

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**

“ESTUDIO DEL MÉTODO DE TRABAJO Y
TIEMPO ESTÁNDAR PARA MEJORAR LA
PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE
PRODUCCIÓN DE PERNOS DE COBRE EN UNA
METALMECÁNICA DE TRUJILLO - 2023”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Daniel Eliseo Guevara Carrasco

Asesor:

Mg. Enrique Martín Avendaño Delgado

<https://orcid.org/0000-0003-4403-0044>

Trujillo - Perú

2023

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Ing. Walter Estela Tamay	16684488
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Ing. Carlos Enrique Mendoza Ocaña	17806063
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Ing. Mario Alberto Alfaro Cabello	07752467
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

INFORME DE SIMILITUD

ESTUDIO DEL MÉTODO DE TRABAJO Y TIEMPO ESTÁNDAR PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PERNOS DE COBRE EN UNA METALMECÁNICA DE TRUJILLO - 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	8%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	6%

Excluir citas	Activo	Exclude assignment template	Activo
Excluir bibliografía	Activo	Excluir coincidencias	< 1%

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida, ser mi sustento en momentos de debilidad y darme la fuerza para no rendirme en mi camino profesional.

A mis padres, quienes fueron mis pilares en todo momento desde que tuve uso de razón, quienes son mi motivo de superación.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios por haberme dado la vida y darme las fuerzas necesaria en mi camino profesional, a mis padres quienes durante muchos años fueron mi respaldo y siempre confiaron en mí, a mi asesor por los consejos tan detallados y la paciencia en estos meses en el desarrollo de mi tesis, a los pocos amigos que confiaron en mí y sus palabras de aliento.

Tabla de contenido

JURADO EVALUADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
TABLA DE CONTENIDO	6
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	9
RESUMEN	10
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	11
1.1. Realidad problemática	11
1.2. Antecedentes de la investigación	13
1.2.1. Antecedente internacional	13
1.2.2. Antecedente nacional	14
1.2.3. Antecedente local	15
1.3. Bases teóricas	16
1.4. Definición de términos	20
1.5. Problema	21
1.6. Objetivos	21
1.6.1. Objetivo general	21
1.6.2. Objetivos específicos	21
1.7. Hipótesis	21
1.8. Justificación	21

1.9. Aspectos éticos	22
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	24
2.6. Evaluación económico-financiera	52
CAPÍTULO III: RESULTADOS	56
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	59
4.1. Discusión	59
4.2. Conclusiones	62
4.3. Recomendaciones	63
REFERENCIAS	64
ANEXOS	66

Índice de tablas

Tabla 1 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	26
Tabla 2 Operacionalización de las variables	28
Tabla 3 Cusos raíces principales del problema.....	34
Tabla 4 Puntaje de las cusas raíces	35
Tabla 5 Matriz de priorización	35
Tabla 6 Matriz de Indicadores	37
Tabla 7 Actividades iniciales.....	38
Tabla 8 Diagrama Bimanual inicial.....	40
Tabla 9 Diagrama de procesos inicial.....	41
Tabla 10 Tiempo inicial.....	42
Tabla 11 Actividades propuestas	44
Tabla 12 Diagrama Bimanual inicial.....	46
Tabla 13 Diagrama de procesos propuesto	47
Tabla 14 Tiempo propuesto	48
Tabla 15 Tiempo posterior al estudio	51
Tabla 16 Suplementos de tiempo final	51
Tabla 17 Costos básicos de oficina.....	53
Tabla 18 Análisis económico del diseño de mejora	54
Tabla 19 Indicadores financieros.....	55
Tabla 20 Actividades realizadas por el operario.....	56
Tabla 21 Estudio de tiempos	57
Tabla 22 Productividad de las actividades.....	58

Índice de figuras

Figura 1 Manufactura: evolución del crecimiento (enero-junio 2022)	12
Figura 2 Ingeniería de métodos	17
Figura 3 Organigrama de la empresa.....	31
Figura 4 Diagrama de Ishikawa.....	33
Figura 5 Diagrama de Pareto	36
Figura 6 Diagrama de Operaciones inicial	39
Figura 7 Diagrama de Operaciones propuesto	45
Figura 7 Diagrama de recorrido propuesto.....	50
Figura 9 Diagrama de recorrido propuesto.....	56
Figura 9 Diagrama de recorrido propuesto.....	57
Figura 10 Diagrama de recorrido propuesto.....	58

RESUMEN

La presente investigación se ha marcado el objetivo general que buscar determinar en qué medida el estudio del método de trabajo y tiempo estándar va a mejorar la productividad de la línea de producción de pernos de cobre en una metalmecánica., la cual respondió al problema formulado: ¿En qué medida el estudio del método de trabajo y tiempo estándar va a mejorar la productividad en la línea de producción de pernos de cobre en una metalmecánica? Por lo mismo, esta investigación es de tipo aplicada, enfoque cuantitativo, análisis explicativo - longitudinal y diseño preexperimental, tomando como muestra 35 ciclos repetitivos realizados antes y después de la implementación. Se aplicó la técnica de la observación directa y análisis documental con los respectivos instrumentos de recolección de datos, con lo cual se obtuvo como resultado que el estudio permite mejorar el método de trabajo y estandarizar los tiempos, donde el operario ahora realizará las actividades utilizando 5 veces la mano izquierda y 4 veces la mano derecha, con un productividad de las actividades es de 53.84%, siendo viable económicamente debido que presenta un VAN de S/ 4,415.68, un TIR de 21.80%, un beneficio costo del 2.92 y un COK de 1.28%. Se concluye que la productividad paso de 38.46% a 53.84% confirmando la mejora de la productividad al aplicar el estudio del método de trabajo y tiempo estándar.

PALABRAS CLAVES: Método de trabajo, Tiempo estándar, Productividad, Manufactura, Metalmecánica.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En el contexto internacional, se analizó la productividad en más de 20 países, principalmente en empresas dedicadas al rubro de las empresas manufactureras donde desarrollan y producen piezas metálicas, de los cuales se pudo constatar que el despegue comercial que ha tenido este sector tiene un crecimiento del 4.1% anual desde los últimos diez años, siendo Estados Unidos con mayor despegue debido a factores que impulsan una economía más competitiva y dinámica (Mas & Robledo, 2018).

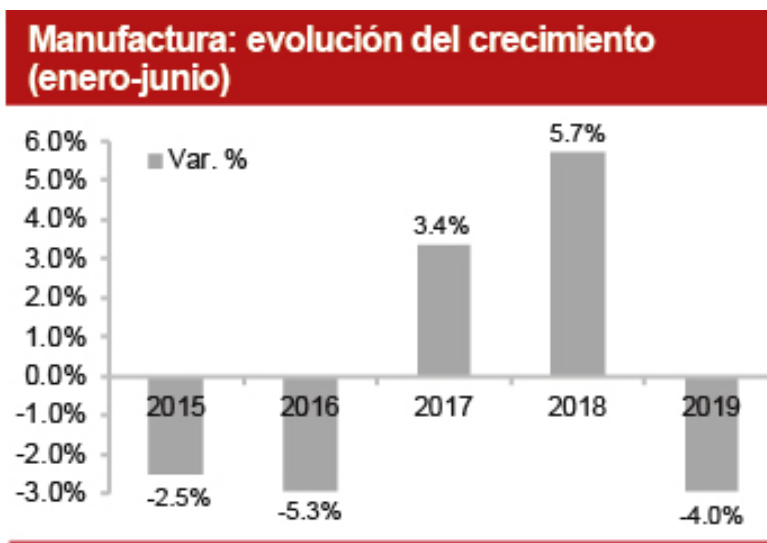
Así mismo, en Latinoamérica, el rubro dedicado a la manufactura de piezas metálicas es en su mayoría a base de cobre, el cual es un elemento abundante, y su producción es continua debido a la alta demanda de piezas metálicas (Instituto Peruano de Economía, 2017). Muchas de las empresas de este rubro no tienen una estandarización del método de trabajo y tampoco manejan un tiempo estándar, esto contribuye a que la productividad dentro de las empresas disminuya, debido que hay una falta de capacidad en cuanto a posturas ergonómicas, no existe mayormente una distribución adecuada y tampoco tiempos límites así como de descanso (Céspedes, Lavado, & Ramírez, 2017).

En Perú, las empresas dedicadas al rubro manufacturero de piezas metálicas presentan un problema de disminución de productividad, el cual cada año ha ido disminuyendo, llegando a no cumplir con la demanda del mercado y promoviendo a la importación de piezas metálicas, siendo esta una pérdida de oportunidades económicas (Céspedes, Lavado, & Ramírez, 2017). Los análisis del mercado indican que la mayoría de estas empresas presentan sus actividades de manera informal, por ende no toman la importancia debida a la mejora continua y a un plan de producción adecuado, sin embargo

las empresas que sí se encuentran formalizadas, en muchas de ellas también se manifiesta la falta de capacidad para mejorar sus líneas de producción, siendo en muchos casos el trabajo excesivo y agotamiento de los trabajadores el causante de la estos problemas, sin embargo también se notado la falta de métodos de trabajos adecuados a las funciones de los colaboradores, siendo estos problemas muy recurrentes hoy en día.

Figura 1

Manufactura: evolución del crecimiento (enero-junio 2022)



Fuente: INEI. Elaboración: ComexPerú.

En Trujillo, las empresas dedicadas a la manufactura de piezas metálicas en su mayoría su producción es para la demanda de piezas de vehículos tanto pesados como livianos. Según Terrones (2016), las empresas manufactureras trujillanas tienen una producción muy por debajo de la demanda actual, y en su mayoría se coincide la falta de métodos de trabajo acorde a las funciones y colaboradores, así mismo la falta de capacitación la cual genera una disminución en las capacidades de los operarios es otro punto que genera esta problemática.

Para esta investigación, se escogió una empresa metalmecánica trujillana, dedicada al maquinado de piezas metálicas, soldadura TIG y estructuras metálicas. Como objeto de

estudio, se tomó la actividad de maquinado de piezas metálicas en su línea de producción de pernos de cobre, los cuales son fabricados y comercializados a clientes exclusivos, o en algunos casos a empresas dedicadas solo a la venta de piezas metálicas y repuestos para maquinaria pesada. Esta empresa estudiada viene presentando una disminución en su productividad en cuando a la línea de fabricación de pernos de cobre; estimando que durante los últimos cinco años habido una reducción del 4.1% de productividad debido que la producción a fluctuado mucho considerando también los años 2019 y 2020 en donde apareció la crisis sanitaria por la Covid19. Se identificó una serie de problemas, de los cuales más resaltaba la falta de capacitaciones a los colaboradores quienes manipulaban las máquinas de una manera inadecuada, así mismo las herramientas no adecuadas para las funciones de los operarios generaba una fatiga muscular y por ende tiempos muertos sin actividad productiva; por último se observó que no existe métodos actuales de trabajo que permitan al operario conocer y seguir como una guía, sumándole a ello la falta de tiempos estandarizados, permitiendo que los trabajadores operen según sus tiempos, ocasionando retrasos de producción y por ende pérdidas económicas al no llegar a las metas esperadas.

1.2. Antecedentes de la investigación

1.2.1. Antecedente internacional

Según Quintero (2019) en su investigación tuvo como problemática la falta de un método de trabajo adecuado para los operarios que permita cumplir con el plan de producción, así mismo la falta de tiempos estándares que sean un indicador para medir la productividad como tal. Esta investigación es de tipo cuantitativa, aplicada y de alcance descriptivo, de diseño preexperimental, donde se tomaron los datos en base a los instrumentos de recolección de datos, siendo los cuestionarios, guías de observación directa y fichas textuales de documentación. Los resultados muestran que se alcanza una eficiencia

estimada del 80.23% al trabajar con una carga del 58.69%. El tiempo de uso de la maquinaria es de 6.6 horas, mientras que el período de actividad es de 7.61 horas, con un tiempo de inactividad de 3.67 minutos.

Este antecedente aportó a la investigación con el cuestionario aplicado a los colaboradores de la empresa; siendo un instrumento primordial para este estudio debido a su importancia para la recolección de datos.

Según Dussan (2017) en su investigación tuvo como fin primordial utilizar La optimización de la producción en la línea de producción ha sido posible gracias al uso de la ingeniería de procedimientos y el análisis de tiempos. Para lograrlo, se han utilizado diagramas de flujo y cursos gramas analíticos del proceso. El enfoque metodológico empleado en este plan es cuantitativo, aplicado, explicativo y de diseño cuasi empírico. La recolección de datos se llevó a cabo mediante la observación directa y el uso de cronómetros para obtener detalles más precisos. Los resultados obtenidos demostraron que, gracias al aumento en la línea de producción y a la incorporación de más mano de obra, se logró una optimización del 66% en la producción.

Este antecedente aportó a la investigación con documentación y análisis teórico, sirviendo de guía para el estudio el cual permitirá tener una estructura de análisis.

