



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Estudio de trabajo para reducir el tiempo en paradas de rutina en  
el área laminado de una planta siderúrgica**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Industrial

**AUTOR:**

Machado Tolentino, Angel Melquisedec (orcid.org/[0000-0003-4261-4724](https://orcid.org/0000-0003-4261-4724))

**ASESOR:**

MG. Vargas Sagastegui, Joel David (orcid.org/[0000-0003-0411-8164](https://orcid.org/0000-0003-0411-8164))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión empresarial y productiva

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Apoyo a la reducción de brechas y carencias en la educación en todos sus  
niveles

**CHIMBOTE - PERÚ**

**2022**

## **Dedicatoria**

Gracias Dios por esta nueva oportunidad, gracias a mis padres, a mi hermana, a mi esposa; y a mis hijas por el apoyo incondicional para el logro de mis objetivos, a mi familia por su fraternidad en todo momento.

A los trabajadores que participaron en el desarrollo de la investigación, con la información proporcionada para lograr con éxito la tesis.

Ángel Machado.

## **Agradecimiento**

Expresar mi sincera gratitud a Dios, a mis padres, a mi hermana, mi esposa; y a mis hijos que tienen derecho a un merecido reconocimiento, pues ellos son quienes han ofrecido su ayuda de todo corazón, para que se concrete con éxito la finalización de mis objetivos.

A la Universidad Cesar Vallejo, a los docentes por brindarnos conocimientos que hoy en día hacen posible la conclusión de la investigación.

*El Autor*

## Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras .....	vi
Resumen.....	vii
Abstract .....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II.MARCO TEÓRICO .....	5
III. METODOLOGÍA.....	16
3.1.Tipo y diseño de investigación .....	16
3.2.Variable y Operacionalización .....	17
3.3.Población, Muestra y Muestreo .....	17
3.4.Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	19
3.5.Procedimiento.....	19
3.6.Método de análisis de datos.....	20
3.7.Aspectos éticos.....	20
IV.RESULTADOS .....	22
V.DISCUSIÓN.....	38
VI.CONCLUSIONES .....	41
VII.RECOMENDACIONES.....	43
REFERENCIAS .....	44
ANEXOS .....	50

## Índice de tablas

Tabla 1. <i>Población de la investigación.</i> .....	18
Tabla 2. <i>Muestra de la investigación.</i> .....	18
Tabla 3. <i>Matriz de correlación de VESTER.</i> .....	25
Tabla 4. <i>Graficación de la matriz de VESTER entre pasivos y activos.</i> .....	25
Tabla 4. <i>Determinación del tiempo estándar por semana con respecto al tiempo de paradas de rutina del área de laminado.</i> .....	34
Tabla 5. <i>Comparando los tiempos de paradas programada vs el tiempo estándar hallado con la aplicación de un estudio de tiempos para las actividades</i> .....	35
<i>del cambio de canal del área de laminado.</i> .....	35

## Índice de figuras

Figura 1. Espina de Ishikawa de la problemática.....	23
Figura 2. Diagrama de Operaciones en las paradas de rutina del área de laminado.....	26
Figura 3. Diagrama de operaciones correspondientes para cada actividad.....	27
Figura 4. Distribución de tiempos estimados en las paradas de rutina del área de laminado. ....	28
Figura 5: Distribución de tiempos estimados en las paradas de rutina del área de laminado en porcentajes.....	28
Figura 7. Tiempos programados para cada actividad en el cambio de canal. ....	30
Figura 7. Comparación de los tiempos reales recogidos en campo y el tiempo estimado para cada actividad. ....	31
Figura 8. Sistema Westing House.....	32
Figura 9. Suplementos de trabajo (OTI) .....	33
Figura 10. Comparando el tiempo programado de la muestra del estudio con el tiempo obtenido mediante la aplicación del estudio de tiempos .....	35

## Resumen

El tiempo de paradas de rutina en el campo industrial, se ha convertido en un enemigo en la producción de las grandes empresas y más aún, de dichas áreas encargadas de transformar la materia prima, dicho procedimiento, se refleja en la empresa siderúrgica, sobre la cual, se está abordando la presente investigación, es por ello, que se planteó el siguiente objetivo general: Aplicar el estudio de trabajo para reducir el tiempo de paradas de rutina en el área laminado de una planta siderúrgica en la ciudad de Chimbote, 2022, teniendo en cuenta que el tipo de estudio fue aplicada con pre experimental y corte transversal; ante ello, se tomó un promedio de 50 minutos como muestra; tomado del registro cuantificado o software encargado de gestionar las paradas diarias en el área de laminado. Así mismo, se consideró la técnica de la observación y el análisis documentario, para los cuales se aplicó una ficha de observación y formatos que registran datos reales que sumaron como instrumentos de investigación, además la conclusión indicó que: El estudio de tiempos, comprende un proceso de aplicación de métodos para encontrar la causa raíz del problema, en este caso fue la reducción del tiempo de paradas de rutina en el área de laminado de una empresa siderúrgica, para la cual, se aplicó un estudio de tiempos, encontrando que la reducción estándar fue de 2.33 minutos, considerando que la producción de dicha área es de 50tn/hora, entonces, se dedujo que el valor por minuto fue 193 toneladas y 116.5tn/hora, indicando la influencia de dicho proceso en la relación de beneficio costo, logrando confirmar que, los datos hallados, contribuyen en la mejora de la empresa, específicamente del área estudiada; donde, fue posible reducir los costos y generar beneficios económicos, al recuperar el tiempo desperdiciado en la producción de varillas de acero.

**Palabras clave:** Estudio de trabajo, reducción de tiempo, paradas de rutina, estudio de tiempos.

## Abstract

The time of routine stops in the industrial field has become an enemy in the production of large companies and even more so, of those areas in charge of transforming the raw material, said procedure, is reflected in the steel company, on the which, this research is being addressed, which is why the following general objective was set: Apply the work study to reduce the time of routine stops in the rolling area of a steel plant in the city of Chimbote, 2022, taking into account that the type of study was applied with pre-experimental and cross-sectional; Given this, an average of 50 minutes was taken as a sample; taken from the quantified register or software in charge of managing the daily stops in the rolling area. Likewise, the technique of observation and documentary analysis was considered, for which an observation sheet and formats that record real data that were added as research instruments were applied, in addition the conclusion indicated that: The study of times, includes a process of applying methods to find the root cause of the problem, in this case it was the reduction of the time of routine stops in the rolling area of a steel company, for which a time study was applied, finding that the reduction standard was 2.33 minutes, considering that the production of said area is 50tn/hour, then, it was deduced that the value per minute was 193 tons and 116.5tn/hour, indicating the influence of said process in the cost-benefit ratio, managing to confirm that the data found contribute to the improvement of the company, specifically in the area studied; where, it was possible to reduce costs and generate economic benefits, by recovering the time wasted in the production of steel rods.

**Keywords:** Work study, time reduction, routine stops, time study.

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, en el mundo de la industria siderúrgica, se han desarrollado estudios de trabajo para reducir los tiempos de paradas, conocidos también como tiempo muertos o de mantenimiento, ya sea programado o por urgencia, donde los trabajadores, deben entender que la producción efectiva, depende del buen funcionamiento de las máquinas y equipos de planta, pero sobre todo, de una adecuada programación para controlar dicha situación, del mismo modo, es necesario que estas revisiones mantengan un tiempo considerativo para asegurar la calidad de producción, el tiempo de entrega, valorar el tiempo de vida de los equipos y maquinas e incrementar las ganancias de la empresa.

