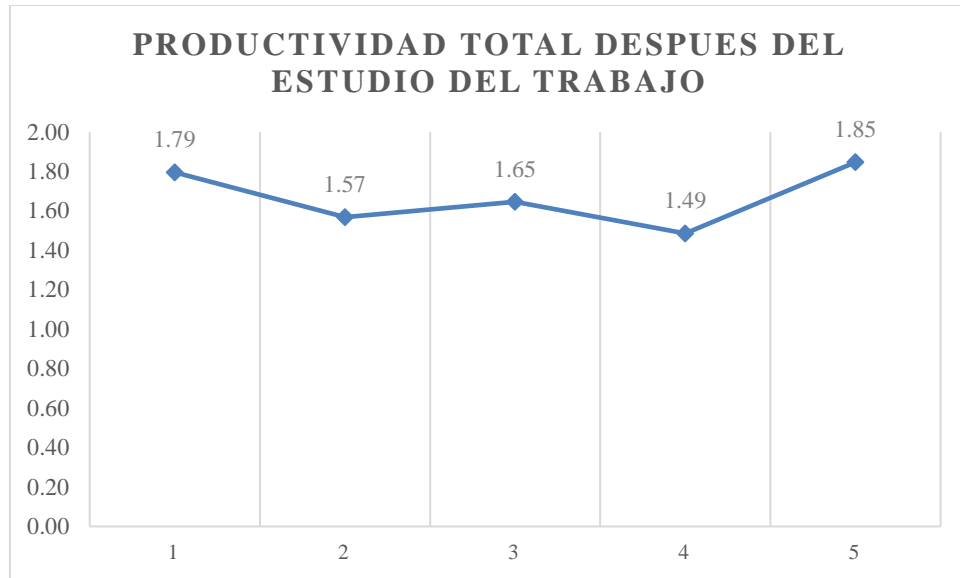


Figura 6 Productividad total después del estudio del trabajo

Se observa en la figura 6 que la productividad total presenta un valor mínimo de 1.49 en el cuarto servicio de reparación por soldadura analizado y un valor máximo de 1.85 para el quinto servicio de reparación por soldadura analizado después de la aplicación del estudio del trabajo. Sus valores se interpretan de la siguiente manera: por ejemplo, para el primer servicio donde se aplicó el estudio del trabajo el número 1.79 significa: que por cada sol invertido en el servicio se obtiene 1.79 soles. Pues es la razón entre lo producido en unidades monetarias y lo que se empleó calculado también en unidades monetarias.

Con la finalidad de observar la variación descriptiva de la productividad total del antes y después de la aplicación del estudio del trabajo en las reparaciones por soldadura de molinos de bolas realizados por Soltek Industria y Comercio SAC en Lima en el año 2021, se presenta la figura 7 donde se muestra la comparación de los valores de la productividad total.

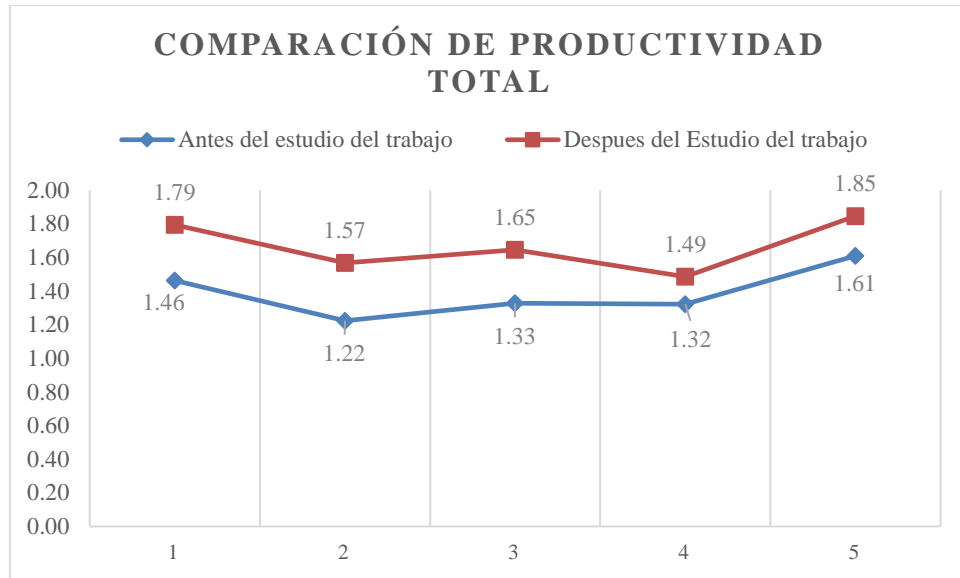


Figura 7 Comparación de productividad total

Se observa en la figura 7 que los valores de la productividad total calculados después de la aplicación del estudio del trabajo son mayores a los calculados antes de la aplicación del estudio del trabajo; sin embargo, se requiere una prueba de hipótesis para demostrar que existe una variación estadísticamente significativa de las medias y los resultados observados no se deban simplemente a un evento aleatorio de casualidad.

En la figura 8 se presenta una comparación de la productividad de mano de obra encontrada antes y después de la aplicación del estudio del trabajo.

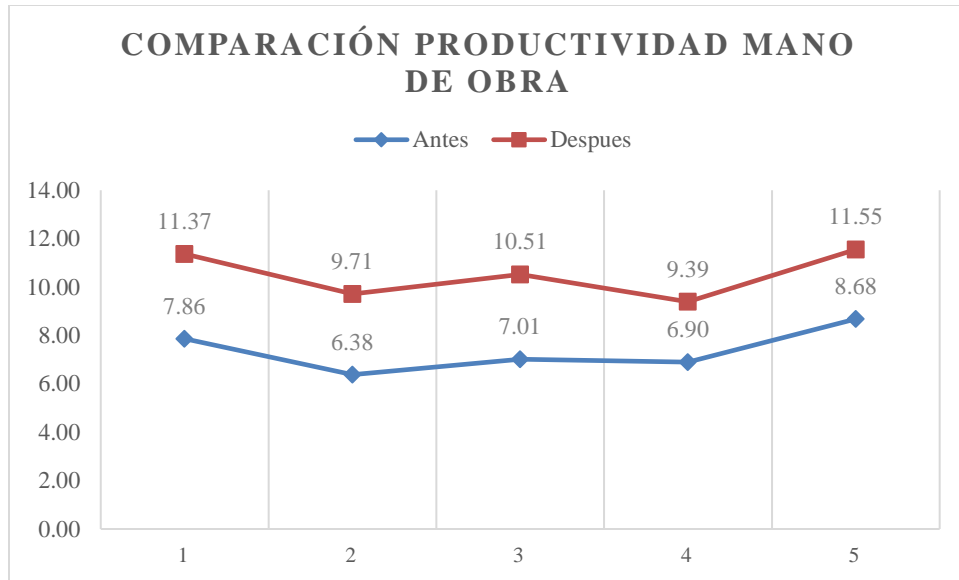


Figura 8 Comparación de productividad de mano de obra

Para el cálculo de la productividad de mano de obra en este estudio se empleó unidades monetarias. Se calcularon las horas hombre empleadas por cada servicio y se convirtió en unidades monetarias para uniformizar la presentación de la información. Sin embargo, en los anexos se muestra que antes del estudio del trabajo se empleaban 192 horas hombre para la ejecución de un servicio y posterior al estudio del trabajo se emplearon 128 horas hombre. Lo que representa una reducción del 33% del tiempo empleado para la ejecución de reparación por soldadura.

Para la presentación descriptiva de la productividad de capital se establece la figura 9 donde se observa la comparación entre los valores de la productividad de capital antes y después de la aplicación del estudio del trabajo.

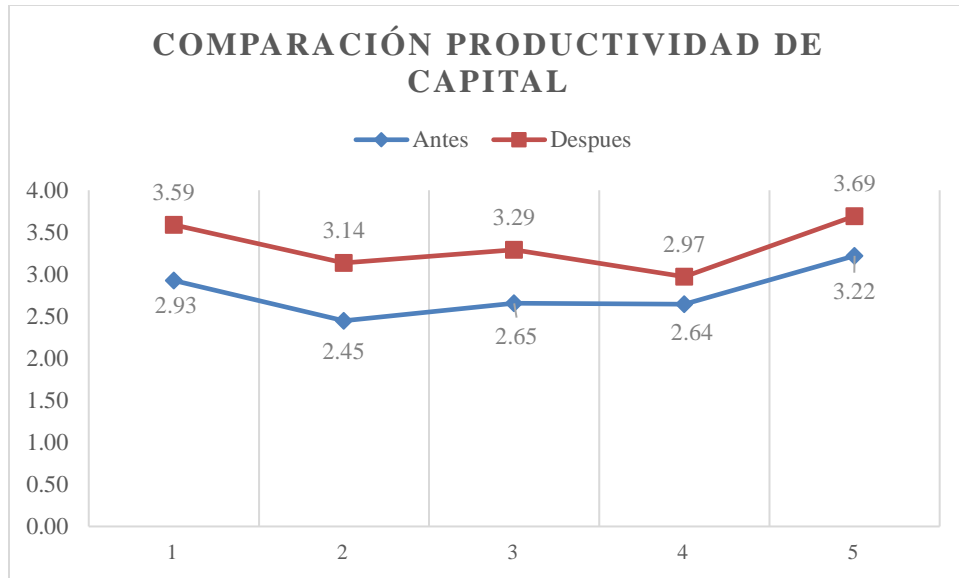


Figura 9 Comparación de productividad de capital

Como se definió para este trabajo; el capital, es el monto de dinero invertido en máquinas, herramientas y demás cosas requeridas para la ejecución de los servicios de reparación, ahí también se incluyen los pagos realizados para la mano de obra, los servicios y los materiales. En la figura 9 se observa que los valores de la productividad de capital después del estudio del trabajo son mayores a los valores de la productividad encontrada antes.

Podemos presentar también en este punto que antes de la aplicación del estudio del trabajo el capital requerido en promedio fue de S/ 6 884.37 y posterior al estudio del trabajo fue de S/ 5 458.73. variación que se explica por la reducción de la mano de obra. Y se tiene una reducción en el monto invertido en 20.70%.

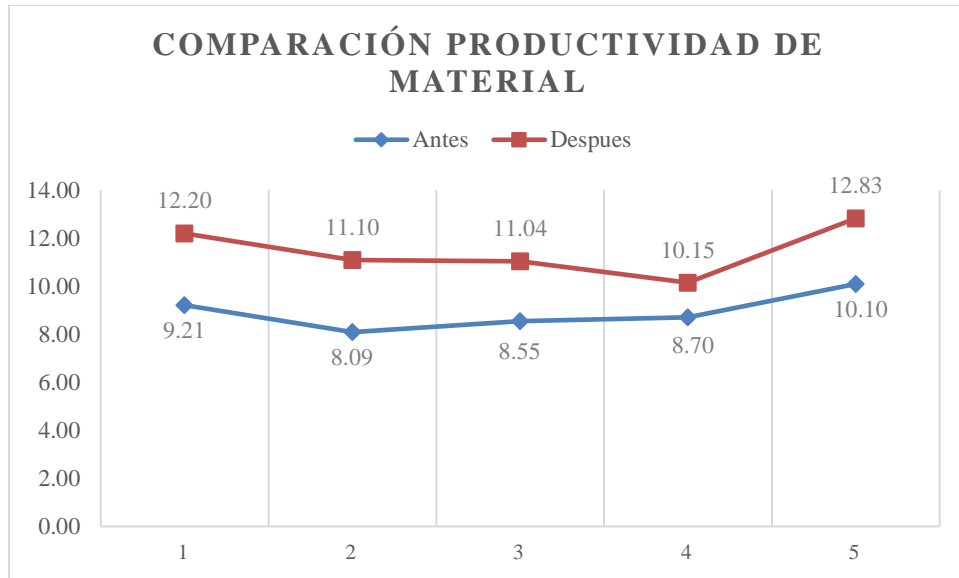


Figura 10 Comparación de productividad de material

En la figura 10 se muestra la comparación de la productividad de material obtenida antes y después de la aplicación del estudio del trabajo. Como se mencionó, dentro de la productividad de materiales se contemplan los montos de los elementos permanentes y también de los consumibles: electrodos, abrasivos y gases.

En el anexo 24 se muestra el monto promedio de los costos de los materiales antes y en el anexo 25 se muestran los costos de los materiales después del estudio del trabajo, se observa que cambió de S/ 2138.96 soles antes del estudio del trabajo a S/ 1614.47 soles después del estudio del trabajo. Lo que representa un 24.52% de reducción del costo de materiales.

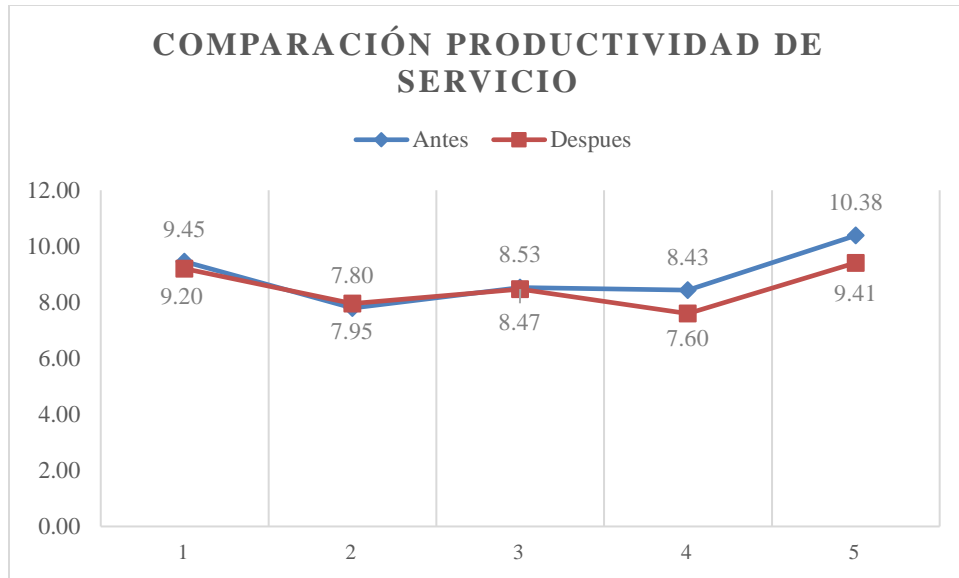


Figura 11 Comparación de productividad de servicio

En la figura 11 se presenta la comparación entre la productividad del factor servicio del antes y después del estudio del trabajo; por los costos de servicios para este estudio se consideraron las inspecciones, el transporte, los servicios de rolado.