1.2.2. Antecedente nacional

Según Andrade, Del Rio y Alvear (2019) en su estudio el objetivo general de este estudio es determinar la producción después de la mejora de los procesos, utilizando como base el estudio de tiempos y movimientos. La metodología utilizada en este análisis es de diseño cuasi empírico, con un enfoque cuantitativo y aplicado. La población y muestra seleccionada consisten en la producción de zapatos de talla 40 durante un período de 4 semanas de evaluación. Para la recolección de datos, se emplea

la técnica de observación directa. Los resultados obtenidos revelaron una optimización en la producción que osciló entre el 91.74% y el 96.78%.

Este antecedente aportó a la investigación con información y base teórica la cual será una guía para la definición de conceptos y una mejor comprensión con respecto a las variables del estudio.

Según Collado y Rivera (2018) quien indico que el objetivo principal de la investigación fue optimizar el proceso mediante el análisis de tiempos en las diferentes operaciones. La metodología empleada fue una investigación aplicada, utilizando herramientas de calidad, con un enfoque cuantitativo y un diseño cuasi empírico. La población y muestra consistieron en 6 conjuntos de datos recopilados a lo largo de 72 directivas, durante los meses de mayo a agosto. Los resultados obtenidos indican que la aplicación de las herramientas de optimización logró aumentar la productividad, pasando de un 97.49% en mayo a un 98.2% en agosto.

Este antecedente aportó a la investigación con el desarrollo y adaptación de instrumentos para la recolección de datos, los cuales permitirán identificar la problemática actual en la empresa.

1.2.3. Antecedente local

Según Pérez (2020) en su investigación tuvo como fin primordial llevar a cabo un estudio de métodos y tiempos con el objetivo de aumentar la productividad del proceso de producción de néctar de maracuyá en la Planta piloto UPAO. Esto se logró mediante el análisis de procedimientos y el estudio de tiempos, enfocados en mejorar la productividad. En cuanto a la metodología utilizada, se empleó un diseño no experimental, explicativo y correlacional. La población considerada para este análisis fue la productividad anual del año 2022. Los resultados obtenidos revelaron que la productividad en los procesos de lavado y envasado aumentó en un 80,43% y un

168,93%, respectivamente. Esto demuestra que el estudio de métodos y tiempos tuvo un impacto significativo en la productividad de la mano de obra en los procesos críticos.

Este antecedente aportó a la investigación con el desarrollo y adaptación de instrumentos para la recolección de datos, los cuales permitirán identificar la problemática actual en la empresa.

1.3. Bases teóricas

Ingeniería de Métodos

Según Palacios (2016) la ingeniería de métodos y tiempos se centra en la relación entre los seres humanos y las tareas que realizan a nivel industrial para la producción de bienes o servicios. En este enfoque, se busca asignar a cada trabajador a la tarea más adecuada según sus habilidades y capacidades, con el objetivo de transformar la materia prima en productos terminados de manera eficiente. Además, se considera la elección del momento y la forma en que se llevan a cabo estas tareas. Este tipo de estudio se relaciona con el análisis de los procesos involucrados en la producción de bienes o servicios, y se apoya en dos magnitudes clave: el análisis de movimientos y el análisis de tiempos. A partir de estos análisis, se pueden identificar oportunidades de mejora y optimización en el desempeño de las tareas. En consecuencia, la disciplina de la ingeniería de procedimientos abarca otras responsabilidades que se derivan de estos análisis y tiene como objetivo mejorar la eficiencia y productividad en los procesos de producción.

a) Importancia

En palabras de Palacios (2016) se dice que esta disciplina de enorme trascendencia pues establece y evalúa el funcionamiento de cada trabajador en cada

una de las ocupaciones o labores con el objetivo de obtener la mejor asignación viable, en tanto que continuamente se debería tener en cuenta la reducción de los precios de contratación y capacitación de la mano de obra puede considerarse como una externalidad negativa que afecta la rentabilidad de una empresa.

Estos costos tienden a aumentar con el tiempo, ya que resulta cada vez más difícil encontrar personal calificado para contratar y capacitar a medida que ingresan nuevos trabajadores al mercado laboral y, por ende, a la empresa.

b) Aplicaciones y uso

Según con Kiran (2020) en el ámbito industrial, sigue siendo común utilizar intensivamente la mano de obra para la producción. Por esta razón, la ingeniería de procedimientos sigue siendo relevante debido a su estudio desde los inicios de la ingeniería.

En este sentido, esta disciplina de análisis permite un mejor funcionamiento y asignación de las tareas dentro de una empresa, lo cual hace crucial aprovechar el conocimiento para tomar decisiones eficientes en busca de una gestión óptima del área.

Figura 2

Ingeniería de métodos



Estudio de tiempos

Según Brenes (2015) esta magnitud otorga fundamentales datos acerca de la era primordial para realizar todas las ocupaciones en la producción, lo que se apoya en la investigación experimental de los datos acerca de las condiciones estándar.

a) Requerimientos

- Para establecer un estándar, es fundamental que el operario tenga un dominio completo de la técnica específica que se va a estudiar. Además, es necesario que el método en cuestión esté previamente estandarizado. Tanto el empleado como su supervisor y los representantes sindicales deben ser conscientes de que se está llevando a cabo una evaluación. Por otro lado, el analista encargado de la evaluación debe estar debidamente capacitado y contar con todas las herramientas necesarias para llevar a cabo el análisis. El equipo del analista debe incluir al menos un cronómetro, una planilla o formato preimpreso y una calculadora. Elementos adicionales que pueden facilitar un análisis más preciso incluyen una filmadora, una grabadora, un cronómetro electrónico y, en la medida de lo posible, una computadora personal. Tanto el trabajador como el analista deben mantener una actitud tranquila durante el proceso y el analista no debe ejercer ninguna forma de presión sobre el trabajador.

b) Objetivos

- Reducir al mínimo el tiempo necesario para llevar a cabo las tareas.
- Preservar los recursos y minimizar los costos.
- Realizar la producción teniendo en cuenta la disponibilidad de energía y otros recursos.
- Brindar productos que sean cada vez más confiables y de alta calidad.

Estudio del método de trabajo

En este contexto, se analiza cada tarea en detalle para establecer el enfoque más adecuado para su ejecución. Se tienen en cuenta las actividades a realizar, el método de trabajo, el orden en el área, los instrumentos necesarios, el entorno y el ambiente, así como la repetitividad de cada acción que involucra al cuerpo. A través de este estudio, se logra una reducción de costos al centrarse en la optimización del área, junto con una mayor precisión en los tiempos de ejecución.

Herramientas de Ingeniería

Diagrama de Ishikawa

Para Valenzuela (2000), el Diagrama de Ishikawa, también conocido como espina de pescado debido a su forma, o diagrama causa-efecto (CE), es una herramienta que ayuda a estructurar la información de manera gráfica y proporciona claridad sobre las causas que generan un problema, aunque no identifica la causa raíz en sí misma.

Diagrama de Pareto

Para López (2016), el diagrama de Pareto es un método de análisis que permite distinguir entre las causas más relevantes y menos relevantes de un problema. Se basa en la teoría de que las causas de los problemas se pueden clasificar en dos categorías: las más importantes (menos frecuentes) y las menos importantes (más frecuentes). Se fundamenta en el principio de Pareto, según el cual el 80% de los efectos se originan a partir del 20% de los problemas. El diagrama de Pareto muestra la distribución de los componentes y proporciona información como las causas de los problemas o fuentes de error, las frecuencias y las probabilidades. Estos datos permiten a los gerentes visualizar de manera rápida y sencilla los problemas existentes en orden de su importancia.

Diagrama de procesos

Para Rodríguez (2017), El diagrama de operaciones del proceso (DOP) es una representación gráfica y simbólica de las operaciones e inspecciones realizadas en un sistema de producción. Muestra de manera visual y secuencial el proceso de fabricación de un producto o la prestación de un servicio, incluyendo las operaciones e inspecciones realizadas o por realizar, así como los materiales utilizados. Este diagrama se centra únicamente en las operaciones e inspecciones principales con el objetivo de evaluar su eficiencia, sin considerar quién las realiza ni dónde se llevan a cabo.

1.4. Definición de términos

- Estudio de movimientos: término que se refiere a la ingeniería de procedimientos
- Fabricación de piezas metálicas: proceso donde un metal como el acero o hierro pasa por un proceso de conversión o transformación.
- Diagrama de Recorrido (DR): esquema donde se muestra el recorrido del operario en la planta.
- Productividad: indicador que muestra la relación de lo producido y los recursos utilizados en la producción del producto.
- Productividad total: son todos los recursos utilizados en la producción entre el total de productos que salen.
- Pernos de cobre: también conocido como husillos, son pernos extensos hechos de material de cobre, el cual tienen un diámetro más grande y ancho siendo utilizado en prensas.

1.5. Problema

¿En qué medida el estudio del método de trabajo y tiempo estándar va a mejorar la productividad en la línea de producción de pernos de cobre en una metalmecánica?

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Determinar en qué medida el estudio del método de trabajo y tiempo estándar va a mejorar la productividad de la línea de producción de pernos de cobre en una metalmecánica.

1.6.2. Objetivos específicos

- Determinar la situación actual antes del estudio del método de trabajo y tiempo estándar.
- Verificar el método de trabajo actual en la línea de producción de pernos de cobre.
- Evaluar el tiempo actual de trabajo en la línea de producción de pernos de cobre.
- Explicar el nuevo método de trabajo y tiempo estándar en la línea de producción de pernos de cobre.
- Evaluar la viabilidad económica de la propuesta.

1.7. Hipótesis

El estudio del método de trabajo y tiempo estándar va a mejorar la productividad en la línea de producción de pernos de cobre de una metalmecánica.

1.8. Justificación

- a) Criterio teórico:

Esta investigación recopila definiciones y conceptos actuales sobre la ingeniería de tiempos y movimientos; que van relacionados con la problemática descrita, siendo de utilidad para investigadores y estudiantes que deseen información para estudios a futuro.

b) Criterio aplicativo o práctico:

La investigación permitirá una solución la cual este avocada a generar un mejor cumplimiento de los objetivos de la empresa, los cuales están relacionados a la productividad, afectando directamente al desempeño de los trabajadores, siendo esto beneficioso para la organización.

c) Criterio valorativo:

Esta investigación permitirá generar una solución no solo para la empresa sino para las diversas organizaciones que se encuentran en el sector, siendo una guía modelo para otros estudios que compartan una problemática similar y genere beneficios en la sociedad.

d) Criterio académico:

Esta investigación desarrolla un enfoque cuantitativo, en el cual se aplicarán técnicas y herramientas aprendidas durante la carrera y las cuales generarán objetividad en los resultados, así mismo mostrará un análisis estadístico tanto descriptivo como inferencial; teniendo los instrumentos debidamente validados por juicio de expertos y confiables por el coeficiente de Alfa de Cronbach.

1.9. Aspectos éticos

En cumplimiento de las normas institucionales de la Universidad Privada del Norte, se tomará en consideración la RVI N° 110-2022, la cual establece una guía actualizada para la correcta elaboración de los productos de investigación. Asimismo, conforme a la RCU N° 0262-2020, este trabajo se someterá a las estipulaciones del código de ética en investigación

del centro de estudios, respetando el reglamento de propiedad intelectual dispuesto en la RCU N° 0168-2020

Además, dentro de los principales aspectos éticos que se tomaron en cuenta dentro de la presente investigación tenemos los siguientes. También, se evitó toda falsificación y manipulación de la información que pueda alterar los resultados de la investigación.

Se cumplió con señalar dentro de la bibliografía todo derecho de autor a todo tipo de fuente utilizada para el desarrollo del contenido de la investigación. Por otro lado, se realizó la revisión del turnitin para evitar cualquier tipo de plagio con respecto a otro trabajo de investigación.

En relación con la ética de la investigación esta se fundamenta en el Código de Ética del Investigador Científico UPN, asimismo a la legislación que protege la Propiedad Intelectual, en relación con el derecho de autor. En línea con lo expresado, se anuncia que se conoce de ante mano el contenido de las normas de procedimiento de la universidad que siguen los principios de honestidad, respeto, confidencialidad, derechos de autor y propiedad intelectual de acuerdo con las obligaciones éticas de este estudio.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

Este trabajo de investigación según su enfoque es de tipo cuantitativo debido a que los datos recolectados serán medibles y cuantificables, llevados a cuadros estadísticos y fórmulas matemáticas. Para Hernández, et al., (2018) afirma que “una investigación de enfoque cuantitativo busca analizar y procesar los datos cuantificándolos, y analizándolos en tablas con fórmulas matemáticas y estadística”.

Esta investigación según su finalidad es de tipo aplicada debido que mediante la teoría se encarga de darle solución a la problemática de manera práctica, basándose en los hallazgos y en base al objetivo planteado. Para Tamayo (2003) afirma que “una investigación es aplicada cuando resuelve una problemática basándose en los descubrimientos y soluciones que se han planteado en los objetivos de la investigación, considerándose más en los estudios de medicina e ingeniería”.