Al respecto, Ureña (2020) agrega que, “la reducción de los tiempos de paradas constituye entonces un reto decisivo para asegurar la calidad de los productos terminados, el plazo y también la satisfacción del cliente, además, mediante un estudio de trabajo, será posible conocer los indicadores como: reducción de costos, reducción de los riesgos sanitarios, reducción de perdidas, reducción del tiempo y mejorar las relaciones comerciales entre cliente y proveedor” (p.16). Ante ello, en Ecuador, Andrade (2019), realizo un estudio en la industria de calzados Normita SAC de Quito, encontrándose que, los problemas frecuentes en el retraso de las entregas de productos, se deben a las paradas no programadas en cuanto al mantenimiento y soporte de sus máquinas, al respecto, se halló, que en el inicio, la industria sostenía una producción del 96.78%, después de hacer un estudio de trabajo, la compañía demostró que mediante el uso del método de Ishikawa y el de las 6M, se pudo reducir el tiempo de paradas en un total de 96 minutos al día, aumentando la productividad en un 5.49% al año. (p.52)

De igual manera, en Colombia, Salazar (2019) señaló que unos de los principales agentes no permiten reducir los tiempos muertos, es la demora en los ciclos de parada, tal como se encontró en el caso de la compañía “Metalmecánica Marval”, enfocada a la producción de perfiles de acero, en ello, se demostró que, mediante un estudio de trabajo, es posible reducir el 40% del tiempo estimado en las paradas de rutina del periodo anual, lo que equivale a 83 minutos al día, generando casi 2 toneladas más de acero diario (p.22).

En el entorno nacional, la Cámara de Comercio de Lima, sustentó mediante un informe, que la distribución de paradas de rutina, no ha sido tomadas como el medio de mantenimiento preventivo, generando pérdidas económicas y bajas en la productividad de los diferentes sectores comerciales con un valor promedio del 0.5% durante todo un año, al mismo tiempo, indicó que en los últimos 10 años, los sectores afectados fueron, el agropecuario con una baja del 3.6% en su productividad, el de construcción con un 6.5% y el sector minero con un 1.8% respectivamente, debido a ello, los planes estratégicos que se están empleado en el sector industrial y el pesquero, a través de un estudio de trabajo, se determinó que es posible reducir los tiempos muertos en el proceso de mantenimiento de los equipos y máquinas, utilizando solo el tiempo necesario para reducir costos y obtener beneficios, ante ello, se logró reducir 1.18 y 1.25 minutos al día respectivamente para cada sector, ocasionando mayores ingresos económicos a diferencia de lo percibido anteriormente (Cámara de Comercio del Lima, 2020, p.8).

En el ámbito institucional, se tiene una empresa siderúrgica que lleva casi 65 años en el mercado industrial, la misma que se dedica a la producción de fierros de construcción de  $\varnothing 13/8"$ ,  $\varnothing 1", 3/4"$  y  $\varnothing 1/2"$  en una línea de laminado en caliente a través de cilindros de laminación, donde la materia prima es calentada en un horno a  $1200^{\circ}\text{c}$ , luego es llevado mediante unos rodillos mecánicos a las cajas de laminación para reducir su sección hasta llegar a la caja terminadora que realiza el logotipo del fierro de construcción, dejando listo el producto. Ante ello, la parada de rutina inicia a las 08:30 am de cada día, para realizar el cambio de canal en las cajas de laminación, donde las principales actividades en esta sección son el cambio de caja y cambio de canal, teniendo en cuenta que el cilindro terminador tiene 8 canales que tienen que ser revisados, antes de realizar otra operación, por lo tanto, el tiempo estimado para dicho proceso, será de 8 días que dura la caja de laminación, para luego hacer el mantenimiento respectivo.

Por otro lado, es evidente que, en la actualidad, se está tomando en cuenta, una excesiva cantidad de paradas, lo cual genera pérdidas económicas, la parada de rutina es de 50 min diaria, donde a la semana es un tiempo de 5.8 horas de parada en la línea de producción, entonces, si multiplicamos 50tn/h que es lo que se produce comúnmente, se obtiene que se dejó de producir 291 toneladas al día.

Bajo lo expuesto, es posible plantearse la siguiente interrogante general: ¿Cómo aplicar el estudio de trabajo para la reducción del tiempo de paradas de rutina en el área laminado de una planta siderúrgica en la ciudad de Chimbote, 2022?, para ello, se formulan las siguientes preguntas específicas: primero; ¿Cuáles son los factores que afectan el tiempo en paradas de rutina en el área laminado de una planta siderúrgica, Chimbote?, luego, esta: ¿De qué manera se debe aplicar las técnicas de estudio del trabajo para reducir el tiempo de paradas de rutina en el área de laminado de una planta siderúrgica, Chimbote?, por último, se tiene: ¿Cuál es el beneficio – costo de la aplicación del estudio de trabajo en la reducción del tiempo de paradas de rutina en el área laminado de una planta siderúrgica, Chimbote.

En el caso de la justificación se tuvo en consideración al a relevancia social, teniendo en cuenta que al desarrollar el estudio se realizó un análisis de los procesos de parada de rutinas que tiene el área de laminado de una planta siderúrgica, buscando identificar las principales causas del problema en mención, así mismo, se brindará información que favorezca a los trabajadores de dicha planta y a la misma institución, para que, con ello, se puedan aplicar medidas correctivas dentro y fuera de la empresa.

Además, en la justificación practica se tiene que el estudio se consideró dentro del enfoque cuantitativo y se representa por medio de resultados estadísticos que faciliten su análisis, presentando los niveles de la variable, con los cuales se dio a conocer los niveles de efectividad en la reducción del tiempo de paradas en el área laminado de la planta siderúrgica, y así contrastar el problema encontrado.

Seguido de ello, se tiene la justificación metodológica, considerando la elaboración y aplicación de instrumentos que ayuden a evaluar la variable del estudio, las cuales se someterán al método de validación y confiabilidad con el fin de contribuir a la comunidad científica y así, esta investigación sirva de apoyo para futuros estudios.

Por último, se presenta la justificación teórica, donde se tomará en cuenta el aporte científico de autores que datan sobre el tema presentado en la investigación, de tal modo, que estos conceptos, ayudarán a entender el problema que se

presenta en el área laminado de una planta siderúrgica a través de las conclusiones arribadas de los resultados hallados en el estudio, finalmente, se busca seguir profundizando en el tema, pero en otros contextos.

De ello, es posible establecer el siguiente objetivo general: Aplicar el estudio de trabajo para reducir el tiempo de paradas de rutina en el área laminado de una planta siderúrgica en la ciudad de Chimbote, 2022. De ello se desglosan los siguientes objetivos específicos: primero; identificar los factores que afectan el tiempo en paradas de rutina en el área laminado de una planta siderúrgica, Chimbote. Luego, esta: aplicar las técnicas de estudio del trabajo para reducir el tiempo de paradas de rutina en el área de laminado de una planta siderúrgica, Chimbote. Y, por último, se tiene: evaluar el beneficio – costo de la aplicación del estudio de trabajo en la reducción del tiempo de paradas de rutina en el área laminado de una planta siderúrgica, Chimbote.

Frente a lo descrito líneas arriba, en la investigación, se considera la siguiente hipótesis general: El estudio de trabajo reduce el tiempo de paradas de rutina en el área laminado de una planta siderúrgica en la ciudad de Chimbote, 2022., además es posible formular la hipótesis nula, la misma que se describe como: El estudio de trabajo no reduce el tiempo de paradas de rutina en el área laminado de una planta siderúrgica en la ciudad de Chimbote, 2022.