De los datos recolectados sobre el costo de los servicios se puede ver en los anexos 24 y 25 que existen una variación en el promedio calculado. Se encontró un costo en servicios de S/ 2145.42 soles antes del estudio del trabajo y luego se tiene un valor de S/ 2 135.92 soles. Que representa una reducción de 0.5% respecto al valor inicial. Es una reducción minúscula lo que se encontró entre la comparación de promedios de los costos de servicios.

4.2 Contrastación de Hipótesis

Para este estudio se buscó determinar si existe una variación estadísticamente significativa entre las medias de la productividad total, así como también de las medias de los cuatro factores considerados: Mano de obra, Capital, Materiales y Servicios del antes y después de la aplicación del estudio del trabajo sobre los servicios de reparación por soldadura de molino de bolas. Se optó por emplear el test T-Student para muestras no relacionadas porque tenemos dos muestras de cinco Servicios de reparación antes de la aplicación del estudio del trabajo y tenemos cinco servicios de reparación después del estudio del trabajo. Las muestras fueron tomadas en tiempos específicos por lo cual el estudio es transversal, y considerando que los datos de la productividad son valores numéricos es una variable de estudio cuantitativa, de la tabla 7 podemos ver que la prueba adecuada es T-Student para muestras no relacionadas.

Tabla 7
Cuadro para selección de prueba estadística

		No Paramétrica			Paramétricas
		Nominal Dicotómica	Nominal Politómica	Ordinal	Numérica
Estudio Transversal	Un grupo	X ² bondad de ajuste	X ² bondad de ajuste	X ² bondad de ajuste	T Student una muestra
	Dos grupos	X ² de homogeneidad corrección de Yates Test exacto de Fisher	X ² de Homogeneidad	U Mann-Whitney	T Student muestras no relacionadas
	Mas de dos grupos	X ² de Homogeneidad	X ² de Homogeneidad	H Kruskal-Wallis	ANOVA con un factor (Inter sujetos)
Estudio Longitudinal	Dos medidas	Mc Nemar	Q de Cochran	Wilcoxon	T Student para muestras relacionadas
Muestras relacionadas	Mas de dos medidas	Q de Cochran	Q de Cochran	Friedman	ANOVA para medidas repetidas

Nota. Recuperado y adaptado de Gonzales y Pérez (2009)

Para la aplicación del test T Student para muestras no relacionadas se deben cumplir dos supuestos:

A. El primer supuesto es que los datos presentan una distribución normal.

B. El segundo supuesto es que las varianzas sean iguales.

4.2.1 Prueba de normalidad

Con la finalidad de contrastar hipótesis mediante la prueba estadística de t-Student para muestras no relacionadas se realizó una prueba de normalidad mediante el test Shapiro-Wilk para comprobar que la las muestras están distribuidas normalmente.

Se empleó el test Shapiro-Wilk porque se tiene un tamaño de muestra pequeño de $n < 50$. Se trabajó con un grado de significancia $\alpha=0.05$ y un nivel de confianza de 95%.

Para el Test se consideran las siguientes hipótesis:

- H_0 : la distribución es normal.
- H_1 : la distribución no es normal.

La Regla de decisión para aplicar:

Si p-valor ≤ 0.05 se rechaza H_0 y se acepta H_1 .

Si p-valor ≥ 0.05 se acepta H_0 y se rechaza H_1 .

A. Prueba de normalidad para la productividad Total:

Tabla 8
Prueba de normalidad de productividad total

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Productividad Total	,134	10	,200 [*]	,970	10	,887

De la tabla 8 se obtiene que el valor-p= 0.887. Dado que el valor-p es mayor a 0.05, se puede aceptar la hipótesis nula con un 95% de confianza. Esto significa que existe prueba significativa que la productividad total tiene distribución normal.

B. Prueba de normalidad para la Productividad de Mano de Obra:

Tabla 9

Prueba de Normalidad para la productividad de mano de obra

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Productividad Mano Obra	,148	10	,200*	,936	10	,508

De la tabla 9 se obtiene que el valor-p = 0.508. Dado que el valor-p es mayor a 0.05, se puede aceptar la hipótesis nula con un 95% de confianza. Esto significa que existe prueba significativa que la productividad de mano de obra tiene distribución normal.

C. Prueba de normalidad para la productividad de Capital:

Tabla 10

Prueba de Normalidad para la productividad de Capital

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Productividad Capital	,140	10	,200*	,963	10	,819

De la tabla 10 se obtiene que el valor-p = 0.819. Dado que el valor-p es mayor a 0.05, se puede aceptar la hipótesis nula con un 95% de confianza. Esto significa que existe prueba significativa que la productividad de capital tiene distribución normal.

D. Prueba de normalidad para la Productividad de materiales:

Tabla 11

Prueba de normalidad para la productividad de materiales

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Productividad Materiales	,132	10	,200 [*]	,951	10	,679

De la tabla 11 se obtiene que el valor-p = 0.679. Dado que el valor-p es mayor a 0.05, se puede aceptar la hipótesis nula con un 95% de confianza. Esto significa que existe prueba significativa que la productividad de materiales tiene distribución normal.

E. Prueba de normalidad para la productividad de Servicios:

Tabla 12

Prueba de normalidad para la productividad de servicios

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Productividad Servicios	,187	10	,200 [*]	,945	10	,605

De la tabla 12 se obtiene que el valor-p = 0.605. Dado que el valor-p es mayor a 0.05, se puede aceptar la hipótesis nula con un 95% de confianza. Esto significa que existe prueba significativa que la productividad de servicios tiene distribución normal.

De los resultados obtenidos se concluyó que se cumple el supuesto de normalidad para la aplicación del T Student para muestras no relacionadas.

4.2.2 Prueba de Igualdad de varianza

Con la finalidad de contrastar hipótesis mediante la prueba estadística de t-Student para muestras no relacionadas se realizó una prueba de igualdad de varianza mediante el test de Levene para comprobar que las muestras presentan varianzas iguales.

Se empleó el test de Levene porque es la prueba estadística que evalúa la igualdad de las varianzas para una variable de dos grupos o muestras. Se trabajó con un grado de significancia $\alpha=0.05$ y un nivel de confianza de 95%.

Para el Test de Levene se consideran las siguientes hipótesis:

- H_0 : las varianzas de los grupos son iguales.
- H_1 : las varianzas de los grupos no son iguales

La Regla de decisión para aplicar:

Si p-valor ≤ 0.05 se rechaza H_0 y se acepta H_1 .

Si p-valor ≥ 0.05 se acepta H_0 y se rechaza H_1 .

De la tabla 13 obtenemos los valores p de cada uno de los grupos y obtenemos lo siguiente:

- Para la productividad total en el test de Levene obtenemos un valor $p=0.958$ que es mayor a 0.05, por lo cual se concluye que se acepta la hipótesis nula y se prueba que las varianzas son iguales en los grupos de la productividad total.
- Para la productividad de mano de obra en el test de Levene obtenemos un valor $p=0.882$ que es mayor a 0.05, por lo cual se concluye que se acepta la hipótesis nula y se prueba que las varianzas son iguales en los grupos de la productividad de mano de obra.
- Para la productividad de capital en el test de Levene obtenemos un valor $p=0.950$ que es mayor a 0.05, por lo cual se concluye que se acepta la hipótesis nula y se prueba que las varianzas son iguales en los grupos de la productividad de capital.

- Para la productividad de materiales en el test de Levene obtenemos un valor $p=0.385$ que es mayor a 0.05, por lo cual se concluye que se acepta la hipótesis nula y se prueba que las varianzas son iguales en los grupos de la productividad de materiales.
- Para la productividad de servicios en el test de Levene obtenemos un valor $p=0.523$ que es mayor a 0.05, por lo cual se concluye que se acepta la hipótesis nula y se prueba que las varianzas son iguales en los grupos de la productividad de servicios.

Tabla 13
Prueba de Igualdad de Varianza con el Test de Levene

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas	
		F	Sig.
Productividad Total	Se asumen varianzas iguales No se asumen varianzas iguales	0.003	0.958
Productividad Mano Obra	Se asumen varianzas iguales No se asumen varianzas iguales	0.024	0.882
Productividad Materiales	Se asumen varianzas iguales No se asumen varianzas iguales	0.861	0.381
Productividad Servicios	Se asumen varianzas iguales No se asumen varianzas iguales	0.446	0.523
Productividad Capital	Se asumen varianzas iguales No se asumen varianzas iguales	0.004	0.950

De los resultados obtenidos se concluye que se cumple el supuesto de igualdad de varianza para la aplicación del T Student para muestras no relacionadas.

4.2.3 Contrastación de hipótesis General

Se realizó la prueba de hipótesis general que planteaba lo siguiente:

- H_0 : El Estudio del Trabajo no incrementa la productividad de las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas realizado por Soltek Industria y Comercio en Lima en el año 2021.
- H_1 : El Estudio del Trabajo incrementa la productividad de las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas realizado por Soltek Industria y Comercio en Lima en el año 2021.

Las reglas de decisión son las siguientes:

Si P-valor ≤ 0.05 se rechaza H_0 y se acepta H_1 .

Si P-valor ≥ 0.05 se acepta H_0 y se rechaza H_1 .

Tabla 14

Prueba T-Student para productividad total

		Prueba de muestras independientes						
		prueba t para la igualdad de medias					95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior
Productividad Total	Se asumen varianzas iguales	-2.970	8	0.018	-0.28200	0.09494	-0.50094	-0.06306
	No se asumen varianzas iguales	-2.970	8.000	0.018	-0.28200	0.09494	-0.50094	-0.06306

De la tabla 14 se muestra que el valor $p=0.018$ es menor a 0.05, por lo cual se rechaza la hipótesis nula que plantea que el estudio del trabajo no incrementa la productividad de las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas realizado por Soltek Industria y Comercio SAC en Lima en el año 2021. y se acepta la hipótesis alternativa que indica que el estudio del trabajo incrementa la productividad total. Se considera el valor $p=0.018$ porque con la prueba de Levene se comprobó que los datos presentan igualdad de varianza.

4.2.4 Contrastación de hipótesis Especifica 01

- H_0 : Estudio del Trabajo no incrementa la Productividad de Mano de Obra en las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas realizado por Soltek Industria y Comercio en Lima en el año 2021.
- H_1 : Estudio del Trabajo incrementa la Productividad de Mano de Obra en las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas realizado por Soltek Industria y Comercio en Lima en el año 2021.

Reglas de decisión:

Si P-valor ≤ 0.05 se rechaza H_0 y se acepta H_1 .

Si P-valor > 0.05 se acepta H_0 y se rechaza H_1 .

Tabla 15

Prueba T-Student para productividad de mano de obra

		Prueba de muestras independientes						
		prueba t para la igualdad de medias					95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior
Productividad Mano Obra	Se asumen varianzas iguales	-5.307	8	0.001	-3.14000	0.59170	-4.50447	-1.77553
	No se asumen varianzas iguales	-5.307	7.970	0.001	-3.14000	0.59170	-4.50536	-1.77464

De la tabla 15 se muestra que el valor de $p=0.001$ es menor a 0.05 , por lo cual se rechaza la hipótesis nula que plantea que el Estudio del Trabajo no incrementa la Productividad de Mano de Obra en las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas realizado por Soltek Industria y Comercio en Lima en el año 2021 y se acepta que el estudio del trabajo incrementa la productividad de

Mano de obra en las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas. Se considera el valor $p=0.001$ porque con la prueba de Levene se comprobó que los datos presentan igualdad de varianzas.

4.2.5 Contratación de hipótesis específica 02

- H_0 : El Estudio del Trabajo no incrementa la productividad de Capital en las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas realizado por Soltek Industria y Comercio en Lima en el año 2021.
- H_1 : El Estudio del Trabajo incrementa la productividad de Capital en las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas realizado por Soltek Industria y Comercio en Lima en el año 2021.

Reglas de decisión:

Si P-valor ≤ 0.05 se rechaza H_0 y se acepta H_1 .

Si P-valor ≥ 0.05 se acepta H_0 y se rechaza H_1 .

Tabla 16

Prueba T-Student para productividad de capital

		Prueba de muestras independientes						
		prueba t para la igualdad de medias					95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior
Productividad Capital	Se asumen varianzas iguales	-2.929	8	0.019	-0.55800	0.19050	-0.99729	-0.11871
	No se asumen varianzas iguales	-2.929	8.000	0.019	-0.55800	0.19050	-0.99729	-0.11871

De la tabla 16 se muestra que el valor $p=0.019$ es menor a 0.05 , por lo cual se rechaza la hipótesis nula que plantea que el Estudio del Trabajo no incrementa la productividad de Capital en las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas realizado por Soltek Industria y Comercio en Lima en el año 2021. Por el contrario, se acepta la hipótesis alternativa que plantea que el estudio del trabajo incrementa la productividad de capital en las operaciones de reparación por soldadura de molino de bolas. Para los valores p encontrados en las tablas 14, 15 y 16 se da la ocurrencia que es igual tanto para cuando se asume igualdad de varianza como cuando no se asume igualdad de varianza.