Esta investigación según su alcance es de tipo explicativa debido a que busca un porqué de los hechos, eventos y fenómenos mediante la relación causa-efecto. Para Hernández, et al., (2018) afirma que “una investigación explicativa tiene el objetivo de explicar el porqué de la ocurrencia de un fenómeno y las condiciones en las que este se manifiesta en las variables”.

Esta investigación según su diseño es de tipo preexperimental debido que existe una manipulación deliberada de las variables, donde se hace una primera observación llamada preprueba y una posterior observación, llamada post prueba. Para Tamayo (2003) afirma que “la investigación con un diseño preexperimental se encarga de analizar un solo grupo control de

estudio también llamado grupo experimental, aplicando un pretest y un post test, y realizando la medición en no más de dos tiempos diferentes”.

2.2. Población y muestra

Según Arias (2018) afirma que “la población es el conjunto infinito o finito de características y elementos con un sentido común, de determinadas similitudes y atributos que se buscan estudiar”. La población estuvo conformada por el número de ciclos en el que se realiza la línea de producción de los pernos de cobre en la metalmecánica.

Según Arias (2018) afirma que “la muestra es el subconjunto que representa de manera finita a la población accesible” (p.83). La muestra se conformó por el número de ciclos repetitivos que se realizaron en la producción de los pernos de cobre en la metalmecánica, en un periodo de 15 semanas, donde se consideró 35 ciclos antes de la aplicación del estudio y 35 ciclos posteriores al estudio.

2.3. Técnicas e instrumentos

Para la recolección de datos de la empresa, se utilizó como técnicas el análisis documental y observación directa, así mismo como instrumento de recolección de datos se utilizó la guía de observación directa y la ficha de análisis documental. Es necesario mencionar que las fichas de análisis documentarios serán realizadas por el autor y como guía de observación directa se utilizará el diagrama Bimanual, para medir el método de trabajo, el cual es un instrumento validado.

Tabla 1*Técnicas e instrumentos de recolección de datos*

Técnica	Instrumento
Análisis documentario	Ficha de análisis documentario
Observación directa	Guía de observación directa

2.4. Procedimientos

Con respecto al procedimiento, primero se procesaron los datos al identificar las razones del problema por medio del Diagrama de Ishikawa, el cual mostro las deficiencias del proceso de fabricación de tornillos metálicos, continuando con identificar las actividades principales y el diagrama de recorrido; para observar de manera segmentada las causas secundarias o de menor importancia. Luego de ello se realizó el diseño de la mejora tomando en cuenta el diagrama bimanual presente y el nuevo diagrama de recorrido. Después de eso se logró el análisis, apoyándonos en el diagrama de operaciones conocido también como DOP, en el cual se muestra la relación existente entre las actividades realizadas por el operario, el proceso y las herramientas.

También se desarrolló el diagrama DAP, el cual de manera detallada permitió entender cada operación realizada, los materiales, tiempo e insumos trabajados.

Por último se hizo el análisis económico del diseño para determinar la viabilidad de este.

El análisis de los datos recolectados por los instrumentos, fueron apoyados por dos programas; considerando primero el programa Microsoft Excel, el cual permitió realizar un análisis estadístico descriptivo, tabulando los datos así como realizando representaciones gráficas

con la finalidad de interpretar mejor los resultados. Así mismo, con el apoyo del programa estadístico SPSS, el cual permitió realizar un análisis estadístico inferencial.

- Operacionalización de variables

Tabla 2

Operacionalización de las variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Teórica	Dimensión	Indicador
Estudio del método de trabajo y tiempo estándar	Técnicas encargadas de aumentar la productividad con los mismos recursos u obtener lo mismo con menos recursos, utilizando para eso un análisis sistemático y crítico de las operaciones, métodos y procedimientos de trabajo.	El diseño propuesto basado en la ingeniería de métodos el cual se encargará de analizar los tiempos y métodos de trabajo.	Estudio de Tiempos	$TS = TN(1 + S)$ TS= Tiempo estándar, TN= Tiempo Normal, S =Suplementos
			Estudio de métodos de trabajo	Diagrama Bimanual
			Tiempo de ciclo	$= \frac{\text{Tiempo de ciclo}}{\text{duración del proceso de producción}}$
Productividad	Relación que existe entre lo que se ha producido y los medios que se han empleado para conseguirlo (mano de obra, materia prima, energía, etc.)	Cantidad de pernos metálicos de cobre fabricados por el operario en relación con el tiempo utilizado.	Productividad del operario	$P. M. = \frac{\text{Tiempo productivo máquina}}{\text{Tiempo de ciclo}} \times 100$
			Productividad de la máquina	$P. O. = \frac{\text{Tiempo productivo operario}}{\text{Tiempo de ciclo}} \times 100$

- Generalidades de la empresa

- **Breve resumen:**

- La empresa es de la ciudad de Trujillo y su preocupación es dar solución a uno de los problemas de gran envergadura que suele tener el empresario hoy en día. Ellos entienden que debido a la alta producción de las industrias; las máquinas y en especial los repuestos y herramientas sufren desgastes, lo cual muchas veces generan alto costo para su reemplazo, ellos están dispuestos a fabricar productos de alta calidad con mayor dureza y resistencia al desgaste.

- **Servicios:**

- Maquinado de piezas: Pernos, poleas, bocinas, piñones, bridas, ejes ranurados, entre otros.
- Soldadura TIG: Reconstrucción de culatas en aluminio.
- Estructuras metálicas: Fabricación de escaleras tipo gato, barandas, etc.

- **Lema:**

- "Vuestra confianza es nuestro negocio y nuestro trabajo es vuestra garantía".

- **Visión:**

- Ser reconocidos como el líder nacional en la fabricación de piezas metálicas, brindando soluciones de alta calidad y confiabilidad para satisfacer las necesidades de nuestros clientes en diversos sectores industriales. Nos esforzamos por ser una empresa innovadora y sostenible, que impulsa el progreso tecnológico y se destaca por nuestra excelencia operativa y compromiso con la satisfacción del cliente.

- **Misión:**

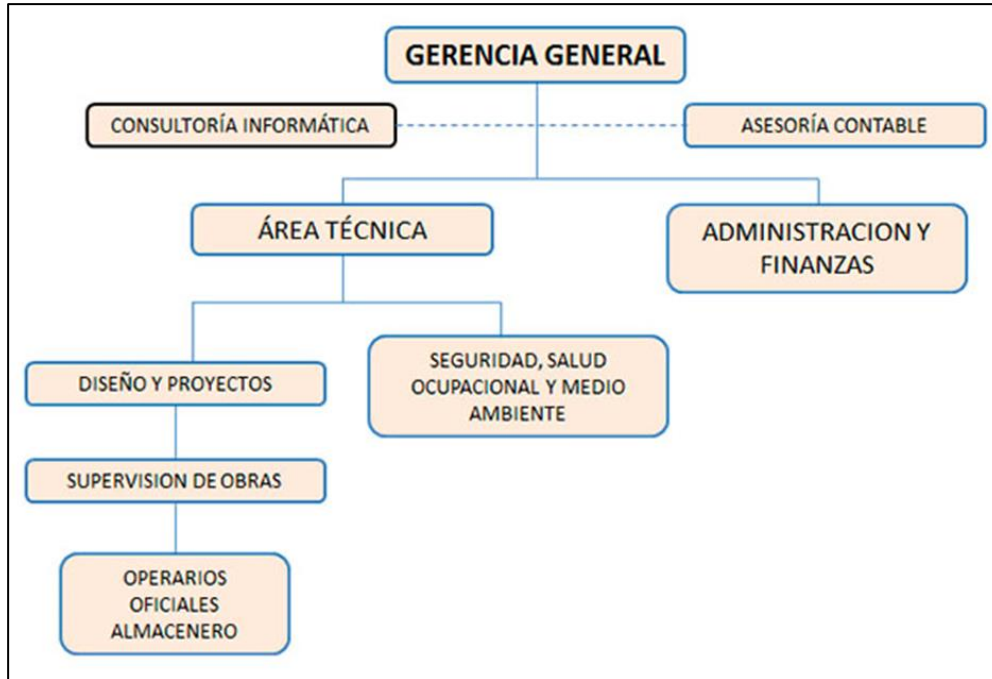
- Nuestra misión es proporcionar piezas metálicas de primera calidad que cumplan con los estándares más exigentes de la industria. Nos comprometemos a fabricar productos duraderos y confiables, utilizando materiales de alta calidad y procesos de fabricación eficientes. Buscamos establecer relaciones sólidas y a largo plazo con nuestros clientes, comprendiendo sus necesidades y brindándoles soluciones personalizadas. Nos esforzamos por ser un socio confiable y de confianza, contribuyendo al éxito de nuestros clientes y aportando valor a través de nuestra experiencia y conocimientos en la industria de los tornillos metálicos.

- **Valores:**
 - **Calidad:** Nos esforzamos por la excelencia en todos los aspectos de nuestra operación, desde la selección de materiales hasta el proceso de fabricación y atención al cliente.
 - **Innovación:** Fomentamos la creatividad y la innovación en el desarrollo de productos y procesos, buscando constantemente mejorar y adaptarnos a las necesidades cambiantes del mercado.
 - **Sostenibilidad:** Nos comprometemos a operar de manera responsable y sostenible, minimizando nuestro impacto en el medio ambiente y promoviendo prácticas éticas en toda nuestra cadena de suministro.
 - **Orientación al cliente:** Nos enfocamos en comprender las necesidades de nuestros clientes y superar sus expectativas, brindando soluciones personalizadas y un excelente servicio al cliente.
 - **Trabajo en equipo:** Fomentamos un entorno de trabajo colaborativo, donde valoramos y respetamos las contribuciones de cada miembro del equipo, promoviendo el crecimiento y el éxito conjunto.

• **Organigrama:**

Figura 3

Organigrama de la empresa



• **Ubicación:**

- Prolongación César Vallejo N° 1706 La Rinconada- Trujillo- Perú.

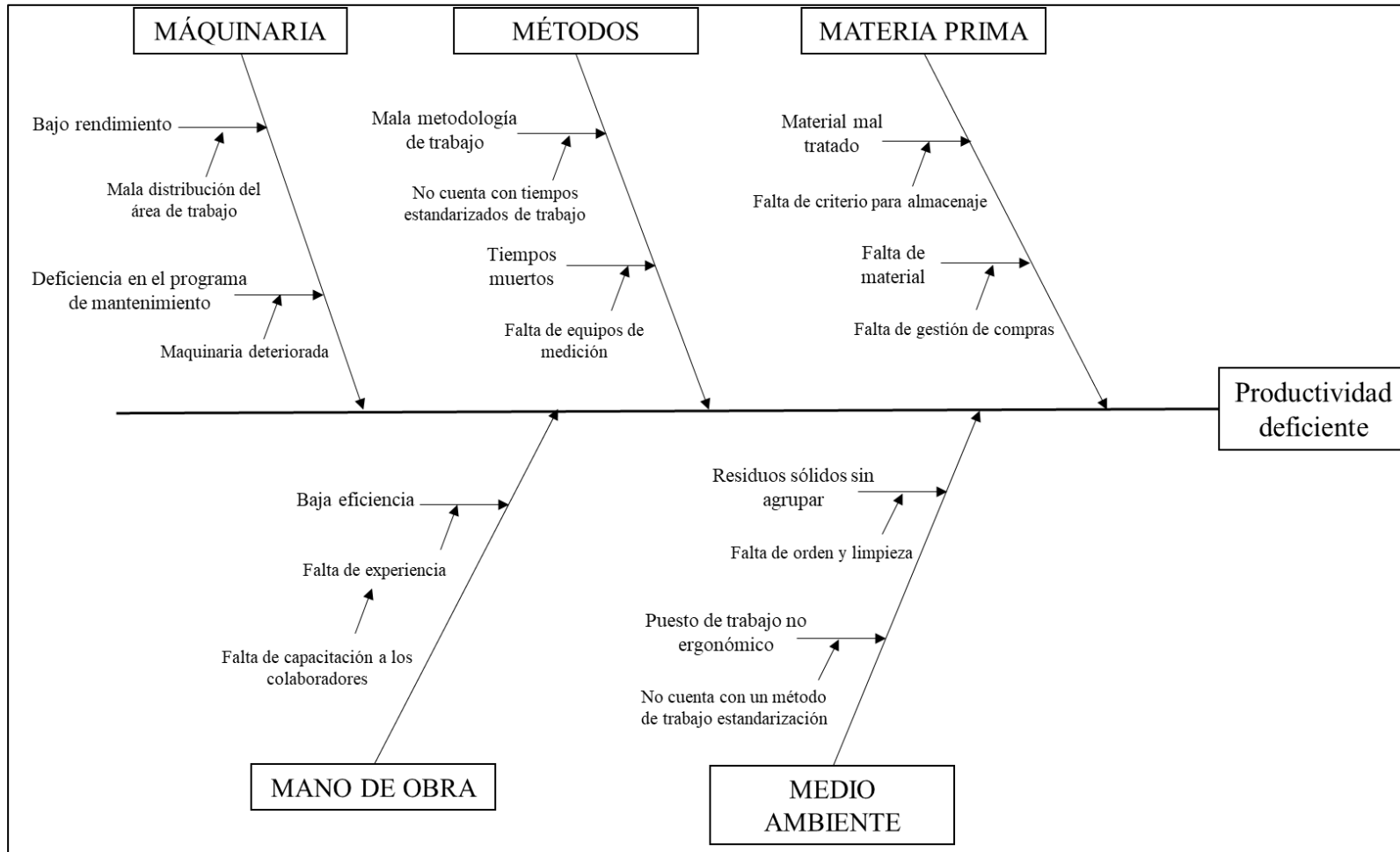
- Ishikawa

Una empresa metalmecánica trujillana, dedicada al maquinado de piezas metálicas, soldadura TIG y estructuras metálicas. Como objeto de estudio, se tomó la actividad de maquinado de piezas metálicas en su línea de producción de pernos de cobre, los cuales son fabricados y comercializados a clientes exclusivos, o en algunos casos a empresas dedicadas solo a la venta de piezas metálicas y repuestos para maquinaria pesada. Esta empresa estudiada viene presentando una disminución en su productividad en cuando a la línea de fabricación de pernos de cobre; estimando que durante los últimos cinco

años habido una reducción del 4.1% de productividad debido que la producción a fluctuado mucho considerando también los años 2019 y 2020 en donde apareció la crisis sanitaria por la Covid19.