## II. MARCO TEÓRICO

Dentro de este contexto, es posible tomar en cuenta el aporte de otras investigaciones que hablan sobre el tema en mención, con la finalidad de seguir profundizando más en la investigación científica, para ello, se tomara como referentes a autores del ámbito internacional y nacional, en tal sentido, se mencionan los siguientes:

En el marco internacional, se tomó el estudio de Landaverde (2017), quien se propuso realizar un estudio de tiempos y analizar el movimiento de materiales para disminuir tiempos depreciados y aumentar el porcentaje de productividad para alcanzar un 80% de entregas a tiempos, además, se planteó como objetivo general: Reducir el número de reclamos por parte de los clientes y mejorar los procesos, para ello, se estimó el método cuantitativo con diseño no experimental; en el cual se obtuvo como resultado que, el estudio comprendió la elaboración de partes originales a las entidades e industrias, brindando artículos de calidad y servicios a precios que compiten en el mercado. Como conclusión, se halló que, en el área de pintura, se realizan paradas que suman hasta 2.2hrs, aplicando la herramienta de cuello de botella, se logró disminuir dicho tiempo de 2.26 hasta 5.21 minutos durante el jornal diario de 8 horas, lo cual incremento los ingresos económicos en un 31.3% al año.

Además, León y Murcia (2017) presentaron un estudio enfocado a la reducción del tiempo de soporte a las cajas de laminación, en el que se tuvo como objetivo general: Diseñar el programa de mantenimiento preventivo para las Cajas laminadoras, incluyendo la caja de desbaste del Tren 3 de laminación en la empresa Gerdau Diaco - Planta Tuta, en el cual, la metodología fue de carácter cuantitativo de tipo descriptiva y diseño no experimental, al mismo tiempo se encontró que, si es posible reducir los errores presentados en las cajas dado a las planeaciones insuficientes de funciones de mantenimiento. A manera de conclusión, se encontró que, al no realizar las paradas programadas, se produjeron retrasos importantes en la entrega de sus productos, por ende, se generaron pérdidas económicas, del mismo modo, se determinó que, la aplicación de un

análisis de criticidad, se aumentó la fabricación de piezas en un 26% al año, al reducir 1.75 minutos al día.

Del mismo modo, Velandia (2018) en su investigación desarrollada en Colombia, tuvo como objetivo general desarrollar una guía metodológica para la gestión de proyectos de paradas de planta bajo los lineamientos del PMI con el fin de contribuir al mejoramiento continuo de CIMELEC LTDA. En el cual se aplicó la metodología cuantitativa y diseño no experimental, concluyendo que el plan brinda la información necesaria acerca de los factores que afectan el tiempo de paradas de rutina de la compañía, en la cual, se incluyeron técnicas e instrumentos para la obtención de datos reales, los mismos que definieron el tiempo perdido por día, por otro lado, se manifestó que las paradas programadas, a través de la metodología PMBOK, permitieron reducir los tiempos desperdiciados en 2.38 minutos por día, mejorando la producción en un 0.09% diariamente y equivalente a un 10.8% al año.

A su vez, Garcés y Castrillón (2017) diseñaron un estudio, enfocado al diseño de una técnica para localizar y disminuir los tiempos de parada en un sistema de productividad, al respecto, se tomó como objeto de estudio, la implementación de estrategias para reducir los tiempos de parada y así mejorar la producción, del mismo modo, se entiende que la metodología fue la cuantitativa, muestras que el diseño fue el cuasi experimental de tipo descriptivo, al mencionar la muestra, se halló que estuvo constituida por los procesos que se desarrollan en el campo del estudio de trabajo, donde los resultados muestran que el más usual y usado en dicho estudio, es el Waikato Envaronen For Knowledge Analysis (WEKA), con ello, se pudo utilizar el método de árbol de clasificación, logrando concluir que la metodología propuesta en comparación a la metodología actual es positivo, ya que se logra un incremento de 3.58% en el indicador de eficiencia global, además que, la herramienta sirve para identificar y reducir los tiempos de paradas de una línea de producción.

En el caso de Angosto (2017), se planteó como estudio, la organización, planificación y optimización de paradas de áreas de soporte programado, con la finalidad de comprender el objeto de estudio para analizar los contextos de las empresa industriales y programar las paradas necesarias para reducir el tiempo de

mantenimientos, en ello, se aplicó el método cuantitativo, el tipo descriptivo y el diseño pre – experimental, donde la muestra, se conforma por la cantidad de minutos empleados en las empresas industriales, la misma que varía de acuerdo a su escala, además, los resultados encontrados, fueron que, la implementación del Worklist en Microsoft Project, se establece que para el jornal diario, conlleva la duración de 8 horas diarias de lunes a domingo, encontrando que el total de horas programadas a la semana será de 58,52hrs, incluyendo los tiempos de parada, por lo tanto, al relacionar esta actividad con un estudio de trabajo, se podría obtener una cantidad de 62,18hrs semanales, estimando que el aumento fue considerativo y positivo para las compañías al reducir costos y obtener beneficios monetarios.

También, en España, Rodríguez (2018), establece un estudio dirigido a los procesos de parada en la planta metalmeccánica GAMM, en el que se propuso como objetivo general, determinar análisis de trabajo para tomar en cuenta la reducción del tiempo de paradas en el área metálica para incrementar la producción, en dicho estudio, se considera una metodología cuantitativa de tipo descriptivo y diseño no experimental, donde se concluye que el uso de técnicas GAMM, hace muy visibles los puntos de mejora y ayudan a realizar una foto detallada de la situación. Ha sido muy productivo, realizar comparativas y simulaciones gráficas de los posibles resultados aplicando las mejoras para el seguimiento en continuo de la máquina estudiada, además, se logró identificar que el estudio de trabajo contribuyen en la mejora de las áreas industriales, demostrando una reducción en el tiempo de soporte a las máquinas, siendo equivalente a un ahorro de 1.4 minutos al día, lo cual corresponde a un total de 16.8 minutos al año, generando un incremento en la fabricación de pernos de acero correspondiente a 82 piezas diarias, frente a ello, se determinó la eficacia de emplear estudios de trabajo para mejorar la producción.

Por otro lado, en el ámbito nacional, Andrade et al. (2019) aportó al estudio con su investigación Calculo de tiempos en la producción y entrega de calzados, considerando las paradas de mantenimiento en las cajas de alineación de una empresa de calzados, dicho lo anterior, el objetivo de la tesis es cuantificar el grado de mejora en el cumplimiento de entregas implementado la propuesta de mejora en la empresa metalmeccánica. El método que se utilizó para este análisis fue cuantitativo con un diseño no experimental, llegando a la conclusión que la mejora

se disminuye el lapso de elaboración del producto, acrecentando la producción de calzados anual, dando a conocer la importancia de aplicar técnicas para agilizar y simplificar el tiempo de paradas en la compañía, donde la cantidad de minutos ahorrados con el estudio de trabajo, fue de 96 minutos diarios, lo cual equivale al 5.4% de incremento en la fabricación de calzados al día.

Por su parte, Delgado (2017) presentó una investigación para reducir los tiempos de paradas no programadas de los buses en una empresa de transporte, cuyo objetivo de la tesis, fue realizar una propuesta que permita reducir los tiempos muertos en la distribución de buses para disminuir el costo de esta sección, para ello, se tomó el método cuantitativo de tipo no experimental con características descriptivas y explicativas que conceden definir y determinar la problemática planteada, a efecto de lo anterior, se tuvo en cuenta una población de 60 individuos y se propondrán estrategias con la intención de construir el mecanismo de la investigación, del mismo modo, se concluyó que, el análisis de las causas raíces ocasionan una disponibilidad promedio de 96.85% durante el año en estudio, también, el 67% del total de paradas no programadas fueron provocadas por fallas mecánicas en los buses. Por otro lado, el impacto económico queda representado en su mayoría como el costo de oportunidad 886 306 soles, además, la evaluación económica del proyecto permitió determinar un TIR de 85% y el VAN obtenido de s/.43 086 representa la diferencia entre los beneficios de los flujos futuros actualizados y de la inversión realizada, siendo este positivo.