4.2.6 Contrastación de hipótesis específica 03

- H_0 : El Estudio del Trabajo no incrementa la Productividad de Materiales en las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas realizado por Soltek Industria y Comercio en Lima en el año 2021.
- H_1 : El Estudio del Trabajo incrementa la Productividad de Materiales en las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas realizado por Soltek Industria y Comercio en Lima en el año 2021.

Reglas de decisión:

Si $P\text{-valor} \leq 0.05$ se rechaza H_0 y se acepta H_1 .

Si $P\text{-valor} > 0.05$ se acepta H_0 y se rechaza H_1 .

Tabla 17*Prueba T-Student para productividad de materiales*

		Prueba de muestras independientes							
		prueba t para la igualdad de medias						95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior	
Productividad Materiales	Se asumen varianzas iguales	-4.347	8	0.002	-2.53400	0.58295	-3.87830	-1.18970	
	No se asumen varianzas iguales	-4.347	7.305	0.003	-2.53400	0.58295	-3.90088	-1.16712	

De la tabla 17 se muestra que el valor $p=0.002$ es menor a 0.05, con lo cual se rechaza la hipótesis nula que plantea que el Estudio del Trabajo no incrementa la Productividad de Materiales en las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas realizado por Soltek Industria y Comercio en Lima en el año 2021. Para el valor $p=0.002$ se tomó, considerando que según la prueba de Levene las varianzas de los datos son iguales. En esta tabla se presenta el cambio que el valor p es 0.002 cuando se asumen varianzas iguales y 0.003 cuando no se asumen varianzas iguales.

4.2.7 Contrastación de hipótesis específica 04

- H_0 : El Estudio del Trabajo no Incrementa la Productividad de Servicios en las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas realizado por Soltek Industria y Comercio en Lima en el año 2021.
- H_1 : El Estudio del Trabajo incrementa la Productividad de Servicios en las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas realizado por Soltek Industria y Comercio en Lima en el año 2021.

Reglas de decisión:

Si P-valor ≤ 0.05 se rechaza H_0 y se acepta H_1 .

Si P-valor ≥ 0.05 se acepta H_0 y se rechaza H_1 .

Tabla 18
Prueba T-Student para productividad de servicios

		Prueba de muestras independientes						
		prueba t para la igualdad de medias					95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior
Productividad Servicios	Se asumen varianzas iguales	0.688	8	0.511	0.39200	0.56953	-0.92133	1.70533
	No se asumen varianzas iguales	0.688	7.524	0.512	0.39200	0.56953	-0.93592	1.71992

De la tabla 18 se muestra que el valor $p=0.511$ es mayor a 0.05 para lo cual se acepta la hipótesis nula que plantea el Estudio del Trabajo no Incrementa la Productividad de Servicios.

CAPITULO V: DISCUSIÓN

5.1 Discusión de resultados

En la presente investigación, se tuvo como objetivo determinar de qué manera el estudio del trabajo afecta a la productividad de las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas realizados por Soltek Industria y Comercio SAC en el año 2021. Por lo que se presentan los siguientes resultados:

El estudio del trabajo aplicado a las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas redujo la cantidad de operaciones e inspecciones que se realizaban antes. Pasaron de 33 operaciones a 23 operaciones, así también las cantidades de inspecciones se redujeron de 15 a 13. Esto se puede observar en los diagramas de operaciones del antes y después de la aplicación del Estudio del trabajo, en los anexos 1 y anexo 16 respectivamente.

Se mejoró el proceso de reparación por soldadura de molinos de bolas como se muestran en los Diagramas de Análisis del Proceso realizados antes y después de la aplicación del Estudio del trabajo:

1. En el diagrama de análisis del proceso enfocado en el equipo se obtuvo una reducción en las operaciones que pasaron de 13 a 11, una reducción en las inspecciones que pasaron de 7 a 5.
2. En el diagrama de análisis del proceso enfocado al material se obtuvo una reducción en las operaciones que pasaron de 12 a 9, una reducción en las inspecciones que pasaron de 4 a 2.
3. En el diagrama de análisis del proceso enfocado al operario se obtuvo una reducción en las operaciones que pasaron de 20 a 12, una reducción en las demoras que pasaron de 7 a 5.

El ciclo de trabajo del proceso que iniciaba en corte de placa dañada hasta el biselado con esmeril, paso de 140 minutos a 115 minutos después de mejorar el proceso. Se logró incrementar el tiempo de utilización del personal:

1. El operario soldador paso de un porcentaje de utilización de 32% a 48%.
2. El esmerilador paso de un porcentaje de utilización de 75% a 78%.
3. El ayudante paso de un porcentaje de utilización de 46% a 52%.

Esto se puede observar en los diagramas de actividades múltiples realizados antes y después de la aplicación del Estudio del trabajo, en el anexo 5 y anexo 20 respectivamente.

El ciclo de trabajo del proceso que iniciaba en colocar la placa nueva rolada hasta la revisión de soldeo de dos pases de raíz, paso de 170 minutos a 130 minutos después de mejorar el proceso.

Se logró incrementar el tiempo de utilización del personal:

1. El operario soldador paso de un porcentaje de utilización de 59% a 77%.
2. El esmerilador paso de un porcentaje de utilización de 44% a 50%.

Esto se puede observar en los diagramas de actividades múltiples realizados antes y después de la aplicación del Estudio del trabajo, en el anexo 6 y anexo 21 respectivamente.

Las horas hombre empleadas para la realización de una reparación se redujo de 192 horas hombre a 128 horas hombre con la aplicación del estudio del trabajo.

El tiempo estándar para una operación de soldadura con inicio en la inspección por END (ensayos no destructivos) hasta la Limpieza final del cordón de soldadura terminado pasó de 800.58 minutos a 652.19 minutos. Esto se observa en los anexos 7 y 22.

El tiempo estándar para una operación de preparación de placa nueva para la operación de soldadura pasó de 181.72 minutos a 113.86 minutos.

Esto se observa en los anexos correspondientes a la medición del trabajo, en los anexos 8 y 23.

De los análisis estadísticos realizados sobre la comparación de medias de la productividad obtenida antes y después de la aplicación del Estudio del trabajo se presentan los siguientes resultados:

Primero se realizaron las pruebas de los dos supuestos requeridos para la aplicación de la prueba T de Student para muestras no relacionadas o independientes.

Donde se encontró que se cumplía el supuesto de normalidad que fue comprobado mediante la prueba Shapiro-Wilk mostrado en las tablas 8, 9, 10, 11 y 12. Con esta prueba se aceptó que las muestras presentaban una distribución normal.

Se encontró que se cumplía el supuesto de igualdad de varianza que fue comprobado mediante la prueba de Levene mostrado en la tabla 13. Con esta prueba se aceptó que las muestras presentaban igualdad de varianza.

Luego de comprobar los supuestos de normalidad y de igualdad de varianza de aplicó el estadístico T de Student para muestras no relacionadas o independientes para la prueba de las hipótesis de la investigación.

La hipótesis nula general fue rechazada debido a que el valor p encontrado era menor que el grado de significancia de 0.05, el resultado se mostró en la tabla 14. por lo que las evidencias fueron estadísticamente significativas para aceptar la hipótesis alterna.

La hipótesis nula específica 1 fue rechazada debido a que el valor p encontrado era menor que el grado de significancia de 0.05, el resultado se mostró en la tabla 15. por lo que las evidencias fueron estadísticamente significativas para aceptar la hipótesis alterna.

La hipótesis nula específica 2 fue rechazada debido a que el valor p encontrado era menor que el grado de significancia de 0.05, el resultado se mostró en la tabla 16. por lo que las evidencias fueron estadísticamente significativas para aceptar la hipótesis alterna.

La hipótesis nula específica 3 fue rechazada debido a que el valor p encontrado era menor que el grado de significancia de 0.05, el resultado se mostró en la tabla 17. por lo que las evidencias fueron estadísticamente significativas para aceptar la hipótesis alterna.

La hipótesis nula específica 4 fue aceptada debido a que el valor p encontrado era mayor que el grado de significancia de 0.05, el resultado se mostró en la tabla 18. por lo que las evidencias fueron estadísticamente significativas para aceptar la hipótesis nula.

CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

De los resultados obtenidos en la investigación se presentan las conclusiones:

El estudio del trabajo a través de la herramienta del estudio de métodos afectó a la productividad de las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas realizados por Soltek Industria y Comercio SAC en el año 2021, reduciendo las cantidades de operaciones e inspecciones al realizar un análisis crítico de cada actividad con el empleo de los diagramas de operaciones, diagrama de análisis del proceso y diagrama de actividades múltiples. Y mediante la herramienta de la medición del trabajo afectó a la productividad de las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas realizados por Soltek Industria y Comercio SAC en el año 2021, reduciendo el tiempo estándar para la realización del trabajo. Estas reducciones en operaciones, inspecciones y tiempos resultaron en un incremento en la productividad total de las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas realizados por Soltek Industria y Comercio SAC en el año 2021 en un 20.32%.

El Estudio del trabajo incrementó la productividad de mano de obra de reparación por soldadura de molinos de bolas realizados por Soltek Industria y Comercio SAC en el año 2021 en un 42.62%, al mejorar la forma de ejecución de las tareas y reducir el tiempo requerido para la realización del servicio. Donde se observó un tiempo de 128 horas hombre para realizar una reparación completa. Se obtuvo un ahorro del 33% del tiempo empleado antes del Estudio del trabajo.

El Estudio del trabajo incrementó la productividad de capital de reparación por soldadura de molinos de bolas realizados por Soltek Industria y Comercio SAC en el año 2021 en un 20.08%, al reducir el monto de dinero invertido que era requerido para la realización del servicio. Se obtuvo un ahorro del 20.70% de capital empleado antes del Estudio del trabajo.

El estudio del trabajo incrementó la productividad de materiales de reparación por soldadura de molinos de bolas realizados por Soltek Industria y Comercio SAC en el año 2021 en un 28.37%, al mejorar el proceso con cambios en los materiales empleados lo que resultó en una reducción de los costos de los materiales requeridos para la realización del servicio. Se obtuvo un ahorro de 24.52% de costo de materiales empleados antes del Estudio del trabajo.

El estudio del trabajo no incrementó la productividad de servicios debido a que dentro de las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas realizados por Soltek Industria y Comercio SAC en el año 2021 se emplearon las mismas cantidades tanto de inspecciones END como en transportes y servicios de rolado. Se obtuvo un insignificante ahorro de 0.5% que es un porcentaje insignificante para indicar que hay un incremento de productividad de servicio.

6.2 Recomendaciones

Considerando que el estudio del trabajo aplicado a las operaciones de reparación por soldadura de molinos de bolas realizado por Soltek Industria y Comercio SAC presentaron buenos resultados sobre los factores estudiados. Se recomienda lo siguiente:

1. Implementar un plan de capacitación sobre las actividades principales de la realización de las reparaciones por soldadura de molinos de bolas para los involucrados, con el fin de mantener y mejorar el proceso con el conocimiento técnico y agregando las nuevas tecnologías.
2. Entrenar al personal involucrado en la reparación de molinos de bolas en el empleo de los equipos eléctricos y el uso de los consumibles con el fin de conseguir la máxima eficiencia de los equipos y consumibles, como también para mejorar el cuidado de los mismos y evitar desperdicios.
3. Ampliar el estudio de tiempos donde se incluya el factor de la gestión de seguridad, porque en este estudio se enfocó sobre el tiempo efectivo de trabajo sin considerar las demoras por parte administrativa.
4. Implementación del uso de máquinas de soldar con procesos más eficientes como GMAW.
5. Ampliar el Estudio del trabajo a otras operaciones realizadas por Soltek Industria y Comercio SAC. Con el fin de incrementar la productividad global de la empresa.

CAPITULO VII: REFERENCIAS

7.1 Fuentes Bibliográficas

- Edreida, V., & Camblong, J. (2012). *Introducción al estudio del trabajo*. Buenos Aires: Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional.
- García Criollo, R. (1998). *Estudio del Trabajo Ingeniería de Métodos*. Mexico: Mc Graw Hill Interamericana Editores.
- García Criollo, R. (2005). *Estudio del Trabajo Ingeniería de métodos y Medicion del trabajo*. Mexico: Mc Graw Hill Interamericana Editores.
- Heizer, J., & Render, B. (2009). *Principios de Administración de Operaciones*. Mexico: Pearson Educación.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. D. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hill Interamericana Editores.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la Investigación las rutas cuantitativa, cualitativa y mixtas*. Mexico: Mc Graw Hill Interamericana Editores.
- Jananía Abraham, C. (2008). *Manual de tiempos y movimientos: ingeniería de métodos*. Mexico: Editorial Limusa.
- Koontz, H., & Weihrich, H. (1999). *Administracion una perspectiva global*. (E. Mercado Gonzále, Trad.) Mexico: Mc Graw Hill Interamericana Editores.
- Niebel, B., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo*. Mexico: Mc Graw Hill Interamericana Editores.
- Organización Internacional del Trabajo. (1998). *Introducción al estudio del trabajo*. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo.

Pérez de Vargas, A., & González Manteiga, M. (2009). *Estadística Aplicada una vision instrumental*. España: Ediciones Diaz de Santos.

Soldexa. (Setiembre de 2010). Reparación de Falla por Fisura del Molino de Bolas. *Boletín técnico de soldadura*.