- Se identificó una serie de problemas, de los cuales más resaltaba la falta de capacitaciones a los colaboradores quienes manipulaban las máquinas de una manera inadecuada, así mismo las herramientas no adecuadas para las funciones de los operarios generaba una fatiga muscular y por ende tiempos muertos sin actividad productiva; por último se observó que no existe métodos actuales de trabajo que permitan al operario conocer y seguir como una guía, sumándole a ello la falta de tiempos estandarizados, permitiendo que los trabajadores operen según sus tiempos, ocasionando retrasos de producción y por ende pérdidas económicas al no llegar a las metas esperadas.

Diagrama de Ishikawa



Nota: Esta figura muestra las causas raíz del problema principal, considerando las cinco categorías en cuales se rige.

- Matriz de priorización

Posterior al diagnóstico actual basado en el diagrama de Ishikawa, se realiza una tabla para organizar las principales causas raíz y los respectivos problemas:

Tabla 3

Cusas raíces principales del problema

N°	Causa Raíz	Problemas
Cr1	Mala distribución del área de trabajo	Bajo rendimiento
Cr2	Maquinaria deteriorada	Deficiencia en el programa de mantenimiento
Cr3	No cuenta con tiempos estandarizados de trabajo	Mala metodología de trabajo
Cr4	Falta de equipos de medición	Tiempos muertos
Cr5	Falta de criterio para almacenaje	Material mal tratado
Cr6	Falta de gestión de compras	Falta de material
Cr7	Falta de capacitación de los colaboradores	Falta de experiencia
Cr8	Falta de orden y limpieza	Residuos sólidos sin agrupar
Cr9	No cuenta con un método de trabajo estandarizado	Puesto de trabajo no ergonómico

- ***Matriz de Priorización***

Para la matriz de priorización se consideró las opiniones del gerente de la empresa, el jefe de producción y de mantenimiento. Cada uno otorgo un valor del 0 al 10; donde 0 representa ninguna prioridad, 5 poca prioridad y 10 máxima prioridad.

Tabla 4

Puntaje de las causas raíces

ítem	Causa Raíz	Puntaje			Promedio
		Gerente de la empresa	Jefe de producción	Jefe de mantenimiento	
Cr1	Mala distribución del área de trabajo	5	5	5	5.0
Cr2	Maquinaria deteriorada	1	1	1	1.0
Cr3	No cuenta con tiempos estandarizados de trabajo	5	5	5	5.0
Cr4	Falta de equipos de medición	1	1	1	1.0
Cr5	Falta de criterio para almacenaje	1	0	1	0.7
Cr6	Falta de gestión de compras	1	1	0	0.7
Cr7	Falta de capacitación de los colaboradores	3	4	4	3.7
Cr8	Falta de orden y limpieza	1	1	2	1.3
Cr9	No cuenta con un método de trabajo estandarizado	5	5	5	5.0

A continuación se ordenan las causas raíz según la prioridad:

Tabla 5

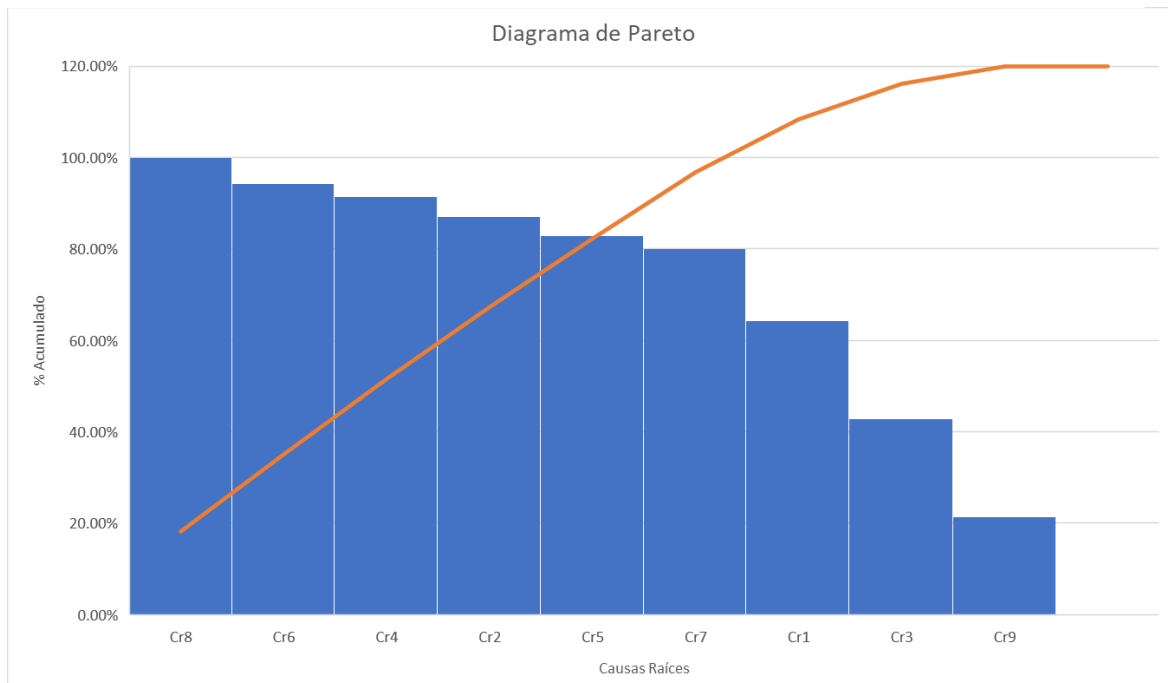
Matriz de priorización

ítem	Causa Raíz	Subtotal	%	% Acumulado
Cr9	No cuenta con un método de trabajo estandarizado	5.0	21.4%	21.4%
Cr3	No cuenta con tiempos estandarizados de trabajo	5.0	21.4%	42.9%
Cr1	Mala distribución del área de trabajo	5.0	21.4%	64.3%

Cr7	Falta de capacitación de los colaboradores	3.7	15.7%	80.0%
Cr5	Falta de criterio para almacenaje	0.7	2.9%	82.9%
Cr2	Maquinaria deteriorada	1.0	4.3%	87.1%
Cr4	Falta de equipos de medición	1.0	4.3%	91.4%
Cr6	Falta de gestión de compras	0.7	2.9%	94.3%
Cr8	Falta de orden y limpieza	1.3	5.7%	100.0%

Figura 5

Diagrama de Pareto



Nota: Según el diagrama de Pareto se seleccionan las causas raíz 9, 3, 1 y 7; considerando que si se dan solución a esas causas, se arreglará el 80% de los problemas.

Fuente: Elaboración propia.

- Matriz de indicadores

Tabla 6

Matriz de Indicadores

CR	Causa	Indicador	Fórmula	Valor actual	Valor meta	Perdida actual	Valor esperado	Beneficio	Herramientas
Cr9	No cuenta con un método de trabajo estandarizado	Actividades productivas (%)	$= \frac{N^{\circ} \text{ operaciones} + N^{\circ} \text{ inspecciones}}{\text{Total de actividades}} \times 100$	38.46%	50%	S/ 6,578.21	S/ 1,450.70	S/ 5,127.51	Estudio del método de trabajo (Diagrama Bimanual)
Cr3	No cuenta con tiempos estandarizados de trabajo	Tiempo estandarizado de trabajo (hora)	$TS = TN (1 + S)$	3:10:00	2:20:00	S/ 4,216.88	S/ 784.01	S/ 3,432.87	Estudio del tiempo estándar
Cr1	Mala distribución del área de trabajo	Tiempo total del proceso (hora)	$= \sum \text{ tiempo de actividades}$	2:57:01	2:10:00	S/ 5,578.21	S/ 2,511.00	S/ 3,067.21	Diagrama de recorrido
Cr7	Falta de capacitación de los colaboradores	Trabajadores capacitados (%)	$= \frac{N^{\circ} \text{ trabajadores capacitados}}{\text{Total de trabajadores}} \times 100$	15%	90%	S/ 4,482.94	S/ 1,018.25	S/ 3,464.69	Programa de capacitación

Fuente: Elaboración propia.

- **Actividades iniciales**

Es preciso mencionar cuales son las actividades principales que comprenden dentro del proceso de fabricación actual, definido en la siguiente tabla:

Tabla 7

Actividades iniciales

	Descripción de actividades
T1	Transporte del material hacia almacén
A1	Almacenado de las barras de cobre
T2	Transporte del material a la sierra mecánica
O1	Corte de las barras de cobre (1000 mm de longitud)
T3	Transporte de las barras de cobre hacia el torno CNC.
O2	Taladrado, roscado y refrenta a 235mm de longitud
T4	Transporte de las barras de cobre hacia la fresadora.
O3	Se fresea el canal a la barra de cobre
T5	Traslado al torno
O4	Se lija y da acabado a los tornillos metálicos de cobre
T6	Se traslada al área para el control de calidad
C1	Se inspecciona y pasa al embalaje del producto
A2	Se almacena el Producto terminado.

Fuente: Elaboración propia.

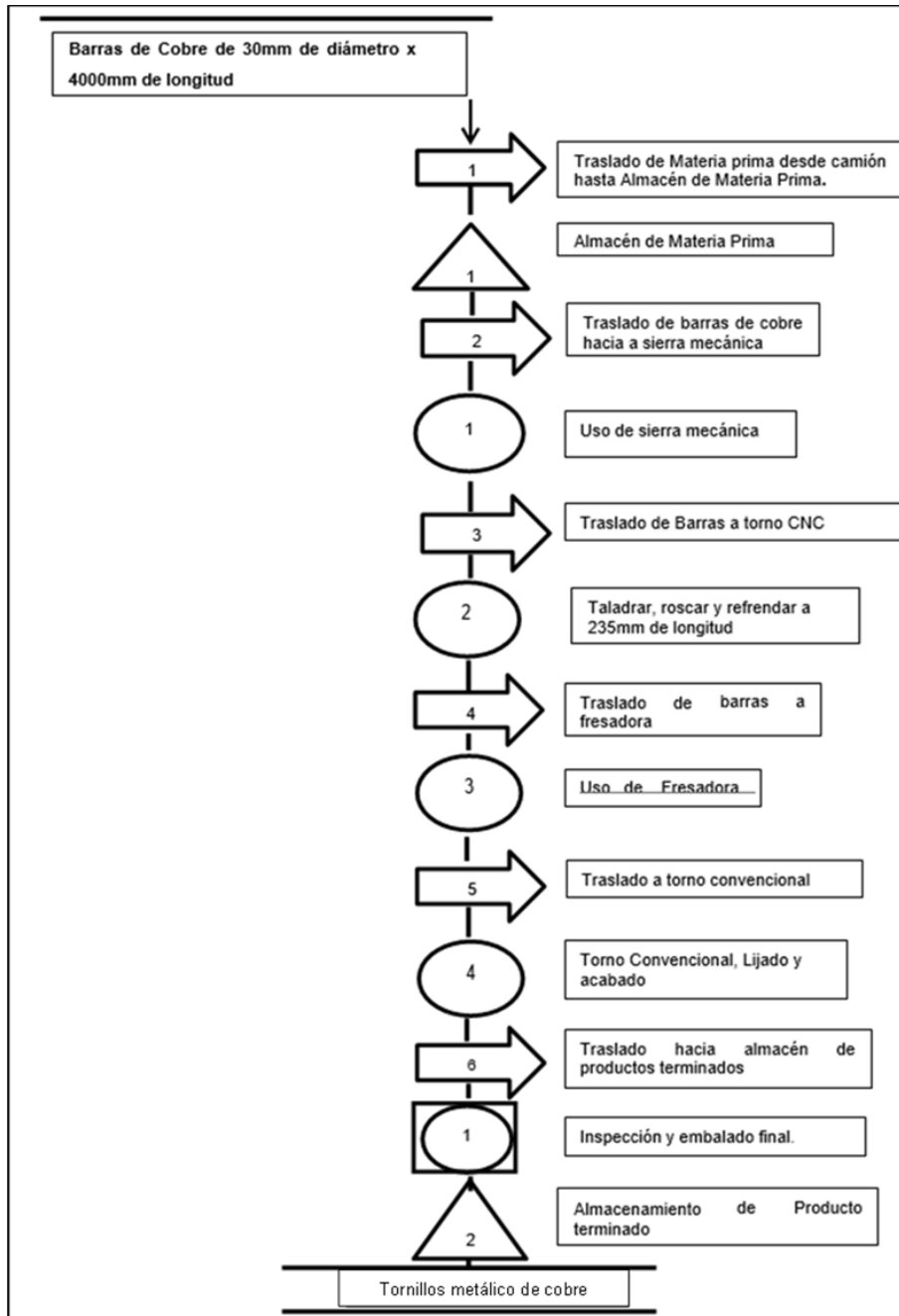
- **Diagrama de operaciones inicial**

Se observa que entre las actividades realizadas hay un traslado del material, almacenamiento, y otras actividades operativas en las cuales se utiliza materiales como lija

o instrumentos como el taladro, todo ello pasa por un proceso el cual se ha diagramado y se presenta a continuación:

Figura 6

Diagrama de Operaciones inicial



Fuente: Elaboración propia.

- **Diagrama Bimanual inicial**

Para analizar el método de trabajo del operario se aplicó un diagrama bimanual, el cual permitió conocer los movimientos en base a las operaciones asignadas y según el trabajo de cada mano del operario.

Tabla 8

Diagrama Bimanual inicial

Diagrama BIMANUAL inicial							
Fecha: 15/04/23 Hoja N°: 001							
Actividad: Roscado, taladrado y refrentado.	RESUMEN						
	Actividad	Inicial		Propuesta		Economía	
		IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER
Área: Producción	OPERACIÓN ○	1	3				
Operario: Martín Carrasco	MOVIMIENTO ⇨	5	1				
Método: Situación Inicial	SOSTENIMIENTO ▽	2	0				
	ESPERA/DEMORA D	0	1				
Elaborado: Daniel Guevara	TOTAL	8	5				
Mano Izquierda			Mano Derecha				
Descripción de la Actividad	Símbolo	Símbolo	Descripción de la Actividad				
No presenta movimiento diferenciado	○⇨▽D	○⇨▽D	Traslado				
No presenta movimiento diferenciado	○⇨▽D	○⇨▽D	Montaje				
No presenta movimiento diferenciado	○⇨▽D	○⇨▽D	Puesta en marcha				
No presenta movimiento diferenciado	○⇨▽D	○⇨▽D	Mecanizado				
No presenta movimiento diferenciado	○⇨▽D	○⇨▽D	Retirado				

Fuente: Adaptación del Diagrama Bimanual elaborado por Niebel (2002)

- **Diagrama de Procesos inicial**

Es correspondiente para esta investigación detallar las actividades dentro del proceso como un escenario previo a la mejora, es por ello que se realizó un lineamiento de las actividades en secuencia apoyándonos de un diagrama de procesos como resumen:

Tabla 9

Diagrama de procesos inicial

		Resumen		
		Actual	Propuesta	Mejora
Proceso:	Opera.	4		
	Transp.	6		
	Demora	1		
	Inspec.	1		
	Almacén	2		

#	Descripción de Actividad	Símbolo	Observaciones
1	Se traslada la materia prima	○ → D □ ▽	
2	Se almacena la materia prima	○ → D □ ▽	
3	Traslado de barras de cobre	○ → D □ ▽	
4	El uso de una sierra mecánica	○ → D □ ▽	
5	Se traslada barras a torno CNC	○ → D □ ▽	
6	Se traslada las rocas para refrendar	○ → D □ ▽	
7	Se traslada las barras a la fresadora	○ → D □ ▽	
8	Se hace uso de la fresadora	○ → D □ ▽	
9	Se traslada al torno	○ → D □ ▽	
10	Hay uso del torno, lijado y posteriormente el acabado	○ → D □ ▽	
11	Transporte hacia almacén	○ → D □ ▽	
12	Se inspecciona y luego es embalado	○ → D □ ▽	
13	Almacenamiento terminado	○ → D □ ▽	

Fuente: Elaboración propia.

- **Objetivo específico 03:** Evaluar el tiempo actual de trabajo en la línea de producción de pernos de cobre.

- *Estudio de tiempos actual*

Tabla 10

Tiempo inicial

N°	Descripción de actividades	Tiempo actual
T1	Transporte del material hacia almacén	00:38:02
A1	Almacenado de las barras de cobre	00:31:00
T2	Transporte del material a la sierra mecánica	00:18:10
O1	Corte de las barras de cobre (1000 mm de longitud)	00:13:00
T3	Transporte de las barras de cobre hacia el torno CNC.	00:08:50
O2	Taladrado, roscado y refrenta a 235mm de longitud	00:011:00
T4	Transporte de las barras de cobre hacia la fresadora.	00:26:12
O3	Se fresea el canal a la barra de cobre	00:01:25
T5	Traslado al torno	00:03:22
O4	Se lija y da acabado a los tornillos metálicos de cobre	00:12:00
T6	Se traslada al área para el control de calidad	00:05:00
C1	Se inspecciona y pasa al embalaje del producto	00:15:00
A2	Se almacena el Producto terminado.	00:05:00
Tiempo total del proceso		2:57:01

Fuente: Elaboración propia.

Se calculó el tiempo de cada actividad durante un ciclo de producción, realizando la medición con cronómetro y obteniendo la suma de 2 horas 27 minutos y 1 segundo como tiempo total del proceso en un ciclo de producción. Además para el cálculo de actividades

productivas se considera que existen 4 actividades operativas, 6 actividades de traslado, 1 actividad de inspección y 2 actividades de almacenamiento. Aplicando la formula se determina lo siguiente:

$$\% \text{ Actividades productivas} = \frac{N^{\circ} \text{ operaciones} + N^{\circ} \text{ inspecciones}}{\text{Total de actividades}} \times 100$$

$$\% \text{ Actividades productivas} = \frac{4 + 1}{13} \times 100$$

$$\% \text{ Actividades productivas} = 38.46\%$$

Se asume que la productividad de las actividades inicial es de 38.46%, reduciendo las actividades improductivas a un 61.54%.

2.5. Solución de la propuesta

Dentro de la propuesta de mejora se sugirió incrementar la productividad del proceso de producción de pernos de cobre, basado en el estudio del método de trabajo y tiempo estándar; lo cual busca reducir los tiempos entre las actividades, estandarizar los procesos productivos, eliminar actividades no necesarios tanto de las máquinas como de los instrumentos y equipos, capacitar al personal en base al nuevo método de trabajo y mejorar la gestión operativa del trabajo a través de una mejor función del operario y mejora del recorrido de actividades.

Primero se determinó eliminar las actividades no necesarias tanto de las máquinas, equipos e instrumentos que se encuentran dentro del proceso de producción, y por consiguiente reorganizar las funciones operativas de cada actividad dentro del proceso, el cual se muestra a continuación en la siguiente tabla:

- *Actividades propuestas*

Es preciso mencionar cuales son las actividades principales propuesta que comprenderían el nuevo proceso de fabricación, definido en la siguiente tabla:

Tabla 11

Actividades propuestas

Descripción de actividades	
T1	Transporte del material hacia almacén
C1	Almacenado de las barras de cobre
T2	Transporte del material a la sierra mecánica
O1	Corte de las barras de cobre (1000 mm de longitud)
T3	Transporte de las barras de cobre hacia el torno CNC.
O2	Taladrado, roscado y refrenta a 235mm de longitud
C2	Transporte de las barras de cobre hacia la fresadora.
O3	Se frese el canal a la barra de cobre
T4	Traslado al torno
O4	Se lija y da acabado a los tornillos metálicos de cobre
T5	Se traslada al área para el control de calidad
C3	Se inspecciona y pasa al embalaje del producto
A1	Se almacena el Producto terminado.

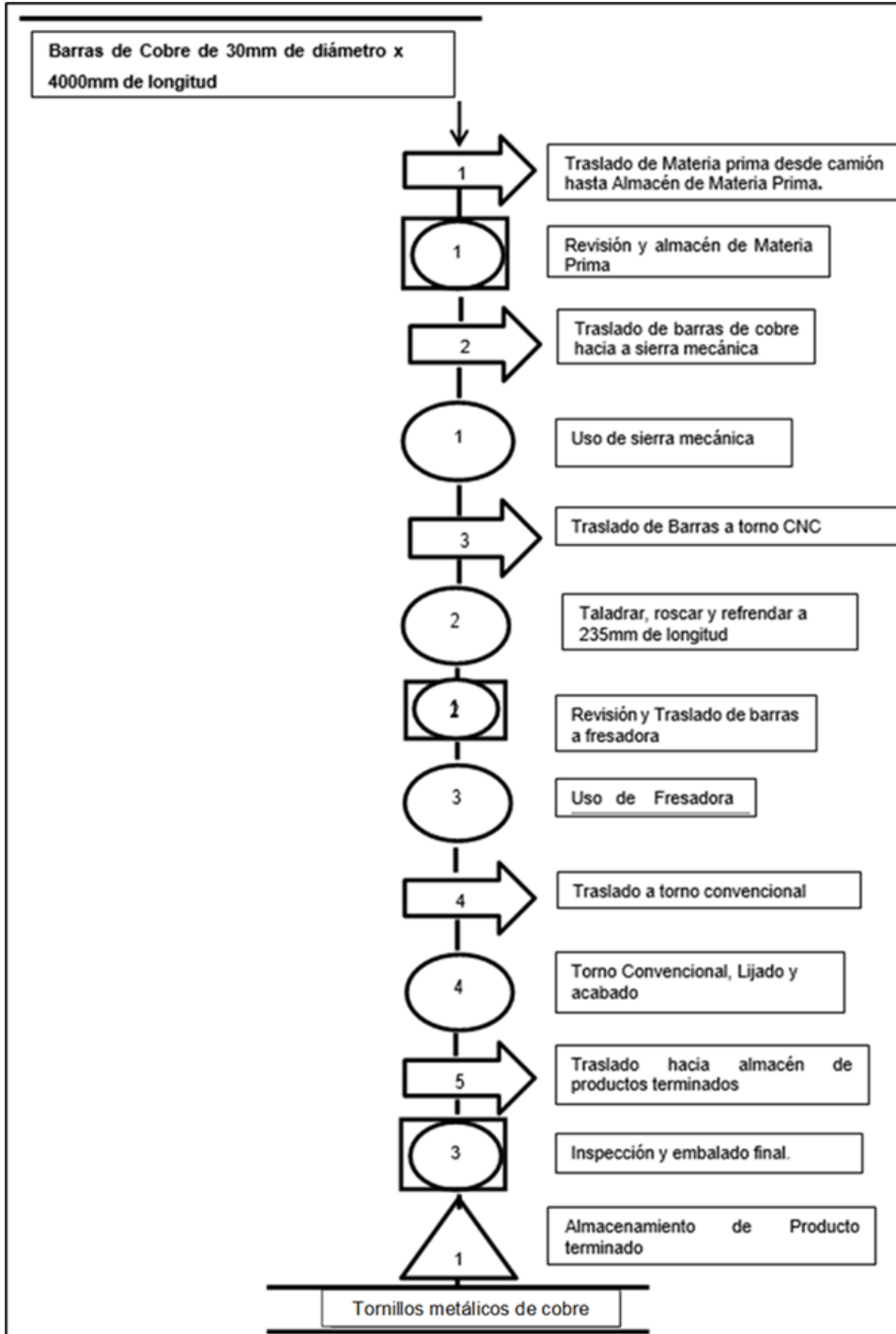
Fuente: Elaboración propia.

- **Diagrama de operaciones propuesto**

Se observa que entre las actividades realizadas hay un traslado del material, almacenamiento, y otras actividades operativas las cuales han sido reorganizadas en su función operativa, tal cual como se muestra en el nuevo diagrama de operaciones:

Figura 7

Diagrama de Operaciones propuesto



Fuente: Elaboración propia.