Rojas (2020) desarrollo un estudio encaminado a la ejecución de un estudio de trabajo para aumentar la producción en el desarrollo de inspección visualizada externa en la entidad SIMA S.A., para el cual, se ejerció el objetivo genérico de mejorar la productividad de la compañía aplicando un estudio de trabajo que permita atender las necesidades laborales; así mismo se consideró la metodología cuantitativa, donde el diseño fue el cuasi experimental de tipo descriptivo, ante ello, se tomó una muestra integrada por el resultado de un análisis de rango que oscilan entre los 40 y 70 con alto nivel de criticidad, por ende, los resultados arrojaron que la aplicación de un estudio de trabajo ayudó a mejorar la productividad, aumentando de la cantidad tradicional del 54% al 69%, además, la reducción del tiempo se dio de 269 minutos a 197 minutos, frente a lo hallado, se llegó a concluir lo siguiente:

al haber aplicado el método del estudio de trabajo a través de una prueba piloto se logró incrementar del 63% al 75% respectivamente en el procedimiento visual de casco externo, por último, será posible reducir la mano de obra de 3 operadores a 2 de ellos, programando una baja de 9000 minutos a 6000 minutos, esto implica, reducir el costo y obtener beneficios económicos.

Al respecto, Fernández y Oliveira (2020) elaboraron una investigación denominada aplicación del estudio del trabajo para mejora de la producción en la mano de obra de la compañía ARY Servicios Generales S.A.C. de la ciudad de Trujillo, efectuando como objetivo del estudio, aplicar el método de estudio de trabajo en beneficio de la productividad de la mano de obra de la institución en mención, para ello se tomó el enfoque cuantitativo de diseño pre experimental, añadiendo una muestra considerada por 2 colaboradores que forman parte de la empresa mencionada, además, a ello, se suma los resultados, donde se evidencia que para poder calcular la productividad de la mano de obra se realizó un estudio de tiempos con ello se calculó el tiempo estándar de cada producto que dio como resultado en la lejía de 12.19 min; quita sarro 25,18 min; y en el saca grasa 26.42 min; del mismo modo, se pudo concluir que, al disminuir los tiempos muertos en las regiones de elaboración de lejía, se tuvo una baja de 3 a 2, en el quita sarro, se tuvo una baja de 7 a 4, mientras que en saca grasa, se tuvo una baja de 7 a 4, incrementando la efectividad de los jornales en un 58% al 86% para la producción de lejía, en el caso del quita sarro, el incremento, fue de 50% a 87% y en la sección de saca grasa, el incremento fue de 51% a 90% respectivamente, esto se puede entender cómo, la efectividad del estudio de trabajo en la reducción de tiempos muertos o de parada.

Otro porte, es el de Arroyo (2018) quien sostuvo un estudio de implementación de Lean Manufacturing en una empresa de metalmecánica, planteando como objetivo general de mejorar el sistema de producción de la empresa mencionada, a través de la implementación del Lean Manufacturing, para este estudio se aplicó en una metodología cuantitativa de diseño no experimental y tipo descriptivo, ante ello, se concluye que la suma de los instrumentos Lean da como desenlace una disminución del 47% del set-up en sucesión del Roll Forming, con una pérdida del 59% en el periodo de reprocesos en el proceso de granalla y por último tiene una

minoración del 17% del lead time en la transformación rentable de la Empresa Metalmecánica mediante la implementación de los instrumentos del SMED, Estandarización de operaciones y Just in time.

Por último, se agregó el estudio de Huaynalaya (2021) sobre la reducción de los tiempos de parada en la zona de acabados de aceros Arequipa aplicando la metodología Lean Manufacturing con la finalidad de mejorar la productividad, en ello, el objetivo general fue determinar si la propuesta de mejora al reducir los tiempos de paradas influye positivamente en la producción de la zona de acabados, además, el método fue cuantitativo, aplicando una encuesta a 20 trabajadores de dicha sección, de los cuales, se pudo concluir que, aplicando la metodología del Lean Manufacturing se reduce en un 75% las causas principales del problema generados en la zona de acabados, además que, aplicando las herramientas del TPM, Controles Visuales y las 5S; se reduce en un 40 % los tiempos de parada de producción en la zona de acabados

Seguido de ello, se considera necesario el aporte de teorías relacionadas al tema, donde diferentes autores contribuirán en la redacción del marco teórico, con la finalidad de conocer los componentes y características de la variable en estudio, siendo así, se considera al estudio del trabajo como una evaluación previa de las actividades de un sistema productivo, proponiendo métodos de trabajos más óptimos, que ayuden a dar un buen rendimiento productivo, de esta manera se aplican herramientas necesarias para aumentar los índices de productividad, el cual está conformado por dos técnicas fundamentales, la aplicación de procedimientos o métodos y el estudio de tiempos (Vásquez, 2012, p.200).

Las herramientas ya mencionadas, trabajan en conjunto para establecer normativas de producción y lograr el mayor desempeño del operario, para ello es necesario realizar una medición de trabajo que conlleven a reducir tiempos que no generan valor y así poder encontrar las causas que afecten una productividad baja, el estudio de métodos es un análisis de las actividades que ejecuta un operario y así poder realizar las actividades correctas, donde se puede conseguir una optimización de los recursos, como también la estandarización en el los procesos (Neira, 2006, p.14)

En opinión de Kanawaty (2014), afirma que, el estudio de trabajo, es un método sistemático que investiga los problemas buscando una solución y así poder incrementar la productividad mediante técnicas y métodos de trabajo que requieren un orden en el proceso laboral, además, el estudio de 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” (p.9).

Respecto a ello, el estudio de trabajo, se basa en la obtención de posibles soluciones a los problemas encontrados durante el desarrollo de las actividades en un área específica, con la finalidad de aplicar métodos que ayuden a determinar los indicadores que influyen en el problema, es posible también, hacer un diagnóstico como previa a la aplicación de dichos métodos, de ello, se podrá deducir, los lineamientos del estudio de trabajo, así mismo, el estudio de trabajo tiene como objetivo examinar actividades, simplificar o modificar el método operativo para reducir el trabajo innecesario, trazar un tiempo normal para ejecutar esa actividad (Baca, 2014, p.176).

Por ende, Freivalds (2014), menciona que el objetivo principal del estudio de trabajo, está sujeto a las condiciones en las que se presentan los problemas, pero para ello, es necesario establecer un orden específico de manera consecutiva, al mismo tiempo, se deberán aplicar las teorías del estudio de trabajo, donde los métodos empleados, contribuirán en la determinación de los agentes que atentan contra la productividad y desarrollo de áreas industriales; frente a ello, la respuesta deseada, debe ser la reducción de tiempos innecesarios que retrasan la actividad o bajan la producción, pero para ello, es fundamental hacer uso de herramientas, esfuerzos físicos, incrementar la seguridad y optimizar los recursos, de tal manera que innoven en la infraestructura de la empresa; ante ello, se consideran ocho pasos importantes para cumplir lo mencionado, siendo el primero de ellos y el principal, el de seleccionar, el cual hace referencia al sector o región de trabajo, donde se realizará la mejora, teniendo en cuenta una previa evaluación, donde se determinarán los límites (p.101).