Vides Polando, E., Díaz Jiménez, L., & Gutiérrez Rodríguez, J. (2018). Análisis metodológico para la realización de estudios de métodos y tiempos. *Investigación y desarrollo en TIC*, 3-10.

7.2 Fuentes Electrónicas

Alzate Guzmán, N., & Sánchez Castaño, J. E. (2013). *Estudio de Métodos y Tiempos de la línea de producción de calzado tipo Clasico de Dama en la empresa de calzado Caprichosa para definir un nuevo método de producción y determinar el tiempo estandar de fabricación*.

Recuperado el 2020, de <https://core.ac.uk/download/pdf/71397676.pdf>

Bonilla Novillo, S. M. (2016). *Propuesta de Mejoramiento del proceso productivo del tónico de la tuna mediante el Estudio de Métodos y Medicion del Trabajo en la empresa Vita Tuna del Cantón Guano*. Recuperado el 2021, de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4632>

Bustamante Rico, M. D., & Rodríguez Balcázar, R. K. (2018). *Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad de la empresa Kuri Néctar SAC, 2017*. Recuperado el 2021, de

<http://repositorio.uss.edu.pe/handle/uss/5067>

Capristano Gutarra, R. F. (2017). *Aplicación de la Ingeniería de Métodos en el proceso de soldadura para mejorar la Productividad en MQS INSPECTION GROUP SAC Oquendo, Callao-2017*.

Recuperado el 2020, de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/12395>

- Fonseca Carrión, I. A. (2015). *Optimización de los procesos productivos en la fabricación de puertas de madera, en Muebles Fonseca*. Recuperado el 2020, de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/486>
- Giraldo Mota, S. E. (2017). *Estudio de tiempos para mejorar la Productividad en el proceso de envasado de conservas de la corporación pesquera ICEF SAC, Chimbote, 2017*. Recuperado el 2021, de Renati: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/13460>
- Montero, L., Canales, E., Luna, R., Mallqui, J., Muro, R., Santillana, P., . . . Gutierrez, J. (2018). Estudio de tiempos con Crystal Ball y su relación con la productividad en condiciones de laboratorio. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho, 2017. *Revista Científica EPigmalión*, 75-89.
- Pozo Tarazona, G. J. (2017). *Aplicación del estudio del trabajo para incrementar la productividad en el proceso de Corte y Discado para la Fabricación de ollas bombeadas de la empresa COPRAM SRL, Lima 2017*. Recuperado el 2020, de RENATI: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/1759>
- Quinto De la Cruz, J. L. (2019). *Aplicación del Estudio de tiempos y su relación con la Productividad del personal operativo en el área de reparación en una empresa Metalmecánica dedicada al mantenimiento de maquinaria pesada -2018*. Recuperado el 2021, de http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/UNAC/4240/QUINTO%20DE%20LA%20CRUZ_POSGRADO_2019.pdf
- Tejeda Ayala, A. C. (1999). *Medición de la Productividad en la Industria de Bebidas no Alcohólicas*. Recuperado el 2021, de Centro de Estudios Económicos-Sociales: <http://www.tesis.ufm.edu/pdf/2705.pdf>

Anexo 3 DAP – Habilitado, transporte y colocación placa nueva de bolas antes del EDT

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO								
Diagrama N°: DP-A02	Hoja N°: 1/1	OPERARIO <input type="checkbox"/>	MATERIAL <input checked="" type="checkbox"/>	EQUIPO <input type="checkbox"/>				
Objeto: plancha de 1/2" de espesor para colocación en molino	RESUMEN							
	ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO	AHORROS				
Proceso analizado: habilitado, transporte y colocación de plancha nueva	Operación	12						
	Transporte	4						
Metodo: Actual <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto <input type="checkbox"/>	Demora	1						
	Inspección	4						
Localización: molienda esmalte	Almacenamiento	0						
	Distancia (Km)	57.55						
Elaborado por: Antony Cusquisibán	Fecha: 20/03/2021	Comentarios						
Aprobado por: Willver Garcia	Fecha: 22/03/2021							
Descripción de los eventos	Tiempo (min)	Distancia (Km)	Símbolo					Observaciones
			○	⇒	D	□	▽	
Cortado de plancha 1.2 m x 1.2m en taller			○					Con oxiacetileno
Verificación de corte							●	
Trazado de plantilla para rolado			○					
Cargado manual a camion			○					
Transportado a taller de rolado		0.35		⇒				En camión
Descargado con montacarga			○					Montacarga alquilado
Rolado según plantilla			○					Roladora en Independencia
Cargado con montacarga a camion			○					Montacarga alquilado
Transportado a planta		56.8		⇒				En camión
Verificación de radio de curvatura							●	
Transportado a zona de almacen		0.4		⇒				
Descargado en zona de almacen			○					Montacarga de cliente
Trazado según corte en molino			○					
Cortado de plancha según corte de molino			○					Con oxiacetileno
Verificación de corte							●	
Biselado con amoladora			○					Amoladora 7" y disco de desbaste
Verificación de angulo de bisel							●	Galga
Trasportado a zona de molino		0.04		⇒				Manual
espera colocacion de maniobra							●	
Elevado manual de plancha			○					Uso de teclé
Colocación en Cuerpo de molino			○					
TOTAL		57.55	12	4	1	4	0	

Anexo 4 DAP – Reparación de molino de bolas antes del EDT

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO								
Diagrama N°: DAP-03	Hoja N°: 1/1	OPERARIO	<input checked="" type="checkbox"/>	MATERIAL	<input type="checkbox"/>	EQUIPO	<input type="checkbox"/>	
Objeto: Molino de bolas		RESUMEN						
		ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO	AHORROS			
Proceso analizado: Soldeo de molino de bolas		Operación	20					
		Transporte	0					
Metodo: Actual <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto <input type="checkbox"/>		Demora	7					
		Inspección	7					
Localización: molienda esmalte		Almacenamiento	0					
		Distancia (m)						
Operario: Soldador-Segundo Torres		Tiempo (s)						
		Costo						
Elaborado por: Antony Cusquisibán		Fecha: 20/03/2021	Comentarios					
Aprobado por: Willver Garcia		Fecha: 22/03/2021						
Descripción de los eventos	Tiempo (min)	Distancia (m)	Símbolo					Observaciones
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Conecta máquina de soldar			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Maquina inversora Miller XMT 350 CC/CV
Conecta tenaza y portaelectrodo			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Verifica parámetros en la maquina de soldar			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	80- 120 Amperios
Coge electrodo 7018 1/8" seco del horno			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Previo secado de 2h a 250°C
Aputala placa rolada 1/2" a cuerpo de molino			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	cuerpo de molino es placa de 1/2"
Precalienta a 150 °C la zona a soldar			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Con oxiacetileno T = 150°C
Verifica temperatura de plancha			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Con pirometro T=200 °C
Suelda primer pase de raíz con E7018 1/8"			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Verifica temperatura de plancha			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Con pirometro
Espera limpieza realizado por esmerilador			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Amoladora 7" y escobilla circular
Suelda segundo pase con E 7018 1/8"			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Martillea			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Manual
Espera limpieza realizado por esmerilador			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Amoladora 7" y escobilla circular
Verifica temperatura de plancha			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Con pirometro T=200 °C
Suelda tercer pase con E 7018 1/8"			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Martillea			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Manual
Espera limpieza realizado por esmerilador			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Amoladora 7" y escobilla circular
Suelda cuarto pase con E 7018 1/8"			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Martillea			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Manual
Espera limpieza realizado por esmerilador			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Amoladora 7" y escobilla circular
Verifica limpieza			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Suelda quinto pase con E 7018 1/8"			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Martillea			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Manual
Espera limpieza realizado por esmerilador			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Amoladora 7" y escobilla circular
Verifica parámetros en la maquina de soldar			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
suelda sexto pase con E 7018 1/8"			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Martillea			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Manual
Espera limpieza realizado por esmerilador			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Amoladora 7" y escobilla circular
Verifica limpieza			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Suelda septimo pase (acabado) con E 7018 1/8"			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Martillea			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Manual
Espera limpieza realizado por esmerilador			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Amoladora 7" y escobilla circular
Calienta todo el cordon de soldadura			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Proceso oxiacetileno
Cubre con manta ignifuga			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
TOTAL			20	0	7	7	0	

Anexo 5 Diagrama de Actividades Múltiples reparación por soldadura antes del EDT

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MULTIPLES				
Tema del diagrama: Reparación por soldadura de molino de bolas			N° Diagrama: DM-001	
Comienzo del diagrama: Corte de placa dañada 70 cm x 70 cm			Método	Actual
Termino del diagrama: Biselado con esmeril			Elaborado por	A. Cusquisibán
Fecha	20/03/2021	Operario	Esmerilador	Ayudante
		S. Torres	J. Zamora	L. Soplopuco
Tiem.	Operario	Esmerilador	Ayudante	
	Actividad	Actividad	Actividad	
5		Posicionan molino para corte de placa		
10				
15	realiza trazo de corte		prepara equipo oxicorte	
20				
25		corta de placa del molino		
30				
35				
40				
45				
50				
55				
60				
65	Verifica medida de corte		prepara el esmeril de 7"	
70	Descargan la placa al suelo			
75				
80	transporta placa a zona de chatarra	Biselado con esmeril	transporta placa a zona de chatarra	
85				
90				
95	Posiciona molino		Posiciona molino	
100		Biselado con esmeril	cambia de disco	
105				
110				
115	Posiciona molino		Posiciona molino	
120		Biselado con esmeril	cambia de disco	
125				
130				
135				
140	verifica angulo de bisel			

Resumen y Análisis de la información				
Tipo	Tiempo Ocioso	Tiempo Productivo	Tiempo de Ciclo	% utilización
Operario	95.00	45.00	140.00	32%
Esmerilador	35.00	105.00	140.00	75%
Ayudante	75.00	65.00	140.00	46%

Anexo 6 Diagrama de Actividades Múltiples proceso de soldadura antes del EDT

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MÚLTIPLES				
Tema del diagrama: Reparación por soldadura de molino de bolas			N° Diagrama: DM-002	
Comienzo del diagrama: Colocación placa rolada nueva 70cm x 70cm			Método	Actual
Termino del diagrama: Revisión soldeo de 2 pases raiz			Elaborado por	A. Cusquisibán
Fecha		Operario	Esmerilador	Ayudante
		S. Torres	J. Zamora	L. Soplopuco
Tiem.	Operario	Esmerilador	Ayudante	
	Actividad	Actividad	Actividad	
5	Levantán la placa rolada nueva y la colocan en el cuerpo del molino de bolas			
10				
15				
20	Apuntala la placa nueva y el cuerpo del molino	Ayudan conservando la posición de la placa nueva		
25				
30				
35	soldeo primer pase	alcanza electrodo al soldador		
40		Posicionan molino		
45		prepara el esmeril angular 7"		
50		realiza martilleo manual		
55				
60				
65				
70				
75				
80		Limpieza con esmeril angular 7" y escobilla circular		
85				
90				
95				
100	Revisión de limpieza			
105	soldeo segundo pase	alcanza electrodo al soldador		
110		Posicionan molino		
115				
120				
125				
130				
135				
140		realiza martilleo manual		
145				
150				
155	Limpieza con esmeril angular y escobilla circular			
160				
165				
170	Revisión de limpieza			

Resumen y Análisis de la información				
Tipo	Tiempo Ocioso	Tiempo Productivo	Tiempo de Ciclo	% utilización
Operario	70.00	100.00	170.00	59%
Esmerilador	95.00	75.00	170.00	44%
Ayudante	75.00	95.00	170.00	56%

Anexo 7 Medición del trabajo reparación de Molino antes del EDT

Medición del trabajo					
Estudio N°: ET-001				Hoja N°: 1/3	
Comienzo:	Inspeccion END		Fin:	Limpieza	
Inspeccion por END	Tiempo Observado	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normal	% de Suplement.	Tiempo estándar
1	36.56	105.0%	38.39	19.0%	45.68
2	41.62	90.0%	37.46	19.0%	44.58
3	38.74	100.0%	38.74	19.0%	46.10
4	38.26	100.0%	38.26	19.0%	45.53
5	36.79	105.0%	38.63	19.0%	45.97
	38.39		38.30		45.57
Limpieza	Tiempo Observado	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normal	% de Suplement.	Tiempo estándar
1	7.70	100.0%	7.70	15.0%	8.86
2	5.83	120.0%	7.00	15.0%	8.05
3	8.55	90.0%	7.70	15.0%	8.85
4	6.24	115.0%	7.18	15.0%	8.25
5	7.32	100.0%	7.32	15.0%	8.42
	7.13		7.38		8.48
Corte placa dañada	Tiempo Observado	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normal	% de Suplement.	Tiempo estándar
1	46.55	95.0%	44.22	19.0%	52.62
2	39.77	110.0%	43.75	19.0%	52.06
3	43.47	100.0%	43.47	19.0%	51.73
4	45.94	95.0%	43.64	19.0%	51.94
5	47.56	90.0%	42.80	19.0%	50.94
	44.66		43.58		51.86
verificacion de medidas	Tiempo Observado	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normal	% de Suplement.	Tiempo estándar
1	6.70	100.0%	6.70	15.0%	7.71
2	6.96	95.0%	6.61	15.0%	7.60
3	7.42	90.0%	6.68	15.0%	7.68
4	6.04	110.0%	6.64	15.0%	7.64
5	7.16	95.0%	6.80	15.0%	7.82
	6.86		6.69		7.69