- **Diagrama Bimanual propuesto**

Con este cambio realizado a la función de las actividades, es necesario indicar que se evidenció una mejora en el proceso de fabricación en las actividades aumentando de 4 a 5 actividades productivas, tal como lo presenta el diagrama a continuación:

Tabla 12

Diagrama Bimanual inicial

Diagrama BIMANUAL propuesto							
Fecha: 18/05/23 Hoja N°: 001							
Actividad: Roscado, taladrado y refrentado.	RESUMEN						
	Actividad	Inicial		Propuesta		Economía	
		IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER
Área: Producción	OPERACIÓN ○	1	3	2	2		
Operario: Martín Carrasco	MOVIMIENTO ⇄	5	1	2	2		
Método: Situación Inicial	SOSTENIMIENTO ▽	2	0	1	0		
	ESPERA/DEMORA D	0	1	0	0		
Elaborado: Daniel Guevara	TOTAL	8	5	5	4		
Mano Izquierda				Mano Derecha			
Descripción de la Actividad	Símbolo	Símbolo	Descripción de la Actividad				
No presenta movimiento diferenciado	○⇄▽D	○⇄▽D	Traslado				
No presenta movimiento diferenciado	○⇄▽D	○⇄▽D	Montaje				
No presenta movimiento diferenciado	○⇄▽D	○⇄▽D	Puesta en marcha				
No presenta movimiento diferenciado	○⇄▽D	○⇄▽D	Mecanizado				
No presenta movimiento diferenciado	○⇄▽D	○⇄▽D	Retirado				

Fuente: Adaptación del Diagrama Bimanual elaborado por Niebel (2002)

- **Diagrama de Procesos propuesto**

Es correspondiente para esta investigación detallar las actividades dentro del proceso como un escenario propuesto de mejora, es por ello que se realizó un lineamiento de las actividades en secuencia apoyándonos de un diagrama de procesos como resumen:

Tabla 13

Diagrama de procesos propuesto

	Resumen		
	Inicial	Propuesta	Mejora
Opera.	4	4	1
Transp	6	5	-1
Demora	1	-	-1
Inspec.	1	3	1
Almacén	2	1	-1

#	Descripción de Actividad	Símbolo	Observaciones
1	Se traslada la materia prima	○ → D □ ▽	
2	Se almacena la materia prima	○ → D □ ▽	
3	Traslado de barras de cobre	○ → D □ ▽	
4	El uso de una sierra mecánica	○ → D □ ▽	
5	Se traslada barras a torno CNC	○ → D □ ▽	
6	Se traslada las rocas para refrendar	○ → D □ ▽	
7	Se traslada las barras a la fresadora	○ → D □ ▽	
8	Se hace uso de la fresadora	○ → D □ ▽	
9	Se traslada al torno	○ → D □ ▽	
10	Hay uso del torno, lijado y posteriormente el acabado	○ → D □ ▽	
11	Transporte hacia almacén	○ → D □ ▽	
12	Se inspecciona y luego es embalado	○ → D □ ▽	
13	Almacenamiento terminado	○ → D □ ▽	

Fuente: Elaboración propia.

- *Estudio de tiempos propuesto*

Tabla 14

Tiempo propuesto

Nº	Descripción de actividades	Tiempo actual
T1	Traslado de materia prima hasta almacén	00:18:12
C1	Almacenado de las barras de cobre	00:21:10
T2	Transporte de las barras de cobre a la sierra mecánica	00:11:02
O1	Corte de las barras de cobre (1000 mm de longitud)	00:07:22
T3	Transporte de las barras de cobre hacia el torno CNC.	00:04:52
O2	Taladrado, roscado y refrenta a 235mm de longitud	00:08:03
C2	Transporte de las barras de cobre hacia la fresadora.	00:14:55
O3	Se frese el canal a la barra de cobre	00:03:00
T5	Traslado al torno	00:01:48
O4	Se lija y da acabado a los tornillos metálicos de cobre	00:10:10
T5	Se traslada al área para el control de calidad	00:04:41
C3	Se inspecciona y pasa al embalaje del producto	00:11:33
A1	Se almacena el Producto terminado.	00:03:58
Tiempo total del proceso		2:00:46

Fuente: Elaboración propia.

Se calculó el tiempo de cada actividad propuesta durante un ciclo de producción, realizando la medición con cronómetro y obteniendo la suma de 2 horas 00 minutos y 46 segundos como tiempo total del proceso propuesto en un ciclo de producción.

- ***Actividades productivas propuestas***

Con la mejora de procesos ahora hay 04 actividades de operación, 05 actividades de transporte o traslado, 03 actividad de inspección y 01 actividades de almacenamiento. Por consiguiente se determinará el porcentaje de las actividades productivas actual:

$$\% \text{ Actividades productivas} = \frac{N^{\circ} \text{ operaciones} + N^{\circ} \text{ inspecciones}}{\text{Total de actividades}} \times 100$$

$$\% \text{ Actividades productivas} = \frac{4 + 3}{13} \times 100$$

$$\% \text{ Actividades productivas} = 53.84\%$$

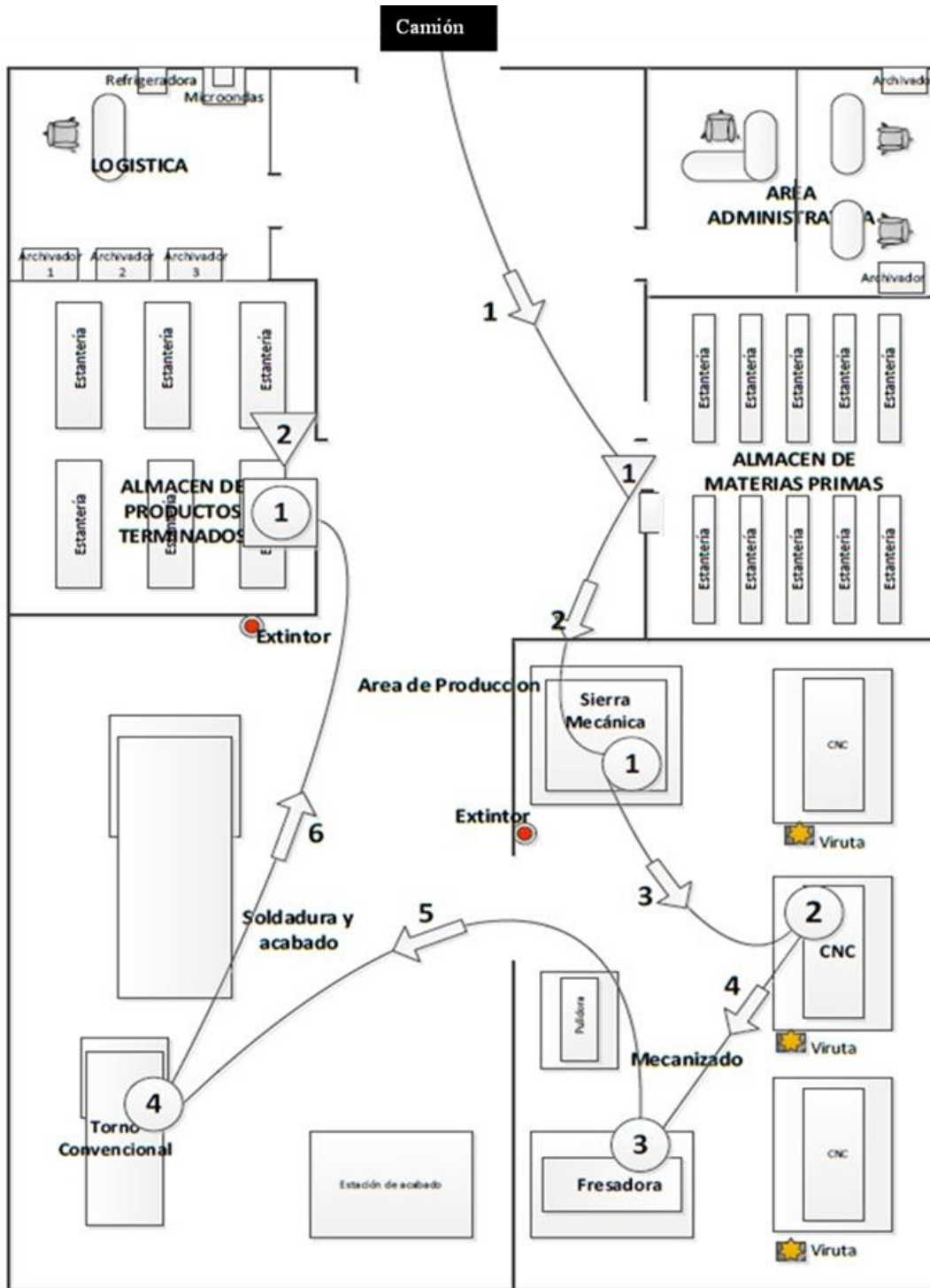
Con esta mejora se asume que la productividad de las actividades es de 53.84%, reduciendo las actividades improductivas a un 46.16%. Esto también permitió mejorar el recorrido del operario en la estación de trabajo.

- ***Diagrama de recorrido propuesto***

Con la mejora de procesos ahora se propone un Layout o diagrama de recorrida, que permitirá guiarse al operario de una manera más eficiente en la estación de trabajo, tal como se muestra a continuación:

Figura 8

Diagrama de recorrido propuesto



Fuente: Elaboración propia

- ***Estandarización propuesta***

Al mejorar los tiempos de las actividades hubo también una reducción importante en los tiempos de ciclo del operario, es por ello importante remarcar el tiempo estándar propuesto:

Tabla 15

Tiempo posterior al estudio

Estudio de tiempo	Tiempo
Tiempo - ciclo	02:00:46
Tiempo – hombre trabajando	01:35:09
Tempo – maquina trabajando	01:48:42

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16

Suplementos de tiempo final

Suplementos	Porcentaje
Fatiga del personal	3%
Necesidades Fisiológicas	3%
Jornada de pie	2%
Mala iluminación	1%
Atención requerida	2%
Descansos entre actividades	1%
Total	12%

Fuente: Elaboración propia

Con este porcentaje podemos calcular el nuevo tiempo estándar de trabajo del operario posterior a la mejora, calculándose lo siguiente:

$$TS = TN (1 + S)$$

Donde:

TS= Tiempo estándar

TN= Tiempo Normal

S = Suplementos

Por lo tanto:

$$TS = 2:00:46 \times (1 + 12\%)$$

$$TS = 2:15:16$$

Se determina que la eficiencia del operario es del 79%, mientras el uso de la máquina es del 90%. Considerando un tiempo estándar de 2 horas 15 minutos y 16 segundos por cada ciclo de producción.

2.6. Evaluación económico-financiera

Este diseño de mejora basado en la ingeniería de métodos para implementarse en su totalidad deberá primero contrastarse los beneficios económicos que produzca, tomando en cuenta el material, la mano de obra, la maquinaria, el tiempo de producción, la producción misma y otros costos por parte del investigador que se observan a continuación:

Tabla 17*Costos básicos de oficina*

Descripción	Cantidad	Costo por Unidad	Costo total
Hojas Bond A4	2	16.9	33.8
Cronómetro	2	290	580
Tableros de plástico	10	2.5	25
Lapiceros	50	1	50
Estantes	5	180	900
Cintas	5	75	375
Guía técnica para la capacitación	17	40	680
			2643.8

Tabla 18

Análisis económico del diseño de mejora

Concepto	0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Promedio	Total
Número de compra		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
Compra materiales previo a la mejora		130	150	110	130	130	150	115	130	129	129	142	135	131.66667	1580
Compra materiales posterior a la mejora		125	145	102	125	123	142	105	122	125	125	141	125	125.41667	1505
Operaciones mensuales/Tornillos demandados		120	140	100	120	120	140	100	120	120	120	140	120	121.66667	1460
Abastecimiento inicial	-	92.31%	93.33%	90.91%	92.31%	92.31%	93.33%	86.96%	92.31%	93.02%	93.02%	98.59%	88.89%	0.9227417	11.0729
Abastecimiento final	-	96.00%	96.60%	98.00%	96%	97.60%	98.60%	95.20%	98.40%	96.00%	96.00%	99.30%	96.00%	0.96975	11.637
Ahorro en tornillos metálicos (lote)		5	5	8	5	7	8	10	8	4	4	1	10	6.25	75
Ahorro por lote de tornillos (soles)		514.5	514.5	823.2	514.5	720.3	823.2	1029	823.2	411.6	411.6	102.9	1029	643.125	7717.5
Inversión inicial	-	2643.8													

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19*Indicadores financieros*

Indicador	
Costo de oportunidad (tasa anual)	15.38%
Costo de oportunidad (tasa mensual)	1.28%
Ahorro (1 año)	S/ 7,717.50
VAN	S/ 4,415.68
TIR (mensual)	21.80%
B/C	2.92

Fuente: Elaboración propia

Según el análisis económico presentado, indica que el costo de oportunidad es del 15.38% en su tasa anual, y una tasa mensual del 1.28%. Se indica también que el ahorro durante un año será de 7,717 soles y el Valor Actual Neto (VAN) será de 4,415 soles; siendo un indicador positivo para el escenario actual.