El segundo paso, es registrar, que se refiere a la observación de todas las actividades que se desarrollan en el mismo ambiente, ya sea a través del método DAP o DOP y con ello identificar el problema suscitado. En cuanto al tercer paso, sería examinar, donde se logran identificar las causas que originan el problema, ya sea para solucionar el problema o para aplicar métodos de estudio de trabajo, seguido de ello, el quinto paso es crear, que corresponde a la implementación de teorías para mejorar la situación analizada, posterior a ello, el sexto paso es evaluar, donde se define el procedimiento a seguir y el método que se aplicará para solucionar el problema, además, el séptimo paso es implantar, en el que se llevará a cabo la ejecución del método de trabajo para preparar al personal y con la ayuda de ello, poder afrontar las dificultades presentadas en el área laboral. Por último, el octavo paso es mantener, evitando desarrollar las antiguas actividades que fueron ineficientes (Freivalds, 2014, pp. 101-103).

Bajo lo expuesto por autor anterior, el estudio de trabajo, queda comprendido por dos elementos que determinan la condición del problema a través de un diagnóstico situacional y las posibles soluciones mediante la aplicación de procesos evaluativos, donde el primer elemento es el estudio de métodos, el cual se refiere a la aplicación técnicas de registro para identificar el problema y los mecanismos que conllevan a definir las posibles soluciones a ello; al respecto, el segundo elemento viene a ser el estudio de tiempo, el cual es una técnica que ayuda a definir el tiempo necesario en la ejecución de una actividad o tarea encomendada, además, dicho procedimiento permitirá reducir los tiempos inservibles, convirtiéndolos, en tiempos útiles para mejorar la producción de la compañía y el trabajo de los colaboradores (García, 2005, p.185).

Además, Niebel (2014) sostiene que uno de los métodos más importantes que se deben considerar en los estudios de trabajo, sería el de identificar la misión y visión de los encargados de determinadas áreas en las plantas industriales, bajo dicho comentario, el autor, refiere que es necesario aplicar un test de interrogatorio y así poder determinar los propósitos para dicho ambiente, aso como la opinión de los mismos colaboradores de planta, este instrumento estadístico, contempla los siguientes elementos: el propósito (Que?), el lugar (Donde?), la secuencia (Cuando?), la persona (Quien?) y el medio (Como?) (p.4).

Por otro lado, el tiempo de paradas o conocido también como los tiempos muertos, son definidas como, los procedimientos que deben realizar algunas empresas cada cierto tiempo en sus instalaciones, este proceso, se ejecuta con la finalidad de realizar trabajos de mantenimiento preventivo en sus máquinas, mejorar las condiciones en las que operan y por razones de seguridad, además, las grandes fábricas y compañías industriales interrumpen sus actividades de producción durante un corto lapso de tiempo para revisar a profundidad la maquinaria e instalaciones, a fin de evitar futuros accidentes y bajas en la producción (Conexión ESAN, 2020, p.6)

También, se determinó que los tiempos de paradas, son necesarios en el desarrollo de las funciones industriales, debido a que las máquinas, necesitan ser revisadas y en algunos casos, reparadas para garantizar; tanto el desarrollo de la actividad, como la calidad del producto, por ende, aplicar metodologías para reducir los tiempos inservibles, hoy en día, se ha convertido en la mejor opción por las organizaciones industriales, ya que ahorrar pequeñas porciones de tiempo, hace que se generen mayores ingresos monetarios, así como el de alargar la vida útil de las herramientas, equipos y máquinas de la empresa (Olmos, 2020, p.83).

Por su parte, Armesto (2016), agrega que, el tiempo para ejecutar un plan de parada de planta; varía entre 2 y 60 días, dependiendo de la complejidad que conlleve realizarlo, del tamaño de la empresa y los parámetros de seguridad que se elaborarán antes de implementarlo, además, este autor, señala que es importante tener listo los materiales que se emplearán, las herramientas y los medios que se utilizarán, además de planificar las tareas que deberán realizar cada uno de los que participarán en el plan de acción; ejemplo de ello, se citó en los resultados presentados en el estudio que desarrollo en Francia, denominado organización, planificación y optimización de paradas de planta a través del mantenimiento programado, encontrándose que más del 90% de las industrias del mundo globalizado, vienen utilizando este sistema (p.38).

Con relación a lo descrito anteriormente, Coissieux (2020), manifiesta que los tiempos de paradas, se constituyen de dos tipos, de los cuales, el primero corresponde a los tiempos de paradas planificadas, entendida como la intervención

preventiva de los activos pertenecientes a la organización, con fines de mantenerlos operativos y en óptimas condiciones, mediante este proceso, se puede realizar la inspección correspondiente por medio de la observación para detectar y solucionar los problemas, antes de producirse una falla: del mismo modo, el segundo tipo, corresponde a los tiempos de paradas por urgencia, conocidas también como las averías inesperadas, las cuales se presentan de manera simultánea, donde el personal, se verá involucrado en la identificación del problema o falla y la capacidad puesta para resolver dicha situación.

Frente a ello, Palacios (2014) menciona que los dos pilares para determinar la eficiencia o el fracaso de la producción industrial, son las paradas programadas y las paradas ocasionales, al respecto, el primer elemento, se refiere a una adecuada asignación de tareas para el mantenimiento, soporte, revisión y/o reparación de los equipos y maquinas que forman parte del desarrollo de las actividades de planta, además, esta programación podría alcanzar la satisfacción del cliente, por medio de la entrega de un producto de calidad y una entrega en las fechas pactadas, en ello, se establecen los factores de reducción de costes, reducción de riesgos sanitarios, reducción de perdidas, reducción de tiempo y mejora en las relaciones publicas entre cliente y proveedor (p.101).

Del mismo modo, el segundo elemento, corresponde a las paradas inesperadas, donde algunos de los trabajadores, están obligados a dejar las funciones que estaban realizando para desplazarse hacia el área donde se suscitó el problema, ocasionando un desequilibrio en la producción de la planta industrial, pues a ello, se añade la falta de conocimiento de los colaboradores a cerca del valor que tienen has horas, los minutos y hasta los segundos en una organización industrial, es por ello, que es necesario que los encargados de cada área y el personal administrativo encargado de encaminar a la empresa, pongan en conocimiento, el coste del tiempo que emplea cada trabajador, ya que ello, podría afectar la productividad de la fábrica, correr un riesgo financiero, incumplir en las entregas pactadas, bajar la calidad del producto, perder la confianza de los usuarios y hasta perder vidas humanas (Palacios, 2014, p.101).

Según Osaraenmwinda y Okorie (2013), quienes enfrentaron los problemas presentados por las paradas no programadas en plantas industriales con un estudio enfocado en la a las pérdidas de producción y altos costos de mantenimiento, determinaron que es posible revertir los escenarios para mejora de la organización, empleando métodos tradicionales como el análisis de Pareto y el método de Ishikawa, conocido como el esquema de espina de pescado causa – efecto, los cuales permitieron identificar los componentes críticos de las paradas de rutina en las actividades diarias que realiza el personal de planta; y con ello fue posible, formular alternativas de solución para reducir el coste y obtener mejores resultados en la productividad (p.94).

En la misma línea, Brown y Badurdeen (2013), efectuaron un análisis de trabajo, aplicando otro método tradicional, denominado como la teoría de colas y los instrumentos de evaluación rápida, dicho autor, menciona que, por medio de este sistema, es posible conocer los tiempos inservibles e inactivos, haciendo que este problema, no se vuelva repetitivo y se tomen medidas de mejoramiento en la planta industrial (p.113).