Medición del trabajo					
Estudio N°: ET-001					Hoja N°: 2/3
Comienzo:	Inspeccion END		Fin:	Limpieza	
Biselado con esmeril	Tiempo Observado	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normal	% de Suplement.	Tiempo estándar
1	53.57	75.0%	40.18	22.0%	49.02
2	46.12	90.0%	41.51	22.0%	50.64
3	41.08	100.0%	41.08	22.0%	50.12
4	40.77	105.0%	42.81	22.0%	52.23
5	44.36	95.0%	42.14	22.0%	51.41
	45.18		41.54		50.68
Colocacion placa nueva	Tiempo Observado	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normal	% de Suplement.	Tiempo estándar
1	32.30	125.0%	40.38	18.0%	47.64
2	36.88	110.0%	40.57	18.0%	47.87
3	40.97	100.0%	40.97	18.0%	48.34
4	41.48	95.0%	39.41	18.0%	46.50
5	42.21	95.0%	40.10	18.0%	47.32
	38.77		40.28		47.53
apuntalado placa nueva	Tiempo Observado	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normal	% de Suplement.	Tiempo estándar
1	22.22	100.0%	22.22	15.0%	25.55
2	22.20	100.0%	22.20	15.0%	25.53
3	18.71	120.0%	22.45	15.0%	25.82
4	17.06	130.0%	22.18	15.0%	25.50
5	21.06	105.0%	22.11	15.0%	25.43
	20.25		22.23		25.57
verificacion curvatura	Tiempo Observado	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normal	% de Suplement.	Tiempo estándar
1	12.25	125.0%	15.31	17.0%	17.92
2	11.68	130.0%	15.18	17.0%	17.77
3	15.52	100.0%	15.52	17.0%	18.16
4	13.45	115.0%	15.47	17.0%	18.10
5	15.29	100.0%	15.29	17.0%	17.89
	13.64		15.35		17.97
soldeo manual	Tiempo Observado	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normal	% de Suplement.	Tiempo estándar
1	335.04	100.0%	335.04	20.0%	402.05
2	330.54	100.0%	330.54	20.0%	396.65
3	340.71	100.0%	340.71	20.0%	408.85
4	347.93	95.0%	330.53	20.0%	396.64
5	364.82	90.0%	328.34	20.0%	394.01
	343.81		333.03		399.64

Medición del trabajo					
Estudio N°: ET-001					Hoja N°: 3/3
Comienzo:	Inspeccion END		Fin:	Limpieza	
Martilleo manual	Tiempo Observado	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normal	% de Suplement.	Tiempo estándar
1	31.85	105.0%	33.44	17.0%	39.13
2	28.89	115.0%	33.22	17.0%	38.87
3	30.21	110.0%	33.23	17.0%	38.88
4	35.07	95.0%	33.32	17.0%	38.98
5	32.70	100.0%	32.70	17.0%	38.26
	31.74		33.18		38.82
Escobillado con esmeril	Tiempo Observado	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normal	% de Suplement.	Tiempo estándar
1	35.36	110.0%	38.90	20.0%	46.68
2	37.38	105.0%	39.25	20.0%	47.10
3	38.82	100.0%	38.82	20.0%	46.58
4	35.01	110.0%	38.51	20.0%	46.21
5	40.99	95.0%	38.94	20.0%	46.73
	37.51		38.88		46.66
Revisión de limpieza	Tiempo Observado	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normal	% de Suplement.	Tiempo estándar
1	6.01	100.0%	6.01	15.0%	6.91
2	6.62	95.0%	6.29	15.0%	7.23
3	6.27	95.0%	5.96	15.0%	6.85
4	5.82	105.0%	6.11	15.0%	7.03
5	6.10	100.0%	6.10	15.0%	7.02
	6.16		6.09		7.01
Inspeccion por END	Tiempo Observado	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normal	% de Suplement.	Tiempo estándar
1	37.90	100.0%	37.90	19.0%	45.10
2	34.00	110.0%	37.40	19.0%	44.51
3	42.29	90.0%	38.06	19.0%	45.29
4	37.91	100.0%	37.91	19.0%	45.11
5	31.43	120.0%	37.72	19.0%	44.88
	36.71		37.80		44.98
Limpieza	Tiempo Observado	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normal	% de Suplement.	Tiempo estándar
1	7.20	100.0%	7.20	15.0%	8.28
2	7.90	90.0%	7.11	15.0%	8.18
3	8.99	80.0%	7.19	15.0%	8.27
4	5.92	120.0%	7.10	15.0%	8.17
5	5.36	125.0%	6.70	15.0%	7.71
	7.07		7.06		8.12

Anexo 8 Medición del trabajo Preparación de placa de Molino antes del EDT

Medición del trabajo					
Estudio N°: ET-002				Hoja N°: 1/2	
Comienzo:	Corte de placa		Fin:	Verificación de medida	
Corte de placa completa	Tiempo Observado	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normal	% de Suplement.	Tiempo estándar
1	18.20	100.0%	18.20	17.0%	21.29
2	19.13	95.0%	18.17	17.0%	21.26
3	16.33	115.0%	18.78	17.0%	21.97
4	18.07	100.0%	18.07	17.0%	21.14
5	15.06	120.0%	18.07	17.0%	21.14
	17.36		18.26		21.36
Verificación de medida	Tiempo Observado	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normal	% de Suplement.	Tiempo estándar
1	6.80	95.0%	6.46	15.0%	7.43
2	6.55	95.0%	6.22	15.0%	7.16
3	7.81	85.0%	6.64	15.0%	7.63
4	6.34	100.0%	6.34	15.0%	7.29
5	8.28	80.0%	6.62	15.0%	7.62
	7.16		6.46		7.43
Trazo de plantilla	Tiempo Observado	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normal	% de Suplement.	Tiempo estándar
1	12.88	115.0%	14.81	15.0%	17.03
2	14.86	100.0%	14.86	15.0%	17.09
3	13.54	110.0%	14.89	15.0%	17.13
4	14.90	100.0%	14.90	15.0%	17.14
5	14.80	100.0%	14.80	15.0%	17.02
	14.20		14.85		17.08
Rolado	Tiempo Observado	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normal	% de Suplement.	Tiempo estándar
1	42.73	105.0%	44.87	18.0%	52.94
2	48.52	95.0%	46.09	18.0%	54.39
3	45.47	100.0%	45.47	18.0%	53.65
4	47.76	95.0%	45.37	18.0%	53.54
5	45.71	100.0%	45.71	18.0%	53.94
	46.04		45.50		53.69

Medición del trabajo					
Estudio N°: ET-002					Hoja N°: 2/2
Comienzo:	Corte de placa		Fin:	Verificación de medida	
Corte preciso	Tiempo Observado	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normal	% de Suplement.	Tiempo estándar
1	17.22	90.0%	15.50	19.0%	18.44
2	17.42	90.0%	15.68	19.0%	18.66
3	15.22	105.0%	15.98	19.0%	19.02
4	16.73	95.0%	15.89	19.0%	18.91
5	16.05	100.0%	16.05	19.0%	19.10
	16.53		15.82		18.83
Biselado con esmeril	Tiempo Observado	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normal	% de Suplement.	Tiempo estándar
1	49.70	90.0%	44.73	22.0%	54.57
2	54.22	85.0%	46.09	22.0%	56.23
3	45.78	100.0%	45.78	22.0%	55.85
4	45.24	100.0%	45.24	22.0%	55.19
5	47.47	95.0%	45.10	22.0%	55.02
	48.48		45.39		55.37
Verificación de medidas	Tiempo Observado	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normal	% de Suplement.	Tiempo estándar
1	7.31	95.0%	6.94	15.0%	7.99
2	6.88	100.0%	6.88	15.0%	7.91
3	7.26	95.0%	6.90	15.0%	7.93
4	6.65	105.0%	6.98	15.0%	8.03
5	5.75	120.0%	6.90	15.0%	7.94
	6.77		6.92		7.96

Anexo 9 Análisis Crítico del Proceso de Corte de Placa de Molino

Indicador	Preguntas	Respuestas
Propósito	¿Qué se hace?	Se corta la sección del cuerpo de molino que está dañado, empleando proceso oxiacetileno.
	¿Por qué se hace?	Porque se tiene que reemplazar la sección del molino que se encuentra desgastado. Con una placa de acero del espesor original (1/2").
	¿Qué otra cosa podría hacerse?	Cambiar el proceso de corte, empleando propano como gas combustible. O cambiar el proceso de corte empleando una máquina de plasma.
	¿Qué debería hacerse	Cambiar el gas combustible; por propano, que es más barato y es más fácil el reemplazo de los balones.
Lugar	¿Dónde se hace?	En la zona de molienda esmalte dentro de planta, donde se encuentras los molinos de bolas.
	¿Por qué se hace allí?	los molinos de bolas de marca SACMI, tiene un peso ente 7 y 15 toneladas y dimensiones que complican su transporte a taller.
	¿En qué otro lugar podría hacerse?	resulta muy complicado la movilización de los molinos a un taller, debido a las dimensiones propias y las estructuras metálicas existentes en planta.
Sucesión	¿Cuándo se hace?	después de realizar una evaluación por ensayos no destructivos.
	¿Por qué se hace en ese momento?	la evaluación permite conocer las dimensiones de la zona a reparar.
Persona	¿Quién lo hace?	lo realiza un operario, que cuenta con capacitación para trabajo en caliente, conocimientos en el uso de equipos de oxicorte y amoladoras.
	¿Por qué lo hace esa persona?	es un operario con habilidad y fuerza física para realizar la actividad.
Medios	¿Cómo se hace?	se emplea un equipo de oxicorte, de emplea oxígeno y acetileno para generar la llama de corte
	¿Por qué se hace de ese modo?	es el proceso de corte flexible y manual.
	¿De qué otro modo podría hacerse?	se podría cortar empleando discos de corte, o proceso de corte por plasma, o cambiar el gas combustible por propano.
	¿Cómo debería hacerse?	se debería cambiar el gas por propano que es más barato y su abastecimiento es más sencillo.

Anexo 10 Análisis Crítico del Proceso de Biselado de Placa de Molino

Indicador	Preguntas	Respuestas
Propósito	¿Qué se hace?	Se bisela el borde de la placa, como preparación para la aplicación de la soldadura.
	¿Por qué se hace?	porque se asegura una buena resistencia en la unión soldada entra la placa nueva y el cuerpo del molino.
Lugar	¿Dónde se hace?	En la zona de molienda esmalte dentro de planta, donde se encuentras los molinos de bolas.
	¿Por qué se hace allí?	los molinos de bolas de marca SACMI, tiene un peso ente 7 y 15 toneladas y dimensiones que complican su transporte a taller.
	¿En qué otro lugar podría hacerse?	resulta muy complicado la movilización de los molinos a un taller, debido a las dimensiones propias y las estructuras metálicas existentes en planta.
Sucesión	¿Cuándo se hace?	después de realizar el corte de la placa del molino.
	¿Por qué se hace en ese momento?	porque en ese momento los bordes se encuentran con rebabas
Persona	¿Quién lo hace?	lo realiza un operario, que cuenta con capacitación para trabajo en caliente, conocimientos en el uso de equipos de oxicorte y amoladoras.
	¿Por qué lo hace esa persona?	es un operario con habilidad y fuerza física para realizar la actividad.
Medios	¿Cómo se hace?	se emplea una amoladora angular de 7" (1700W de potencia) con discos de desbaste.
	¿Por qué se hace de ese modo?	es la manera en cómo siempre lo han realizado
	¿De qué otro modo podría hacerse?	Se podría realizar el biselado durante el proceso de oxicorte. Se podría dar una inclinación a la llama de corte para que se corte y se bisele al mismo tiempo. El biselado seria aproximado y se ajustaría con un desbaste de menor tiempo. Ayudaría a reducir la cantidad de trabajo para el biselado de la paca del molino.
	¿Cómo debería hacerse?	se debería dar la forma del bisel durante el corte. Y una limpieza de las rebabas por desbaste. Usar una amoladora de 4 1/2" (marca FEIN) ligera que reemplace a la amoladora de 7". Y cambiar los discos de desbaste por discos POLIFAN G40 de zirconio. (Marca PFERD)

Anexo 11 Análisis Crítico del Proceso de Posicionamiento de Placa de Molino

Indicador	Preguntas	Respuestas
Propósito	¿Qué se hace?	se carga manualmente la placa nueva (rolada) para colocarla (apuntalar) en el cuerpo de molino
	¿Por qué se hace?	se tiene que levantar la placa nueva con espesor original para posicionarlo sobre el cuerpo de molino
	¿Qué otra cosa podría hacerse?	se podría emplear apoyo mecánico para levantar la placa nueva. Evitando la carga manual.
	¿Qué debería hacerse	usar un tecle que minimice el esfuerzo realizado para levantar la placa nueva.
Lugar	¿Dónde se hace?	En la zona de molienda esmalte dentro de planta, donde se encuentran los molinos de bolas.
	¿Por qué se hace allí?	los molinos de bolas de marca SACMI, tiene un peso entre 7 y 15 toneladas y dimensiones que complican su transporte a taller.
	¿En qué otro lugar podría hacerse?	resulta muy complicado la movilización de los molinos a un taller, debido a las dimensiones propias y las estructuras metálicas existentes en planta.
Sucesión	¿Cuándo se hace?	cuando ya se ha cortado la placa del cuerpo de molino. Y luego del proceso de biselado.
	¿Por qué se hace en ese momento?	porque luego del biselado la placa nueva estará lista para unirse con la aplicación de soldadura.
Persona	¿Quién lo hace?	lo realizan tres operarios, aptos para realizar cargas manuales
	¿Por qué lo hace esa persona?	por falta de procedimiento de trabajo.
	¿Quién debería hacerlo?	debería realizarlo un solo operario.
Medios	¿Cómo se hace?	tres operarios levantan la placa de acero rolada para colocarla en su posición final.
	¿Por qué se hace de ese modo?	porque el peso aproximado de la placa de acero es de 60 Kg. Y lo máximo que debe cargar una persona es 25Kg.
	¿De qué otro modo podría hacerse?	se podría realizar con el uso de un tecle. Un solo operario bastaría para elevar la placa hasta su posición final.
	¿Cómo debería hacerse?	se debería colocar un tecle en la estructura superior. Y colocando una oreja en la placa levantarla hasta poder colocarlo en su posición final.