Por otro lado, la Tasa Interna de Retorno (TIR) es de 21.8% y por ser mayor que la tasa de oportunidad mensual (1.28%) se indica que esta aplicación es viable económicamente.

Por último, la ratio beneficio costo es de 2.92, siendo mayor que la unidad, se determina que el diseño de mejora basado en la ingeniería de métodos como propuesta es rentable.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

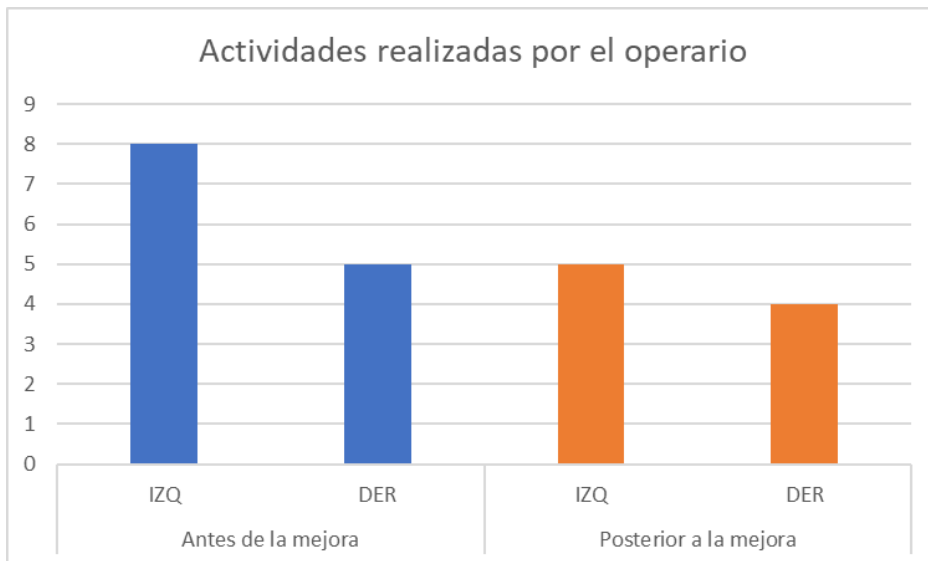
Tabla 20

Actividades realizadas por el operario

Actividad	Antes de la mejora		Posterior a la mejora	
	IZQ	DER	IZQ	DER
OPERACIÓN ○	1	3	2	2
MOVIMIENTO ⇨	5	1	2	2
SOSTENIMIENTO √	2	0	1	0
ESPERA/DEMORA D	0	1	0	0
TOTAL	8	5	5	4

Figura 9

Diagrama de recorrido propuesto



Con esta mejora se asume que las actividades realizadas por el operario se estandarizan, asumiendo que ahora tendrá movimientos equitativos con ambas manos.

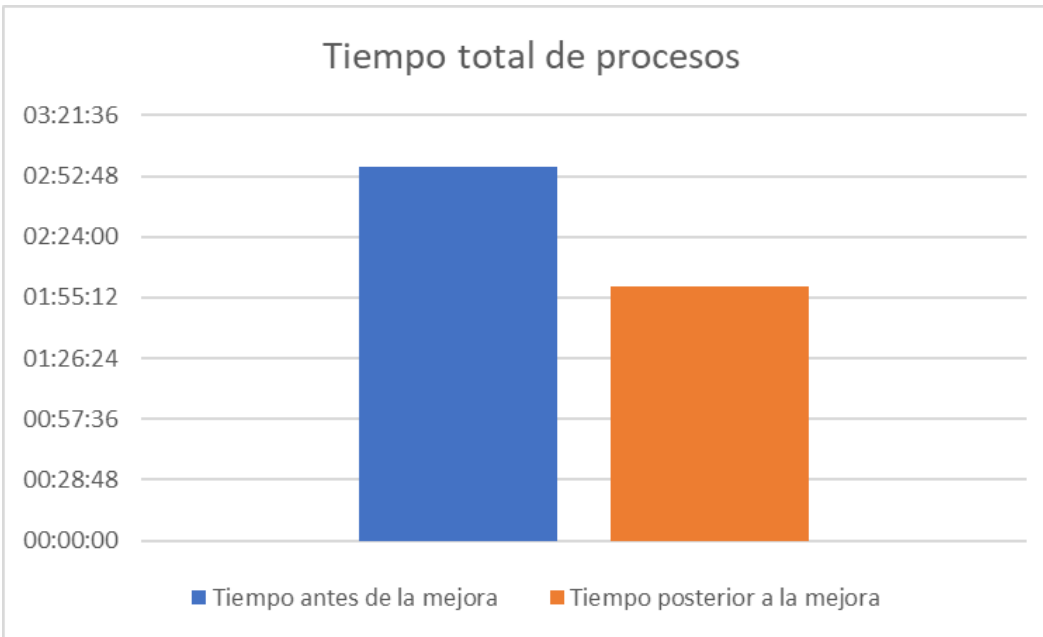
Tabla 21

Estudio de tiempos

Descripción	Tiempo antes de la mejora	Tiempo posterior a la mejora
Tiempo total del proceso	02:57:01	02:00:46

Figura 10

Diagrama de recorrido propuesto



Con esta mejora se asume que el tiempo posterior es de 02:00:46 horas, mostrando una reducción frente a las 02:57:01 horas de tiempo anterior a la mejora.

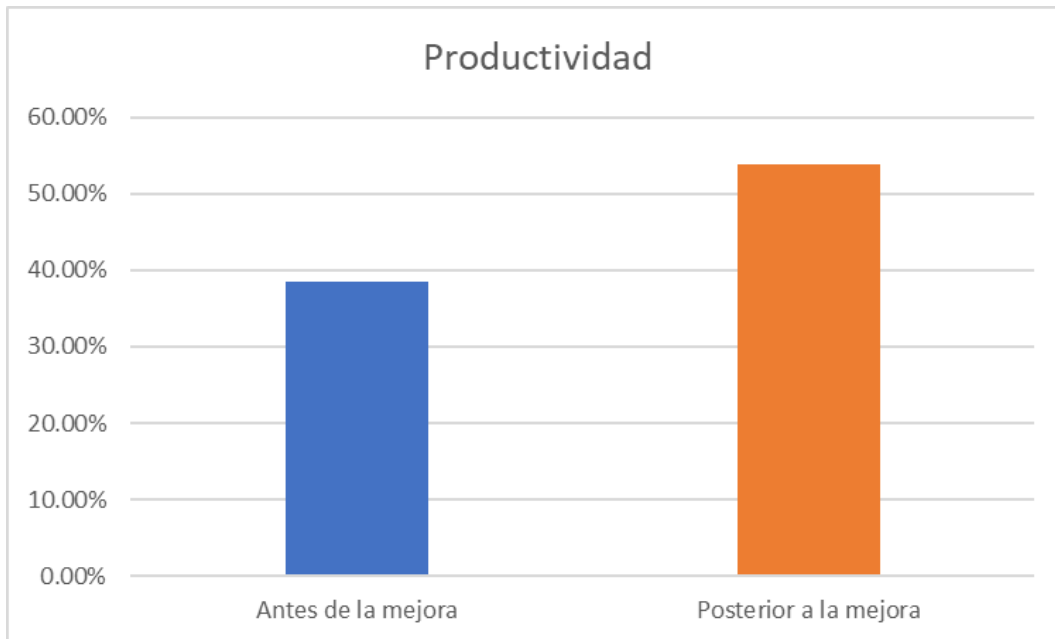
Tabla 22

Productividad de las actividades

Descripción	Antes de la mejora	Posterior a la mejora
% Actividades productivas	38.46%	53.84%

Figura 11

Diagrama de recorrido propuesto



Con esta mejora se asume que la productividad de las actividades es de 53.84%, mostrando un crecimiento frente al 38.46% de la productividad de las actividades antes de la mejora.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

Los resultados obtenidos validan la hipótesis la cual expresa que el estudio del método de trabajo y tiempo estándar va a mejorar la productividad en la línea de producción de pernos de cobre de una metalmecánica, esto debido que la empresa al no tener un estudio del método de trabajo y tiempos estandarizados producen una reducción de la productividad, generando también una inestabilidad económica y financiera. Así mismo, se considera varias **limitaciones** en esta investigación, primero la limitación generada por la Covid-19, dificultando el acceso a la empresa de manera constante, sin embargo se logró ingresar y dar cumplimiento a las metas planteadas. Otra limitación enfrentada fue la de obtener datos históricos de la empresa con respecto a los métodos y tiempos de trabajo, debido que la empresa no tenía un reporte como tal de producción, sin embargo el investigador pudo generar la toma de datos y hacer un reporte inicial. Estas limitaciones generaron retrasos en la toma de datos, sin embargo se logró obtener toda la información necesaria y cumplir en su totalidad con todos los objetivos propuestos.

En la **contrastación** de resultados, se tomó el primer objetivo específico el cual busca determinar la situación actual antes del estudio del método de trabajo y tiempo estándar, obteniendo que no cuenta con un método de trabajo estandarizado y este se encuentra a un 38.46% del valor actual, generando una pérdida actual del S/ 6,578.21; así mismo no cuenta con tiempos estandarizados de trabajo y mantiene un tiempo promedio de 3:10:00 con una pérdida actual de S/ 4,216.88; también se encontró la existencia de una mala distribución del área de trabajo que genera una pérdida actual de S/ 5,578.21 y por último la falta de capacitación de los colaboradores, la cual está representada por solo tener al 15% de

colaboradores capacitados y generando una pérdida económica de S/ 4,482.94. En este sentido, la investigación se contrasta con la tesis de Quintero (2019), quien de igual forma determinó los tiempos iniciales y un método de trabajo no estandarizados, los cuales le generaban pérdidas a la empresa y debían ser optimizados.

Con respecto al segundo objetivo específico el cual busca verificar el método de trabajo actual en la línea de producción de pernos de cobre, obteniendo que antes de la mejora había 13 actividades, de las cuales 04 son actividades operativas, 06 son relacionadas a transporte, 01 demora, 01 inspección y 01 actividad de almacenamiento; este resultado se obtuvo por la aplicación del diagrama bimanual sobre el diagrama de operaciones, obteniendo que el operario realizaba las actividades utilizando 8 veces la mano izquierda y 5 veces la mano derecha, considerando que el operario es diestro y estos movimiento generan demoras al no tener un espacio cómodo para él. La investigación se contrasta con la tesis de Andrade, Del Rio y Alvear (2019), quienes en su estudio aplicaron el diagrama bimanual para determinar los movimientos de los operarios y obtuvieron que la mano izquierda tenía más movilidad con la derecha sin embargo generaba contratiempos porque los operarios eran diestros y no estaba el espacio adecuado para ellos.

Con respecto al tercer objetivo específico el cual busca evaluar el tiempo actual de trabajo en la línea de producción de pernos de cobre, obteniendo que el tiempo total del proceso son 2 horas 57 minutos y 1 segundo; así mismo la productividad de las actividades inicial es de 38.46%, generando un total de 61.54% en actividades improductivas. La investigación se contrasta con la tesis de Dussan (2017) quien en su estudio generó un total de 70% en actividades improductivas, a pesar de tener un tiempo total de proceso estandarizado.

Con respecto al cuarto objetivo específico el cual busca explicar el nuevo método de trabajo y tiempo estándar en la línea de producción de pernos de cobre, obteniendo que ahora habrán 12 actividades, de las cuales 04 son actividades operativas, 05 de transporte, cero demoras, 03 inspección y 01 actividad de almacenamiento; este resultado se obtuvo por la aplicación del diagrama bimanual propuesto sobre el diagrama de operaciones propuesto, obteniendo que el operario realizará las actividades utilizando 5 veces la mano izquierda y 4 veces la mano derecha, considerando que el operario es diestro y estos movimiento le beneficiarán para evitar fatiga en él, así mismo con esta mejora se asume que la productividad de las actividades es de 53.84%, reduciendo las actividades improductivas a un 46.16% y esto también permitió mejorar el recorrido del operario en la estación de trabajo. La investigación se contrasta con la tesis de Pérez (2020) quien en su estudio logró incrementar la productividad en un 80,43%; demostrando que el estudio de métodos y tiempos mejoran significativamente la productividad de la mano de obra de los procesos críticos.

Por último el quinto objetivo específico el cual busca evaluar la viabilidad económica de la propuesta, obteniendo que el VAN es de S/ 4,415.68, mientras el TIR es de 21.80%; con un costo de oportunidad anual del 15.38%. La investigación se contrasta con la tesis de Collado y Rivera (2018) quienes en su obtuvieron buenos resultados al momento de aplicar el estudio de métodos y tiempos, generando ganancias económicas para la empresa, siendo un proyecto viable que permitía incrementar la rentabilidad de la empresa hasta en un 12% anual.