Bajo el mismo criterio, Amendola (2005), indica que, las paradas de planta, son comunes en las grandes plantas industriales, como la industria petrolera, petroquímica, cementera, papelera química, industria textil y sobre todo en la industria del acero, en estos sectores industriales son comunes las paradas en intervalos regulares de tiempo para realizar trabajos de mantenimiento, reparaciones generales, sustituciones, rediseños de máquinas y nuevos proyectos, de conformidad con los requisitos de seguridad y medio ambiente, ante ello, este mecanismo, es un período durante el cual la planta se encuentra fuera de servicio, permitiendo efectuar tareas de mantenimiento como inspecciones, reparaciones generales, sustituciones, rediseños de máquinas y programas de mantenimiento para reducir los tiempos muertos, así mismo, una parada de planta es un proyecto de ingeniería con inversión de capital, en donde se presenta una gran “oportunidad” de mejora.

### III.METODOLOGÌA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

Referente al tipo se consideró aplicada, porque según lo expuesto por Hernández y Mendoza (2018), los estudios de este tipo se basan en la recopilación de fuentes de información, basado en una revisión de bibliografía como artículos, libros, repositorios, etc., para sustentar a las variables seleccionadas en el estudio presentado. Además de ello se consideró de enfoque cuantitativo, basado en pruebas estadísticas que permitan el análisis de las variables.

El diseño que se acomodó al estudio es el pre experimental, puesto que se realizó la manipulación de la variable independiente, enfocándose a encontrar nuevos resultados y cuantificables mediante la aplicación de métodos y teorías que fundamentan lo mencionado (Baena, 2017). Por otro lado, es descriptiva porque el propósito que presenta el estudio es analizar a la variable y estudiar cual es el impacto que causa el problema encontrado, en el área laminación de una planta siderúrgica de la ciudad de Chimbote.

Además, se consideró de alcance transversal, porque la recolección de datos, se realizó el en un solo momento, a través de la participación de los trabajadores y el investigador, para el cual, se procedió a la aplicación de instrumentos que permitieron el análisis de la variable en estudio (Cohen y Gómez, 2019).

Ante ello, el esquema es el siguiente:



**Dónde:**

**X** = Variable independiente (Estudio de trabajo).

**O<sub>1</sub>** = Medición pre – experimental de la variable independiente.

**O<sub>2</sub>** = Medición post – experimental de la variable independiente.

### **3.2. Variable y Operacionalización**

De acuerdo a lo manifestado por Salgado (2018), mencionado que el proceso de operacionalización de las variables se basa en la descomposición de las variables en dimensiones e indicadores que permiten la elaboración de los instrumentos, detallando lo siguiente:

#### **Variable dependiente: Tiempos de parada**

Dentro de la definición operacional de la segunda variable, el tiempo de paradas, son definidas como, los procedimientos que deben realizar algunas empresas cada cierto tiempo en sus instalaciones, este proceso, se ejecuta con la finalidad de realizar trabajos de mantenimiento preventivo en sus máquinas, mejorar las condiciones en las que operan y por razones de seguridad, además, las grandes fábricas y compañías industriales interrumpen sus actividades de producción durante un corto lapso de tiempo para revisar a profundidad la maquinaria e instalaciones, a fin de evitar futuros accidentes y bajas en la producción (Ver Anexo 01).

#### **Variable independiente: Estudio de trabajo**

Al mencionar a la definición operacional del estudio de trabajo, esta variable, se considera como una evaluación previa de las actividades de un sistema productivo, proponiendo métodos de trabajos más óptimos, que ayuden a dar un buen rendimiento productivo, de esta manera se aplican herramientas necesarias para aumentar los índices de productividad, el cual está conformado por dos técnicas fundamentales, la aplicación de procedimientos o métodos y el estudio de tiempos (Ver Anexo 01).

### **3.3. Población, Muestra y Muestreo**

Según Concepción et al. (2019) La población es la generalidad de un estudio, conteniendo un total de unidades de análisis que componen tal estudio. En esta investigación, la población se encuentra conformada por el tiempo de paradas correspondientes a una semana, el mismo que fue derivado de un software que cuantifica los tiempos de paradas de rutina durante el desarrollo de actividades del área en el área de laminado de una planta siderúrgica.

**Tabla 1. Población de la investigación.**

<b>Paradas de rutina diarias</b>	<i>Lunes</i>	<i>Martes</i>	<i>Miércoles</i>	<i>Jueves</i>	<i>Viernes</i>	<i>Sábado</i>	<i>Domingo</i>
	50 min	50 min	50 min	50 min	50 min	50 min	50 min
<b>Promedio a la semana 350 minutos</b>							

**Fuente:** Registros de paradas de tiempos de rutina emitidos por el software de la planta de laminado correspondientes al año 2021.

Para obtener una muestra según Espinoza (2019) es la parte de la población que se selecciona y de la cual realmente se obtiene la información. En el presente estudio, se tomó en cuenta el tiempo de paradas de rutina correspondientes a un día específico, el cual es equivalente a 50 minutos tomado del registro cuantificado o software, encargado de gestionar las paradas diarias en el área de laminado de una planta siderúrgica en la ciudad de Chimbote.

**Tabla 2. Muestra de la investigación.**

<i>PARADAS DE RUTINA DIARIAS PARA CAMBIO DE CANAL</i>	<b>1 DIA</b>
	50 min

**Fuente:** Registros emitidos por el software de la planta de laminado de una planta siderúrgica en el mes de enero, febrero y marzo.

Según Cabezas et al. (2018) define muestreo como “un proceso en el que se conoce la probabilidad que tiene cada elemento de integrar la muestra” (p.76). Por ello, esta investigación se llevó a cabo mediante un muestreo no probabilístico intencional, a juicio del investigador, donde la selección de la muestra se dará por conveniencia y así cumplir los objetivos propuestos.

**Criterios de inclusión:** Se tomó en cuenta el tiempo de paradas ocurridas durante una semana correspondiente al mes de diciembre del 2021.

**Criterios de exclusión:** Se consideró a las paradas ocurridas en el 2022.

**Unidad de análisis:** Se consideró a las paradas de rutina del área laminado de una planta siderúrgica.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Al respecto, se toma el concepto de Herbas y Rocha (2018), quienes mencionan que las técnicas se basan en los enfoques cuantitativos y cualitativos de la investigación, de acuerdo a la formulación de su instrumento para recoger datos y luego analizarlos.

Como primera técnica, fue la observación, la cual sirvió para visualizar el fenómeno presentado en el área de laminación, y con ello, poder entender cuáles son las causas y efectos del problema suscitado.

Como segunda técnica, se tiene el análisis documental, el mismo que sirvió como fuente de información que ser empleada en el estudio de trabajo y con ello encontrar posibles soluciones al problema presentado. Dicha información se derivó del software que se maneja en el área de laminado.

Por otro lado, después de seleccionar la técnica se describe el instrumento que se utilizó en el estudio para ello, Montalván et al. (2019), expresa que los instrumentos, sirven para asignar una valoración numérica a cada uno de ellos, según lo requiera el estudio, dicho proceso, se dio por medio de un análisis estadístico presentado en los resultados, los cuales deberán responder a los objetivos propuestos.

Así mismo, el primer instrumento corresponde a la ficha de observación, diseñada para tomar los apuntes necesarios en el escenario del estudio y utilizarlo para determinar la situación que genera el problema encontrado.

Del mismo modo, se consideró como segundo instrumento, el análisis documental, el cual sirvió para determinar los valores obtenidos del software empleado por el área de laminado, donde se presentarán los tiempos de paradas de rutina de la semana y posteriormente el mantenimiento de rutina diaria.