Anexo 12 Análisis Crítico del Proceso de Soldeo de Placa de Molino

Indicador	Preguntas	Respuestas
Propósito	¿Qué se hace?	se suelda la placa nueva rolada con el cuerpo del molino.
	¿Por qué se hace?	con el reemplazo de la placa , se asegura la vida util y el buen funcionamiento del molino de bolas
	¿Qué otra cosa podría hacerse?	se podría emplear apoyo mecanico para levantar la placa nueva. Evitando la carga manual.
	¿Qué debería hacerse	usar un teclé que minimice el esfuerzo realizado para levantar la placa nueva.
Lugar	¿Dónde se hace?	En la zona de molienda esmalte dentro de planta, donde se encuentras los molinos de bolas.
	¿Por qué se hace allí?	los molinos de bolas de marca SACMI, tiene un peso ente 7 y 15 toneladas y dimensiones que complican su transporte a taller.
	¿En qué otro lugar podría hacerse?	resulta muy complicado la movilizacion de los molinos a un taller, debido a las dimensiones propias y las estructuras metalicas existentes en planta.
Sucesión	¿Cuándo se hace?	cuando ya se ha cortado la placa del cuerpo de molino. Y luego del proceso de biselado.
	¿Por qué se hace en ese momento?	porque luego del biselado la placa nueva estará lista para unirse con la aplicación de soldadura.
Persona	¿Quién lo hace?	el soldeo esta a cargo de un operario soldador con calificacion en posicion de soldadura 3G.
	¿Por qué lo hace esa persona?	la calificacion del soldador demuestra la habilidad que tiene para soldar en ciertas posiciones de soldadura requeridos para el servicio.
	¿Qué características debería tener la	el operario soldador debe tener criterio, ser paciente y contar con capacitaciones para la aplicación de soldadura de reparacion.
Medios	¿Cómo se hace?	el soldador emplea electrodos E-7018 (secos) de 1/8". Y repite siete veces. Hasta completar los cordones de soldadura de unen la placa nueva rolada con el cuerpo del molino.
	¿Por qué se hace de ese modo?	porque de esta forma las reparaciones fueron exitosas y los molinos reparados funcionan correctamente.
	¿De qué otro modo podría hacerse?	se podría hacer un cambio en el diametro del electrodo. Ademas de usar electrodos de 1/8" se podría usar electrodos de 3/16" para reducir el numero de cordones y tambien el tiempo de soldeo.
	¿Cómo debería hacerse?	se debería usar electrodos de 1/8" para los dos primeros cordones. Y luego usar electrodos de 3/16" hasta completar la junta. Esto reducirá el tiempo de soldeo.

Anexo 13 Análisis Crítico del Proceso de Martilleo de Placa de Molino

Indicador	Preguntas	Respuestas
Propósito	¿Qué se hace?	se golpea con un martillo y cincel en la zona soldada de manera manual.
	¿Por qué se hace?	porque el cordón de soldadura requiere liberación de tensión. Y con el golpe se genera esta liberación de tensiones.
	¿Qué otra cosa podría hacerse?	se podría emplear un escariador (eléctrico o neumático) para reducir el esfuerzo del operario, y reducir el tiempo.
	¿Qué debería hacerse?	se debería usar un escariador neumático. Porque en la planta cuentan con puntos de consumo de aire comprimido.
Lugar	¿Dónde se hace?	En la zona de molienda esmalte dentro de planta, donde se encuentran los molinos de bolas.
	¿Por qué se hace allí?	los molinos de bolas de marca SACMI, tiene un peso entre 7 y 15 toneladas y dimensiones que complican su transporte a taller.
	¿En qué otro lugar podría hacerse?	resulta muy complicado la movilización de los molinos a un taller, debido a las dimensiones propias y las estructuras metálicas existentes en planta.
Sucesión	¿Cuándo se hace?	se realiza el martilleo inmediatamente después de realizar cada cordón de soldadura.
	¿Por qué se hace en ese momento?	porque durante la soldadura se genera tensiones internas en el metal.
Persona	¿Quién lo hace?	el martilleo está a cargo de un ayudante. Que cuenta con poco conocimiento sobre la importancia del martilleo.
	¿Por qué lo hace esa persona?	esta tarea se considera de bajo riesgo por lo que se le encarga a un ayudante.
	¿Qué otra persona podría hacerlo?	Podría hacerlo el operario esmerilador.
	¿Quién debería hacerlo?	debería realizarlo el operario esmerilador que cuenta con mayor criterio para el martilleo y uso de herramientas neumáticas.
Medios	¿Cómo se hace?	se toma el cincel plano y el martillo, se golpea en el cordón de soldadura. La finalidad es retirar la escoria y liberar la tensión producto de la temperatura generada por la soldadura (1500°C)
	¿Por qué se hace de ese modo?	porque de esta forma las reparaciones fueron exitosas y los molinos reparados funcionan correctamente.
	¿De qué otro modo podría hacerse?	luego del cordón de soldadura se podría usar un escariador neumático.
	¿Cómo debería hacerse?	luego de cada cordón de soldadura se debería realizar el martilleo con un escariador neumático lo que ayudaría a la liberación de tensiones y a su vez limpiar el cordón de las escorias, eliminando el escobillado.

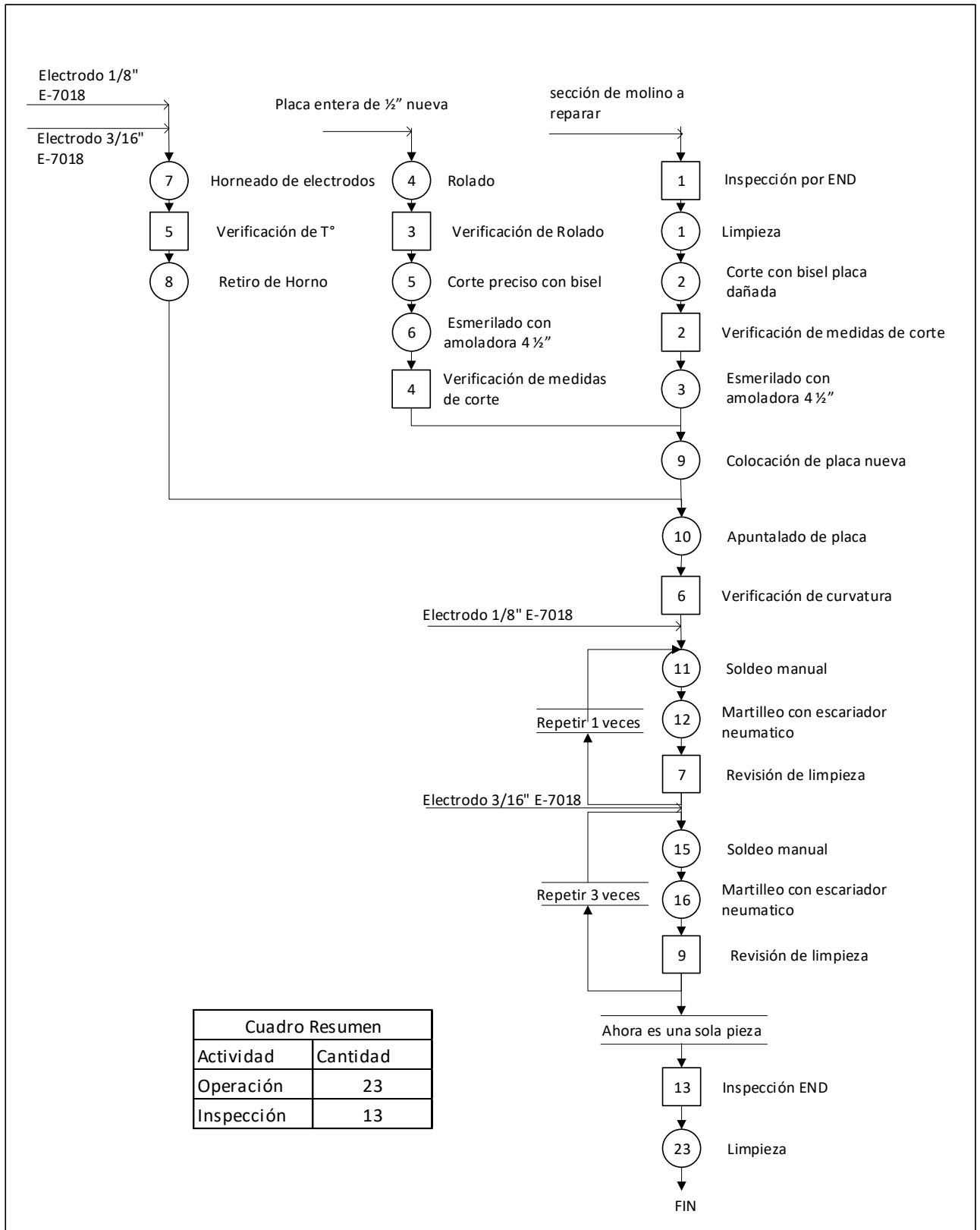
Anexo 14 Análisis Crítico del Proceso de Habilitado de Placa nueva de Molino

Indicador	Preguntas	Respuestas
Propósito	¿Qué se hace?	Se corta una sección de una plancha de 1/2" x 4'x8' para rolarla.
	¿Por qué se hace?	Porque se requiere solo una sección de la plancha.
	¿Qué otra cosa podría hacerse?	se podría evitar el corte de la plancha, si se lleva la plancha entera a rolar.
	¿Qué debería hacerse	se debería rolar la plancha entera. Para eliminar la actividad de corte. Esto reduce el tiempo de habilitación de la placa y permite tener placas en stock.
Lugar	¿Dónde se hace?	En el taller
	¿Por qué se hace allí?	porque es el primer lugar a donde llega la plancha. Y se corta antes de enviarlo al servicio de rolado.
	¿En qué otro lugar podría hacerse?	se podría realizar el corte en planta.
	¿Dónde debería hacerse?	se debería cortar en planta.
Sucesión	¿Cuándo se hace?	luego de realizar la inspección por END al cuerpo del molino. Y antes del servicio de rolado.
	¿Por qué se hace en ese momento?	porque la inspección determina la zona a reparar.
	¿Cuándo podría hacerse?	el corte de la placa entera se podría hacer luego de ser rolado.
	¿Cuándo debería hacerse?	se debería cortar después de realizar el rolado. Lo que permite disminuir el tiempo de habilitación de la placa que se colocará en el molino.
Persona	¿Quién lo hace?	lo realiza un operario, que cuenta con capacitación para trabajo en caliente, conocimientos en el uso de equipos de oxicorte y amoladoras.
	¿Por qué lo hace esa persona?	es un operario con habilidad y fuerza física para realizar la actividad.
Medios	¿Cómo se hace?	se emplea un equipo de oxicorte, de emplea oxígeno y acetileno para generar la llama de corte.
	¿Por qué se hace de ese modo?	es el proceso de corte flexible y manual.
	¿De qué otro modo podría hacerse?	se podría cortar empleando discos de corte, o proceso de corte por plasma, o cambiar el gas combustible por propano.
	¿Cómo debería hacerse?	se debería usar el proceso de oxipropano.

Anexo 15 Análisis Crítico del Proceso de Desbaste de Placa nueva de Molino

Indicador	Preguntas	Respuestas
Propósito	¿Qué se hace?	Se desbasta el borde de la placa, como preparación para la aplicación de la soldadura.
	¿Por qué se hace?	porque se asegura una máxima resistencia en la unión soldada entra la placa nueva y el cuerpo del molino.
Lugar	¿Dónde se hace?	En la zona de molienda esmalte dentro de planta, donde se encuentras los molinos de bolas.
	¿Por qué se hace allí?	los molinos de bolas de marca SACMI, tiene un peso ente 7 y 15 toneladas y dimensiones que complican su transporte a taller.
	¿En qué otro lugar podría hacerse?	resulta muy complicado la movilización de los molinos a un taller, debido a las dimensiones propias y las estructuras metálicas existentes en planta.
Sucesión	¿Cuándo se hace?	después de realizar el corte de la placa del molino.
	¿Por qué se hace en ese momento?	porque en ese momento los bordes se encuentran con rebabas
Persona	¿Quién lo hace?	lo realiza un operario, que cuenta con capacitación para trabajo en caliente, conocimientos en el uso de equipos de oxicorte y amoladoras.
	¿Por qué lo hace esa persona?	es un operario con habilidad y fuerza física para realizar la actividad.
Medios	¿Cómo se hace?	se emplea una amoladora angular de 7" (1700W de potencia) con discos de desbaste.
	¿Por qué se hace de ese modo?	es la manera en cómo siempre lo han realizado
	¿De qué otro modo podría hacerse?	Se podría usar discos POLIFAN de 4 1/2" G40, que son más ergonómicos y de mayor rendimiento que los discos de desbaste. se podría cambiar la amoladora angular de 7" por una de 4 1/2" de 1200W de potencia. Que es más ligera y fácil de manipular.
	¿Cómo debería hacerse?	Usar una amoladora de 4 1/2" (marca FEIN) ligera que reemplace a la amoladora de 7". Y cambiar los discos de debate por discos POLIFAN G40 de zirconio. (Marca PFERD)