La **implicancia** práctica que manifiesta esta investigación está relacionada con el aporte de implementar un procedimiento del método de trabajo y tiempos estandarizados. Esto permitirá contribuir con la mejora de la productividad de la empresa, promoviendo

reducir la fatiga de los colaboradores, reduciendo el mantenimiento de las máquinas y las generar un mejor impacto económico para la empresa.

4.2. Conclusiones

- Se concluye que la empresa no cuenta con un método de trabajo estandarizado y este se encuentra a un 38.46% del valor actual, generando una pérdida actual del S/ 6,578.21; así mismo no cuenta con tiempos estandarizados de trabajo y mantiene un tiempo promedio de 3:10:00 con una pérdida actual de S/ 4,216.88; también se encontró la existencia de una mala distribución del área de trabajo que genera una pérdida actual de S/ 5,578.21 y por último la falta de capacitación de los colaboradores, la cual está representada por solo tener al 15% de colaboradores capacitados y generando una pérdida económica de S/ 4,482.94.
- En conclusión, antes de la mejora había 13 actividades, de las cuales 04 son actividades operativas, 06 son relacionadas a transporte, 01 demora, 01 inspección y 01 actividad de almacenamiento; este resultado se obtuvo por la aplicación del diagrama bimanual sobre el diagrama de operaciones, obteniendo que el operario realizaba las actividades utilizando 8 veces la mano izquierda y 5 veces la mano derecha, considerando que el operario es diestro y estos movimiento generan demoras al no tener un espacio cómodo para él.
- En conclusión, el tiempo total del proceso son 2 horas 57 minutos y 1 segundo; así mismo la productividad de las actividades inicial es de 38.46%, generando un total de 61.54% en actividades improductivas.
- Así también se concluye que posterior a la mejora habrán 12 actividades, de las cuales 04 son actividades operativas, 05 de transporte, cero demoras, 03 inspección y 01 actividad de almacenamiento; este resultado se obtuvo por la aplicación del diagrama bimanual propuesto sobre el diagrama de operaciones propuesto, obteniendo que el operario realizará las actividades utilizando 5 veces la mano izquierda y 4 veces la mano derecha, considerando

que el operario es diestro y estos movimiento le beneficiarán para evitar fatiga en él, así mismo con esta mejora se asume que la productividad de las actividades es de 53.84%, reduciendo las actividades improductivas a un 46.16% y esto también permitió mejorar el recorrido del operario en la estación de trabajo.

- Así mismo se concluye que la mejora presenta como proyecto viable al tener un VAN es de S/ 4,415.68, mientras el TIR es de 21.80%; con un costo de oportunidad anual del 15.38%.

4.3. Recomendaciones

- Se recomienda seguir analizando y controlando el avance de la empresa, para tener un diagnóstico de la situación actual cada seis meses, lo cual sería idóneo para que la mejora de las demás líneas de producción.

- Se recomienda mantener un control y seguimiento del cumplimiento del nuevo método de trabajo y el tiempo estandarizado tanto diariamente y generar reportes mensuales de los resultados.

- Así mismo se recomienda a la empresa procurar seguir generando estrategias que mejoren los espacios de trabajo, atendiendo más a las necesidades de los operarios, considerando sus quejas y modificaciones pertinentes.

- Por último, se recomienda mantener un programa de capacitación especializada para los operarios por parte del área de mantenimiento que permita manejar la maquinaria de manera adecuada, así también permitiendo que se aumenten las capacidades de ellos, reduciendo las malas prácticas.

Referencias

- Banco Mundial. (2020). *El aumento de la productividad, el principal motor de reducción de la pobreza, corre peligro debido a las perturbaciones causadas por la COVID-19*. Obtenido de BIRF: <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2020/07/14/productivity-growth-threatened-by-covid-19-disruptions>
- Bautista, K. (2013). *Estudio de tiempos y movimientos para mejoramiento de los procesos de producción de la empresa calzado gabriel*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/4962/1/t807id.pdf>
- Céspedes, N., Lavado, P., & Ramírez, N. (2017). *Productividad en el Perú: medición, determinantes e implicancias*. Obtenido de Universidad del Pacífico: <https://repositorio.up.edu.pe/bitstream/handle/11354/1495/C%C3%A9spedesNikita2016Cap1.pdf?sequence=1>
- Gonzales, A. (2020). *Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad en el área de producción de la empresa de alimentos balanceados Kime EIRL-Chiclayo, 2019*. Obtenido de <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/8031/Livaque%20Gonzales%2C%20Alexander%20%26%20Pe%C3%B1a%20Figuroa%2C%20Dany.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Instituto Peruano de Economía. (2017). *Productividad laboral*. Obtenido de IPE: <https://www.ipe.org.pe/portal/productividad-laboral/>
- Landaverde, O. (2017). *Simulación y virtualización del proceso de manufactura en manufacturas industriales Landaverde del producto de más venta*. Obtenido de

Repositorio del CIATEQ:
<https://ciateq.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1020/104/1/LandaverdeOcaizOscar%20MMANAV%202017.pdf>

Mas, M., & Robledo, J. (2018). *Productividad: Una perspectiva internacional y sectorial*.

Obtenido de Fundación BBVA: https://www.fbbva.es/wp-content/uploads/2017/05/dat/DE_2010_IVIE_productividad_perspectiva_internacional.pdf

Quintana, J. (1992). *Estudio de tiempos y movimientos en la empresa industrial*. Obtenido

de Repositorio de Universidad de Lima:
<http://dx.doi.org/10.26439/ing.ind1992.n003.3214>

Quintero, J. (2016). *Estudios de métodos y tiempos para proceso de Batanado en empresa textil*.

Rodriguez, J. (2008). *Determinación del tiempo estandar para la actualización de las ayudas visuales en una línea de producción de una empresa manufacturera*.

Obtenido de Instituto tecnológico de Sonora:
http://biblioteca.itson.mx/dac_new/tesis/240_javier_rodriguez.pdf

Tapia, L. (2017). *Estudio de tiempos y métodos para la mejora de la productividad en la línea de producción de colchones en la empresa MONLOP S.A. Lima, 2017*.

Obtenido de Repositorio UCV:
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/1926/Tapia_DLKA-SD.pdf?sequence=4&isAllowed=y

Villacreses, G. (2018). *Estudio de tiempos y movimientos en la empresa embotelladora de Guayusa Ecocampo*. Obtenido de Pontificia Universidad Católica del Ecuador:

<https://repositorio.pucesa.edu.ec/bitstream/123456789/2532/1/76809.pdf>

Anexos

ANEXO N° 01 : Matriz de Consistencia

Título de investigación: “Estudio del método de trabajo y tiempo estándar para mejora de la productividad en la línea de producción de pernos de cobre en una metalmecánica de Trujillo - 2023”.

Problema general	Hipótesis general	Objetivos	Objetivos específicos	Variables	Metodología
¿En qué medida el estudio del método de trabajo y tiempo estándar va a mejorar la productividad en la línea de producción de pernos de cobre en una metalmecánica?	El estudio del método de trabajo y tiempo estándar va a mejorar la productividad en la línea de producción de pernos de cobre de una metalmecánica.	Determinar en qué medida el estudio del método de trabajo y tiempo estándar va a mejorar la productividad de la línea de producción de pernos de cobre en una metalmecánica.	<ul style="list-style-type: none"> Determinar la situación actual antes del estudio del método de trabajo y tiempo estándar. Verificar el método de trabajo actual en la línea de producción de pernos de cobre. Evaluar el tiempo actual de trabajo en la línea de producción de pernos de cobre. Explicar el nuevo método de trabajo y tiempo estándar en la línea de producción de pernos de cobre. Evaluar la viabilidad económica de la propuesta. 	Variable (1): Clima organizacional Variable (2): Desempeño laboral	Enfoque: Cuantitativa De acuerdo al fin: De acuerdo al alcance De acuerdo al diseño De acuerdo a la temporalidad Población: La población estuvo conformada por el número de ciclos en el que se realiza la línea de producción de los pernos de cobre en la metalmecánica. Muestra: La muestra se conformó por el número de ciclos repetitivos que se realizaron en la producción de los pernos de cobre en la metalmecánica, en un periodo de 15 semanas, donde se consideró 35 ciclos antes de la aplicación del estudio y 35 ciclos posteriores al estudio.

ANEXO N° 02 : Operacionalización de la Variables

Título de investigación: “Estudio del método de trabajo y tiempo estándar para mejora de la productividad en la línea de producción de pernos de cobre en una metalmecánica de Trujillo - 2023”.

Variables	Definición Conceptual	Definición Teórica	Dimensión	Indicador
Estudio del método de trabajo y tiempo estándar	Técnicas encargadas de aumentar la productividad con los mismos recursos u obtener lo mismo con menos recursos, utilizando para eso un análisis sistemático y crítico de las operaciones, métodos y procedimientos de trabajo.	El diseño propuesto basado en la ingeniería de métodos el cual se encargará de analizar los tiempos y métodos de trabajo.	Estudio de Tiempos	$TS = TN(1 + S)$ TS= Tiempo estándar, TN= Tiempo Normal, S =Suplementos
			Estudio de métodos de trabajo	Diagrama Bimanual
Productividad	Relación que existe entre lo que se ha producido y los medios que se han empleado para conseguirlo (mano de obra, materia prima, energía, etc.)	Cantidad de pernos metálicos de cobre fabricados por el operario en relación con el tiempo utilizado.	Tiempo de ciclo	$Tiempo\ de\ ciclo$ = duración del proceso de producción
			Productividad del operario	$P. M. = \frac{Tiempo\ productivo\ máquina}{Tiempo\ de\ ciclo} \times 100$
			Productividad de la máquina	$P. O. = \frac{Tiempo\ productivo\ operario}{Tiempo\ de\ ciclo} \times 100$

ANEXO N° 03 : Instrumento

FICHA DE CONTENIDO: Causa Raíz

Título:

Autor:

N°

Causa Raíz

Problemas

FICHA DE CONTENIDO: Diagrama Bimanual

Diagrama BIMANUAL							
Fecha:							
Hoja Nro:							
Actividad:	RESUMEN						
	Actividad	Inicial		Propuesta		Economía	
		IZQ	DER	IZQ	DER	IZQ	DER
Área:	OPERACIÓN ○		3				
Operario:	MOVIMIENTO ⇄		1				
Método:	SOSTENIMIENTO ▽		0				
	ESPERA/DEMORA D		1				
Elaborado:	TOTAL			5			
Mano Izquierda			Mano Derecha				
	Símbolo	Símbolo	Descripción de la Actividad				
	○⇄▽D	○⇄▽D					
	○⇄▽D	○⇄▽D					
	○⇄▽D	○⇄▽D					
	○⇄▽D	○⇄▽D					
	○⇄▽D	⇄▽D					

FICHA DE CONTENIDO: Tiempo total del proceso por actividad

N°	Descripción de actividades	Tiempo actual
----	----------------------------	---------------

Tiempo total del proceso

Foto 01: Colaboradores de la empresa



Foto 02: Pernos de cobre



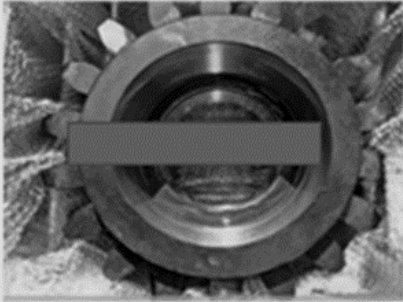
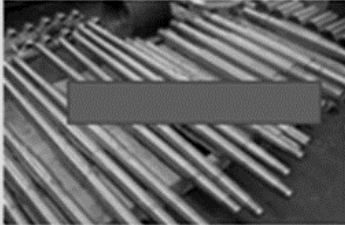
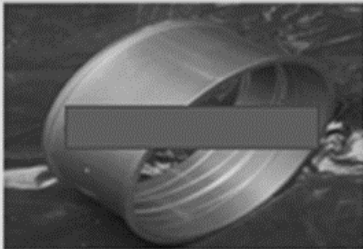
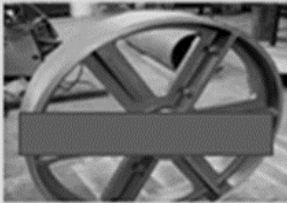
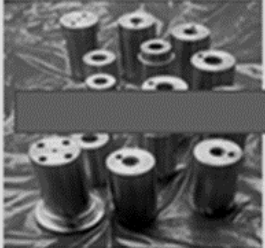
Foto 03: Taller de producción



Foto 04: Operario y Fresadora



Foto 04: Fotos de otros productos de la empresa

Producto	Referencia
Piñones rectos	
Ejes rodillos, soportes	
Pines, bocinas, bridas	
Ruedas en general	
Pernos y tuercas especiales	
Tornillos metálicos de cobre	