### **3.5. Procedimiento**

Se realizó una reunión inicial con el equipo del área de producción para hacerles saber en qué consiste la aplicación del instrumento. Luego para cumplir el

primer objetivo, se presentó una solicitud al área que se pretende intervenir y por ende a la empresa en general, para así poder tener acceso a quienes forman parte de la muestra del estudio, luego de ello, se observaron los tiempos, se revisó el sistema SAP para el cumplimiento de órdenes y así poder tomar notas de los problemas que se encontraron en el área, también se tuvo en cuenta los movimientos en tareas, cantidad de personas por tarea y tiempos muertos.

En el segundo objetivo, se buscó determinar las condiciones, sub estándares y demoras en el área de laminado, para el cual, se aplicaron métodos que concierne el estudio de trabajo con la finalidad de reducir los tiempos muertos.

Así mismo, como tercer objetivo, se buscó encontrar el costo – beneficio que derivo el estudio de trabajo, logrando obtener resultados positivos y favorables para la empresa, sobre todo para el área de laminado y con ello, cumplir lo propuesto en el objetivo general.

### **3.6. Método de análisis de datos**

La información recopilada fue cuantitativa y procesada en los programas Microsoft Word y Microsoft Excel, para ello, se aplicó un cuestionario, una guía de observación y un software que utiliza el área de laminación, mediante los cuales, se realizó un procesamiento estadístico para obtener datos reales y puntos de vista generales de cada miembro que labora en el área mencionada.

En la compilación de datos de la empresa Siderúrgica, dichos datos se tuvieron que almacenar mediante registros para poder anotar los inconvenientes y el porqué de los retrasos dentro de la planta, además, toda información será de utilidad para poder entender más los problemas y así tener una solución a ello, ya que la finalidad del estudio fue reducir los tiempos de paradas de rutina o tiempos muertos.

### **3.7. Aspectos éticos**

Desde el punto de vista ético, toda la información que se presenta en esta investigación es veraz, la data recolectada es real, obtenida en el lugar con el propósito de encontrar una solución a la problemática que se planteó.

Este trabajo respeta la autoría y propiedad intelectual, citando en su totalidad a las tesis, artículos científicos, trabajos de investigación, normativas y artículos de opinión, de las diferentes bases de datos científicas, repositorios y revistas científicas indizadas, por ser el soporte teórico de la investigación.

Además, se respetó el principio de confidencialidad, en el que se ocultó toda información y los datos personales de quienes participaron en la recolección de datos en el presente estudio, es decir, se mantuvo oculto la identidad de aquellos sujetos que contribuyeron en la investigación; así mismo, se respetó el lineamiento propuesto por la guía de productos observables de la UCV y los lineamientos de las normas internacionales APA, para el fiel cumplimiento del citado, respetando el derecho de autoría.

Esta investigación se realizó con la autorización y permiso del gerente general de la empresa en estudio, pero dado a algunas políticas internas y de seguridad que la empresa presenta, no se pudo tomar su nombre, sin embargo, la data obtenida referente a la producción y el tiempo estimado de las paradas programadas en el área si son de permiso aceptado por la empresa.

## IV. RESULTADOS

Para definir los resultados del presente estudio, se realizó la aplicación de instrumentos con la finalidad de obtener los datos necesarios para cumplir los objetivos, para ello, se inicia con el primer objetivo específico, el cual es:

**OE1:** Identificar los factores que afectan el tiempo en paradas de rutina en el área laminado de una planta siderúrgica, Chimbote.

### ESTUDIO DE MÉTODOS

En esta fase, es necesario conocer las principales actividades que se ejecutan en el área de laminado, buscando reducir los tiempos innecesarios o excesivos de dichas actividades que actualmente limitan la productividad de la empresa, sobre todo del área estudiada, para ello, se tomó en cuenta la estrategia de lluvia de ideas, bajo la teoría de las 4M, las cuales son:

- **Lluvia de ideas de los factores que afectan las paradas de rutina:**

*Maquina:*

- ✓ Cambio de canal
- ✓ Cambio de puestos

*Mano de obra:*

- ✓ Falta de personal
- ✓ Falta de seguimiento
- ✓ No hay una buena programación

*Métodos:*

- ✓ Falta actualización de PR
- ✓ Mala comunicación
- ✓ Data desactualizada

*Materiales:*

- ✓ No llevan herramientas adecuadas
- ✓ Error humano

## APLICANDO EL MÉTODO DE ISHIKAWA

Área de laminado – Planta siderúrgica:

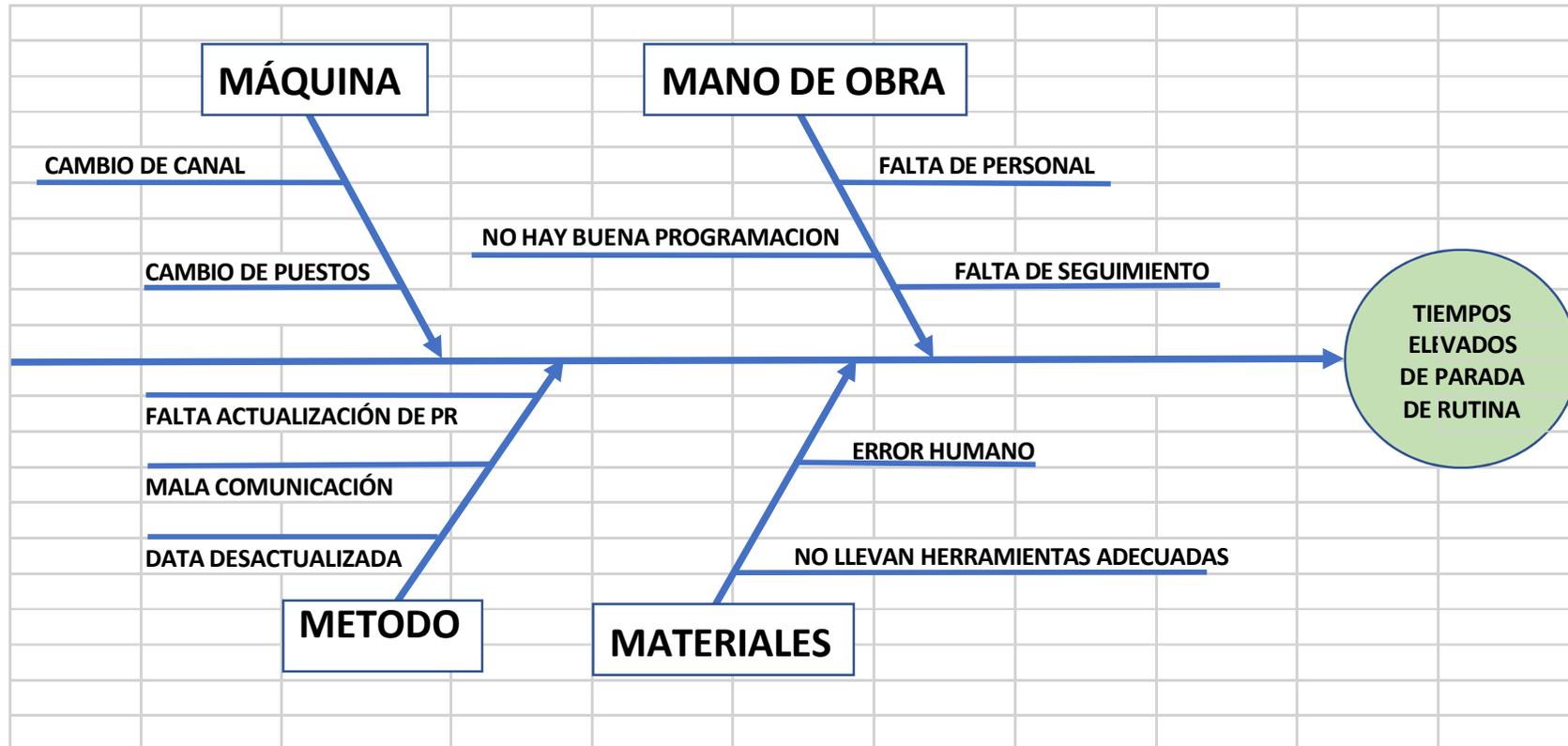


Figura 1. Espina de Ishikawa de la problemática

**Nota:** Elaboración propia.

**Descripción:** factores encontrados mediante la técnica de la lluvia de ideas, de las posibles causas de tiempos elevados de parada de rutina; aplicando el método tradicional de las 4M o método de Ishikawa.