Anexo 16 DOP de reparación por soldadura después del EDT



Cuadro Resumen	
Actividad	Cantidad
Operación	23
Inspección	13

Anexo 17 DAP – Reparación de molino de bolas después del EDT

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO								
Diagrama N°: DAP-01	Hoja N°: 1/1	OPERARIO		MATERIAL		EQUIPO <input checked="" type="checkbox"/>		
Objeto: Molino de bolas que se encuentra desgastado		RESUMEN						
		ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO	AHORROS			
Proceso analizado: Reparación de molino de bolas		Operación	13	11	-2			
		Transporte	1	1	0			
Método: Actual <input type="checkbox"/> Propuesto <input checked="" type="checkbox"/>		Demora	2	2	0			
		Inspección	7	5	-2			
Localización: molienda esmalte		Almacenamiento	0	0	0			
		Distancia (m)	45	45	0			
Elaborado por: Antony Cusquisibán		Comentarios						
Fecha: 12/06/2021								
Aprobado por: Willver García								
Fecha: 12/06/2021								
Descripción de los eventos	Tiempo (min)	Distancia (m)	Símbolo					Observaciones
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Inspeccionado de zona desgastada								Ensayo no destructivo: LP/MT/UT
Limpieza de zona inspeccionada								
Trazado para reparación								
Cortado con bisel de sección rectangular								Proceso oxipropano
Verificación de medida de corte y ángulo de bisel								Galga
Enfriamiento de placa de molino								
Traslado de sección cortada		45						Hacia zona de chatarra
Esmerilado								Esmeril 4 1/2" con polifan
Soldeo de anillo para elevar placa nueva								
Colocación de tecla para elevar placa								
Colocación de placa rolada y cortada								
Apuntalado de placa nueva con molino								
Verificación de radio de curvatura								∅2000 mm
Soldeo manual								E-7018 de 1/8" y 3/16"
Martilleo								Con escariador neumático
Revisión de limpieza de cordón								
Enfriamiento de placa de molino								
Inspeccionado soldadura de reparación								Ensayo no destructivo: LP/MT/UT
Limpieza de zona inspeccionada								
TOTAL		45	11	1	2	5	0	

Anexo 18 DAP – Habilitado, transporte y colocación placa nueva de bolas después del EDT

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO								
Diagrama N°: DP-A02	Hoja N°: 1/1	OPERARIO		MATERIAL	<input checked="" type="checkbox"/>	EQUIPO		
Objeto: plancha de 1/2" de espesor para colocación en molino		RESUMEN						
		ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO	AHORROS			
Proceso analizado: habilitado, transporte y colocación de plancha nueva		Operación	12	9	-3			
		Transporte	4	4	0			
Metodo: Actual <input type="checkbox"/> Propuesto <input checked="" type="checkbox"/>		Demora	1	1	0			
		Inspección	4	2	-2			
Localización: molienda esmalte		Almacenamiento	0	0	0			
		Distancia (Km)	57.55	61.04	3.49			
Operario:		Tiempo (s)						
		Costo						
Elaborado por: Antony Cusquisibán		Fecha: 12/062021	Comentarios					
Aprobado por: Willver Garcia		Fecha: 12/062021						
Descripción de los eventos	Tiempo (min)	Distancia (Km)	Símbolo					Observaciones
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Transportado a taller de rolado		4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	En camión
Descargado con montacarga			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Montacarga alquilado
Rolado según plantilla			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Roladora en otro taller
Cargado con montacarga a camion			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Montacarga alquilado
Transportado a planta		56.8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	En camión
Verificación de radio de curvatura			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Transportado a zona de almacen en planta		0.24	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Descargado en zona de almacen			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Montacarga de cliente
Trazado según corte en molino			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Cortado con bisel según corte de molino			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Con oxipropanno
Esmerilado			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Con amoladora de 4 1/2" y disco polifan
Verificación de angulo de bisel			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Galga
Transportado a zona de molino		0.04	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
espera colocacion de maniobra			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Elevado manual de plancha			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Uso de tecle
Colocación en Cuerpo de molino			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
TOTAL		61.04	9	4	1	2	0	

Anexo 19 DAP – Reparación de molino de bolas después del EDT

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO								
Diagrama N°: DAP-03	Hoja N°: 1/1	OPERARIO	<input checked="" type="checkbox"/>	MATERIAL	<input type="checkbox"/>	EQUIPO	<input type="checkbox"/>	
Objeto: Molino de bolas		RESUMEN						
		ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO	AHORROS			
Proceso analizado: Soldeo de molino de bolas		Operación	20	12			-8	
		Transporte	0	0			0	
		Demora	7	5			-2	
Método:		Inspección	7	7			0	
Actual <input type="checkbox"/>		Almacenamiento	0	0			0	
Propuesto <input checked="" type="checkbox"/>								
Localización:		Distancia (m)						
Molienda esmalte		Tiempo (s)						
Operario:		Costo						
Soldador-Segundo Torres		Total						
Elaborado por: Antony Cusquisibán		Fecha: 12/06/2021		Comentarios				
Aprobado por: Willver García		Fecha: 12/06/2021						
Descripción de los eventos	Tiempo (min)	Distancia (m)	Símbolo					Observaciones
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Conecta máquina de soldar			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Maquina inversora Miller XMT 350 CC/CV
Conecta tenaza y portaelectrodo			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
verifica parámetros en la maquina de soldar			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Se regula 80 - 120 Amperios
Coge electrodo 7018 1/8" seco del horno			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Previo secado de 2h a 250°C
Apultala placa rolada 1/2" a cuerpo de molino			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cuerpo de molino es placa de 1/2"
Precalienta a 150 °C la zona a soldar			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Proceso oxipropano
verifica temperatura de plancha			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Con pirometro T 200°C
Suelda primer pase de raiz con E7018 1/8"			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
verifica temperatura de plancha			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Con pirometro T 200°C
Espera Martilleo			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Con escariador neumatico
Suelda segundo pase con E 7018 1/8"			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Espera Martilleo			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Con escariador neumatico
Mide temperatura de plancha			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Con pirometro T 200°C
verifica parámetros en la maquina de soldar			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Se regula 180 - 220 Amperios
suelda tercer pase con E 7018 3/16"			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Espera Martilleo			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Con escariador neumatico
suelda cuarto pase con E 7018 3/16"			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Espera Martilleo			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Con escariador neumatico
Verifica limpieza			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
suelda quinto pase (acabado) con E 7018 3/16"			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Espera Martilleo			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Con escariador neumatico
Verifica limpieza			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Calienta toda seccion reparada			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Proceso oxipropano
Cubre con manta ignifuga			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
TOTAL			12	0	5	7	0	

Anexo 20 Diagrama de Actividades Múltiples reparación por soldadura después del EDT

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MULTIPLES				
Tema del diagrama: Reparación por soldadura de molino de bolas			N° Diagrama: DM-001	
Comienzo del diagrama: Corte de placa dañada 70cmx70cm			Método	Propuesto
Termino del diagrama: Esmerilado			Elaborado por	A. Cusquisibán
Fecha	12/06/2021	Operario	Esmerilador	Ayudante
		S. Torres	J. Zamora	L. Soplopuco
Tiem.	Operario	Esmerilador	Ayudante	
	Actividad	Actividad	Actividad	
5	Posicionan molino para corte de placa			
10				
15	realiza trazo de corte		prepara equipo oxicorte	
20				
25		corta y bisela placa desgastada del molino		
30				
35				
40				
45				
50				
55				
60				
65	Verifica medida y bisel de corte		prepara el esmeril de 4 1/2"	
70	Descargan la placa al suelo			
75				
80	transporta placa a zona de chatarra	esmerilado con amoladora de 4 1/2" y disco polifan	transporta placa a zona de chatarra	
85				
90	posiciona el molino		posiciona el molino	
95		esmerilado con amoladora de 4 1/2" y disco polifan	cambio de disco	
100				
105	posiciona el molino		posiciona el molino	
110		esmerilado con esmeril de 4 1/2" y disco polifan		
115	verifica medida final de bisel			
Resumen y Análisis de la información				
Tipo	Tiempo Ocioso	Tiempo Productivo	Tiempo de Ciclo	% utilización
Operario	60.00	55.00	115.00	48%
Esmerilador	25.00	90.00	115.00	78%
Ayudante	55.00	60.00	115.00	52%

Anexo 21 Diagrama de Actividades Múltiples proceso de soldadura después del EDT

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MULTIPLES				
Tema del diagrama: Reparación por soldadura de molino de bolas			N° Diagrama: DM-002	
Comienzo del diagrama: Colocación placa rolada nueva 70cm x 70cm			Método	Propuesto
Termino del diagrama: Revisión soldeo 2 pases raiz			Elaborado por	A. Cusquisibán
Fecha	12/06/2021	Operario	Esmerilador	Ayudante
		S. Torres	J. Zamora	L. Soplopuco
Tiem.	Operario	Esmerilador	Ayudante	
	Actividad	Actividad	Actividad	
5	colocan la placa rolada nueva en el cuerpo del molino de bolas			
10				
15				
20	Apuntala la placa nueva y el cuerpo del molino	Ayudan conservando la posición de la placa nueva		
25				
30				
35	soldeo primer pase		alcanza electrodos al soldador	
40			Prepara escariador de agujas	
45				
50	descansa	Posicionan molino		
55				
60				
65	soldeo primer pase			
70		Realiza martilleo con escariador		
75				
80	Revisa limpieza			
85	soldeo segundo pase		alcanza electrodos al soldador	
90				
95				
100	descansa	Posicionan molino		
105				
110				
115	soldeo segundo pase		alcanza electrodos al soldador	
120		Realiza martilleo con escariador		
125				
130	Revisa limpieza			
Resumen y Análisis de la información				
Tipo	Tiempo Ocioso	Tiempo Productivo	Tiempo de Ciclo	% utilizacion
Operario	30.00	100.00	130.00	77%
Esmerilador	65.00	65.00	130.00	50%
Ayudante	60.00	70.00	130.00	54%

Anexo 22 Medición del trabajo reparación de Molino después del EDT

Medición del trabajo					
Estudio N°: ET-001			Hoja N°: 1/3		
Comienzo:	Inspeccion END		Fin:	Limpieza	

Inspeccion por END	Tiempo Observado	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normal	% de Suplement.	Tiempo estándar
1	36.73	105.0%	38.57	19.0%	45.89
2	39.67	100.0%	39.67	19.0%	47.21
3	39.91	100.0%	39.91	19.0%	47.49
4	43.04	90.0%	38.74	19.0%	46.10
5	38.70	105.0%	40.64	19.0%	48.36
	39.61		39.50		47.01

Limpieza	Tiempo Observado	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normal	% de Suplement.	Tiempo estándar
1	7.16	105.0%	7.52	15.0%	8.65
2	7.45	100.0%	7.45	15.0%	8.57
3	7.51	100.0%	7.51	15.0%	8.64
4	6.15	120.0%	7.38	15.0%	8.49
5	8.25	90.0%	7.43	15.0%	8.54
	7.30		7.46		8.58

Corte con bisel	Tiempo Observado	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normal	% de Suplement.	Tiempo estándar
1	41.07	95.0%	39.02	19.0%	46.43
2	38.40	100.0%	38.40	19.0%	45.70
3	39.76	95.0%	37.77	19.0%	44.95
4	37.29	105.0%	39.15	19.0%	46.59
5	41.49	90.0%	37.34	19.0%	44.44
	39.60		38.34		45.62

verificacion de medidas	Tiempo Observado	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normal	% de Suplement.	Tiempo estándar
1	6.42	100.0%	6.42	15.0%	7.38
2	5.92	105.0%	6.22	15.0%	7.15
3	6.43	100.0%	6.43	15.0%	7.39
4	6.29	105.0%	6.60	15.0%	7.60
5	5.94	105.0%	6.24	15.0%	7.17
	6.20		6.38		7.34

Medición del trabajo					
Estudio N°: ET-001					Hoja N°: 2/3
Comienzo:	Inspeccion END		Fin:	Limpieza	
Esmerilado	Tiempo Observado	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normal	% de Suplement.	Tiempo estándar
1	28.30	90.0%	25.47	22.0%	31.07
2	25.74	100.0%	25.74	22.0%	31.40
3	25.31	100.0%	25.31	22.0%	30.88
4	25.46	100.0%	25.46	22.0%	31.06
5	24.59	105.0%	25.82	22.0%	31.50
	25.88		25.56		31.18
Colocacion placa nueva	Tiempo Observado	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normal	% de Suplement.	Tiempo estándar
1	32.97	105.0%	34.62	18.0%	40.85
2	34.23	100.0%	34.23	18.0%	40.39
3	31.74	110.0%	34.91	18.0%	41.20
4	33.29	105.0%	34.95	18.0%	41.25
5	35.74	95.0%	33.95	18.0%	40.06
	33.59		34.53		40.75
apuntalado placa nueva	Tiempo Observado	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normal	% de Suplement.	Tiempo estándar
1	17.62	100.0%	17.62	15.0%	20.26
2	21.42	80.0%	17.14	15.0%	19.71
3	19.54	90.0%	17.59	15.0%	20.22
4	17.64	100.0%	17.64	15.0%	20.29
5	18.18	95.0%	17.27	15.0%	19.86
	18.88		17.45		20.07
verificacion curvatura	Tiempo Observado	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normal	% de Suplement.	Tiempo estándar
1	14.33	90.0%	12.90	17.0%	15.09
2	10.40	120.0%	12.48	17.0%	14.60
3	12.95	100.0%	12.95	17.0%	15.15
4	10.66	120.0%	12.79	17.0%	14.97
5	14.18	90.0%	12.76	17.0%	14.93
	12.50		12.78		14.95
soldeo manual	Tiempo Observado	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normal	% de Suplement.	Tiempo estándar
1	277.27	105.0%	291.13	20.0%	349.36
2	261.98	110.0%	288.18	20.0%	345.81
3	294.65	100.0%	294.65	20.0%	353.58
4	291.01	100.0%	291.01	20.0%	349.21
5	292.74	100.0%	292.74	20.0%	351.29
	283.53		291.54		349.85

Medición del trabajo					
Estudio N°: ET-001					Hoja N°: 3/3
Comienzo:	Inspeccion END		Fin:	Limpieza	

Martilleo	Tiempo Observado	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normal	% de Suplement.	Tiempo estándar
1	18.04	95.0%	17.14	17.0%	20.05
2	17.08	105.0%	17.93	17.0%	20.98
3	17.86	100.0%	17.86	17.0%	20.90
4	15.70	110.0%	17.27	17.0%	20.21
5	17.14	105.0%	18.00	17.0%	21.06
	17.16		17.64		20.64

Revisión de limpieza	Tiempo Observado	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normal	% de Suplement.	Tiempo estándar
1	6.41	120.0%	7.69	15.0%	8.85
2	7.61	100.0%	7.61	15.0%	8.75
3	7.20	110.0%	7.92	15.0%	9.11
4	8.39	95.0%	7.97	15.0%	9.17
5	7.34	105.0%	7.71	15.0%	8.86
	7.39		7.78		8.95

Inspeccion por END	Tiempo Observado	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normal	% de Suplement.	Tiempo estándar
1	39.42	100.0%	39.42	19.0%	46.91
2	40.02	100.0%	40.02	19.0%	47.62
3	41.84	95.0%	39.75	19.0%	47.30
4	35.63	110.0%	39.19	19.0%	46.64
5	40.59	100.0%	40.59	19.0%	48.30
	39.50		39.79		47.36

Limpieza	Tiempo Observado	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normal	% de Suplement.	Tiempo estándar
1	6.89	130.0%	8.96	15.0%	10.30
2	7.56	115.0%	8.69	15.0%	10.00
3	8.40	100.0%	8.40	15.0%	9.66
4	6.66	130.0%	8.66	15.0%	9.96
5	8.36	100.0%	8.36	15.0%	9.61
	7.57		8.61		9.91

Anexo 23 Medición del trabajo Preparación de placa de Molino después del EDT

Medición del trabajo					
Estudio N°: ET-002					Hoja N°: 1/1
Comienzo:	Rolado		Fin:	Verificación de medida	
Rolado	Tiempo Observado	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normal	% de Suplement.	Tiempo estándar
1	16.84	105.0%	17.68	18.0%	20.86
2	18.10	95.0%	17.20	18.0%	20.29
3	17.43	100.0%	17.43	18.0%	20.57
4	16.60	105.0%	17.43	18.0%	20.57
5	17.02	105.0%	17.87	18.0%	21.09
	17.20	1.02	17.52		20.68
Verificación de medida	Tiempo Observado	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normal	% de Suplement.	Tiempo estándar
1	8.36	95.0%	7.94	15.0%	9.13
2	7.31	105.0%	7.68	15.0%	8.83
3	7.79	100.0%	7.79	15.0%	8.96
4	6.24	120.0%	7.49	15.0%	8.61
5	5.89	130.0%	7.66	15.0%	8.81
	7.12		7.71		8.87
Corte con bisel	Tiempo Observado	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normal	% de Suplement.	Tiempo estándar
1	35.37	105.0%	37.14	19.0%	44.19
2	40.06	90.0%	36.05	19.0%	42.90
3	35.19	105.0%	36.95	19.0%	43.97
4	36.45	100.0%	36.45	19.0%	43.38
5	38.18	95.0%	36.27	19.0%	43.16
	37.05		36.57		43.52
Esmerilado	Tiempo Observado	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normal	% de Suplement.	Tiempo estándar
1	27.45	100.0%	27.45	22.0%	33.49
2	28.42	95.0%	27.00	22.0%	32.94
3	25.19	110.0%	27.71	22.0%	33.80
4	25.14	110.0%	27.65	22.0%	33.74
5	29.07	95.0%	27.62	22.0%	33.69
	27.05		27.49		33.53
Verificación de medidas	Tiempo Observado	Valoración ritmo de trabajo	Tiempo Normal	% de Suplement.	Tiempo estándar
1	7.70	85.0%	6.55	15.0%	7.53
2	5.71	110.0%	6.28	15.0%	7.22
3	5.94	105.0%	6.24	15.0%	7.17
4	6.65	95.0%	6.32	15.0%	7.27
5	6.18	100.0%	6.18	15.0%	7.11
	6.44		6.31		7.26

Anexo 24 Cuadro de Costos de Factores y registro de ingresos antes del EDT

Calculo de costo en MANO DE OBRA					
Descripción	Operaciones de Reparación de molino de Bolas				
	1	2	3	4	5
Horas hombre	192	192	192	192	192
costo hora hombre	S/ 13.54	S/ 13.54	S/ 13.54	S/ 13.54	S/ 13.54
costo total	S/ 2,600.00	S/ 2,600.00	S/ 2,600.00	S/ 2,600.00	S/ 2,600.00
Calculo de costo en MATERIALES					
Descripción	Operaciones de Reparación de molino de Bolas				
	1	2	3	4	5
Peso de plancha 1/2" en Kg	203.472	180.864	186.516	180.864	209.124
costo por Kg	S/ 3.60	S/ 3.60	S/ 3.60	S/ 3.60	S/ 3.60
costo total de plancha	S/ 732.50	S/ 651.11	S/ 671.46	S/ 651.11	S/ 752.85
consumo Oxígeno	10	10	10	10	10
Costo oxígeno por m3	S/ 45.00	S/ 45.00	S/ 45.00	S/ 45.00	S/ 45.00
costo total de oxígeno	S/ 450.00	S/ 450.00	S/ 450.00	S/ 450.00	S/ 450.00
consumo acetileno en Kg	4	4	4	4	4
Costo acetileno por kg	S/ 90.00	S/ 90.00	S/ 90.00	S/ 90.00	S/ 90.00
costo total de acetileno	S/ 360.00	S/ 360.00	S/ 360.00	S/ 360.00	S/ 360.00
consumo soldadura en Kg	22.9	20.4	21.4	20.45	22.4
Costo soldadura por kg	S/ 18.00	S/ 18.00	S/ 18.00	S/ 18.00	S/ 18.00
costo total de soldadura	412.2	367.2	385.2	368.1	403.2
Costo total de Abrasivos	264.168	220.968	264.168	232.128	268.416
Costo Total de Materiales	S/ 2,218.87	S/ 2,049.28	S/ 2,130.83	S/ 2,061.34	S/ 2,234.47
Cálculo de costo en SERVICIOS					
Descripción	Operaciones de Reparación de molino de Bolas				
	1	2	3	4	5
Cantidad de visitas para inspección	2	2	2	2	2
costo por visita para inspeccion	S/ 648.00	S/ 648.00	S/ 648.00	S/ 648.00	S/ 648.00
costo total	S/ 1,296.00	S/ 1,296.00	S/ 1,296.00	S/ 1,296.00	S/ 1,296.00
Distancia de recorrido en camion	116.9	116.9	116.9	116.9	116.9
costo de transporte por Km	S/ 4.64	S/ 4.64	S/ 4.64	S/ 4.64	S/ 4.64
costo total	S/ 541.95	S/ 541.95	S/ 541.95	S/ 541.95	S/ 541.95
Peso de plancha 1/2" en Kg	203.472	180.864	186.516	180.864	209.124
costo de rolado por Kg	S/ 1.60	S/ 1.60	S/ 1.60	S/ 1.60	S/ 1.60
costo total	S/ 325.56	S/ 289.38	S/ 298.43	S/ 289.38	S/ 334.60
Costo total de Servicios	S/ 2,163.50	S/ 2,127.33	S/ 2,136.37	S/ 2,127.33	S/ 2,172.55
Cálculo de costo en CAPITAL					
Descripción	Operaciones de Reparación de molino de Bolas				
	1	2	3	4	5
Capital invertido	S/ 6,982.37	S/ 6,776.61	S/ 6,867.20	S/ 6,788.67	S/ 7,007.01
Registro de Ingreso por Reparación de Molino de Bolas					
Descripción	Operaciones de Reparación de molino de Bolas				
	1	2	3	4	5
Monto de ingreso	S/ 20,440.00	S/ 16,582.95	S/ 18,225.00	S/ 17,943.55	S/ 22,561.00

Anexo 25 Cuadro de Costos de Factores y registro de ingresos después del EDT

Cálculo de costo en MANO DE OBRA					
Descripción	Operaciones de Reparación de molino de Bolas				
	1	2	3	4	5
Horas hombre	128	128	128	128	128
costo hora hombre	S/ 13.54	S/ 13.54	S/ 13.54	S/ 13.54	S/ 13.54
costo total	S/ 1,733.33	S/ 1,733.33	S/ 1,733.33	S/ 1,733.33	S/ 1,733.33
Cálculo de costo en MATERIALES					
Descripción	Operaciones de Reparación de molino de Bolas				
	1	2	3	4	5
Peso de plancha 1/2" en Kg	203.472	186.516	209.124	203.472	193.69875
costo por Kg	S/ 3.95	S/ 3.95	S/ 3.95	S/ 3.95	S/ 3.95
costo total de plancha	S/ 803.71	S/ 736.74	S/ 826.04	S/ 803.71	S/ 765.11
consumo Oxigeno	4	4	4	4	4
Costo oxigeno por m3	S/ 25.00	S/ 25.00	S/ 25.00	S/ 25.00	S/ 25.00
costo total de oxigeno	S/ 100.00	S/ 100.00	S/ 100.00	S/ 100.00	S/ 100.00
Consumo Gas propano Kg	5	5	5	5	5
Costo gas propano por kg	S/ 4.50	S/ 4.50	S/ 4.50	S/ 4.50	S/ 4.50
costo total de Gas Propano	S/ 22.50	S/ 22.50	S/ 22.50	S/ 22.50	S/ 22.50
consumo soldadura en Kg	25	25	25	25	25
Costo soldadura por kg	S/ 19.00	S/ 19.00	S/ 20.00	S/ 20.00	S/ 22.00
costo total de soldadura	S/ 475.00	S/ 475.00	S/ 500.00	S/ 500.00	S/ 550.00
Costo total de Abrasivos	S/ 214.56	S/ 182.52	S/ 227.38	S/ 202.10	S/ 198.00
Costo Total de Materiales	S/ 1,615.77	S/ 1,516.76	S/ 1,675.92	S/ 1,628.31	S/ 1,635.61
Cálculo de costo en SERVICIOS					
Descripción	Operaciones de Reparación de molino de Bolas				
	1	2	3	4	5
Cantidad de visitas para inspeccion	2	2	2	2	2
costo por visita para inspeccion	S/ 648.00	S/ 648.00	S/ 648.00	S/ 648.00	S/ 648.00
costo total	S/ 1,296.00	S/ 1,296.00	S/ 1,296.00	S/ 1,296.00	S/ 1,296.00
Distancia de recorrido en camion	116.9	116.9	116.9	116.9	116.9
costo de transporte por Km	S/ 4.56	S/ 4.56	S/ 4.56	S/ 4.56	S/ 4.56
costo total	S/ 533.06	S/ 533.06	S/ 533.06	S/ 533.06	S/ 533.06
Peso de plancha 1/2" en Kg	203.472	186.516	209.124	203.472	193.69875
costo de rolado por Kg	S/ 1.54	S/ 1.54	S/ 1.54	S/ 1.54	S/ 1.54
costo total	S/ 313.35	S/ 287.23	S/ 322.05	S/ 313.35	S/ 298.30
Costo total de Servicios	S/ 2,142.41	S/ 2,116.30	S/ 2,151.11	S/ 2,142.41	S/ 2,127.36
Cálculo de costo en CAPITAL					
Descripción	Operaciones de Reparación de molino de Bolas				
	1	2	3	4	5
Capital invertido	S/ 5,491.51	S/ 5,366.39	S/ 5,560.36	S/ 5,504.06	S/ 5,496.30
Registro de Ingreso por Reparación de Molino de Bolas					
Descripción	Operaciones de Reparación de molino de Bolas				
	1	2	3	4	5
Monto de ingreso	S/ 19,710.00	S/ 16,834.50	S/ 18,225.00	S/ 16,277.50	S/ 20,020.00

Anexo 26 Cuadro de Productividad Total y de factores antes del EDT

Tabla Resumen para el cálculo de Productividad de múltiples Factores					
Productividad	Operaciones de Reparación de molino de Bolas				
	1	2	3	4	5
Mano de Obra + Capital + Materiales + Servicios	1.46	1.22	1.33	1.32	1.61
Tabla Resumen para el cálculo de Productividad de un solo Factor					
Productividad	Operaciones de Reparación de molino de Bolas				
	1	2	3	4	5
Mano de Obra	7.86	6.38	7.01	6.90	8.68
Capital	2.93	2.45	2.65	2.64	3.22
Materiales	9.21	8.09	8.55	8.70	10.10
Servicios	9.45	7.80	8.53	8.43	10.38

Anexo 27 Cuadro de Productividad Total y de factores después del EDT

Tabla Resumen para el cálculo de Productividad de múltiples Factores					
Productividad	Operaciones de Reparación de molino de Bolas				
	1	2	3	4	5
Mano de Obra + Capital + Materiales + Servicios	1.79	1.57	1.64	1.48	1.82
Tabla Resumen para el cálculo de Productividad de un solo Factor					
Productividad	Operaciones de Reparación de molino de Bolas				
	1	2	3	4	5
Mano de Obra	11.37	9.71	10.51	9.39	11.55
Capital	3.59	3.14	3.28	2.96	3.64
Materiales	12.20	11.10	10.87	10.00	12.24
Servicios	9.20	7.95	8.47	7.60	9.41