Al describir los factores identificados mediante lluvia de ideas, se estableció lo siguiente:

**Maquina:**

- ✓ Cambio de canal: Es la actividad que se ejecuta diariamente para efectuar los trabajos manuales en el área de laminado, su tiempo estimado es de 50 minutos, según programación del software interno.
- ✓ Cambio de puestos: Corresponde a los tiempos usados en el cambio de personal, por falta de coordinación de supervisión y áreas específicas.

**Mano de obra:**

- ✓ Falta de personal: Existen retrasos en las actividades por la mala asignación del número de personal.
- ✓ Falta de seguimiento: Escaso control de los tiempos estimados para cada actividad, ni un programa de emergencia para no alterar los tiempos.
- ✓ No hay una buena programación: Hace falta un programa alternativo para balancear las actividades imprevistas con los tiempos programados.

**Métodos:**

- ✓ Falta actualización de PR: es el documento estándar del paso a paso de alguna actividad.
- ✓ Mala comunicación: Escasa comunicación entre operador y mantenedor al momento de inicio de paradas de rutina.
- ✓ Data desactualizada: Falta actualización en el software interno para controlar y reducir los tiempos innecesarios que se vienen desperdiciando.

**Materiales:**

- ✓ No llevan herramientas adecuadas: Debido a la falta de planificación o plan de trabajo, no se tiene en cuenta la cantidad ni el tipo de materiales que se podrían emplear en una determinada tarea.

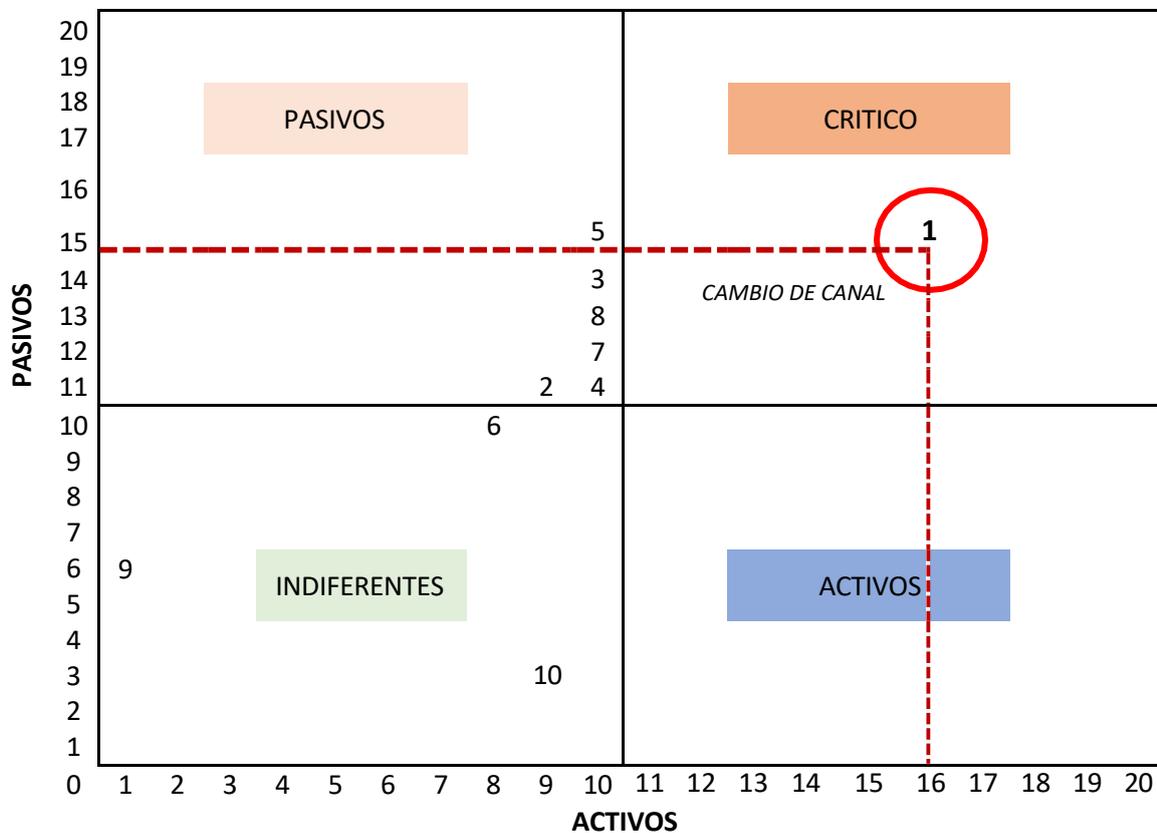
Error humano: Es la acción de una mala programación, descuido o falta de control en cuanto a las actividades a realizar, esto se da por medio de los supervisores o por el mismo personal.

En la siguiente tabla, se muestra que la correlación entre los pasivos y activos, mantienen una valoración deducida a criterio del investigador, donde el valor 0 = NO TIENE CAUSA, 1 = CAUSA LEVE, 2 = CAUSA MEDIANA y 3 = CAUSA FUERTE respectivamente, tal como se describe a continuación:

**Tabla 3. Matriz de correlación de VESTER.**

TIEMPOS ELEVADOS DE PARADAS DE RUTINA		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL, ACTIVO	
1	CAMBIO DE CANAL - RUTA CRITICA	1	0	2	3	1	3	2	0	2	2	1	16
2	FALTA DE PERSONAL	2	2	0	2	1	0	0	1	1	2	0	9
3	NO HAY BUENA PROGRAMACION	3	2	2	0	0	1	2	1	2	0	0	10
4	FALTA DE ACTUALIZACION DE PR	4	3	2	0	0	3	0	0	0	0	2	10
5	NO LLEVAN LAS HERRAMIENTAS ADECUADAS	5	1	0	2	2	0	1	1	2	1	0	10
6	MALA COMUNICACIÓN	6	1	0	1	0	1	0	2	2	1	0	8
7	ERROR HUMANO	7	0	2	1	2	2	2	0	1	0	0	10
8	FALTA DE SEGUIMIENTO	8	2	0	0	1	0	2	2	0	0	1	8
9	CAMBIO DE PUESTOS	9	2	1	1	0	2	1	3	1	0		11
10	DATA DESACTUALIZADA	10	2	0	2	1	2	0	1	0	0	0	8
	TOTAL, PASIVO	15	9	12	8	14	10	11	11	6	4		

**Tabla 4. Graficación de la matriz de VESTER entre pasivos y activos.**



Fuente: Elaboración propia – Extraído desde Excel.

En la tabla 4, se observa que el factor **cambio de canal**, es el de mayor impacto, presentando un valor activo de 16 y un valor pasivo de 15, encontrándose en el sector crítico de la tabla evidenciada, la misma que será producto de evaluación para reducir los tiempos de paradas de rutina empleados en el área de laminación.

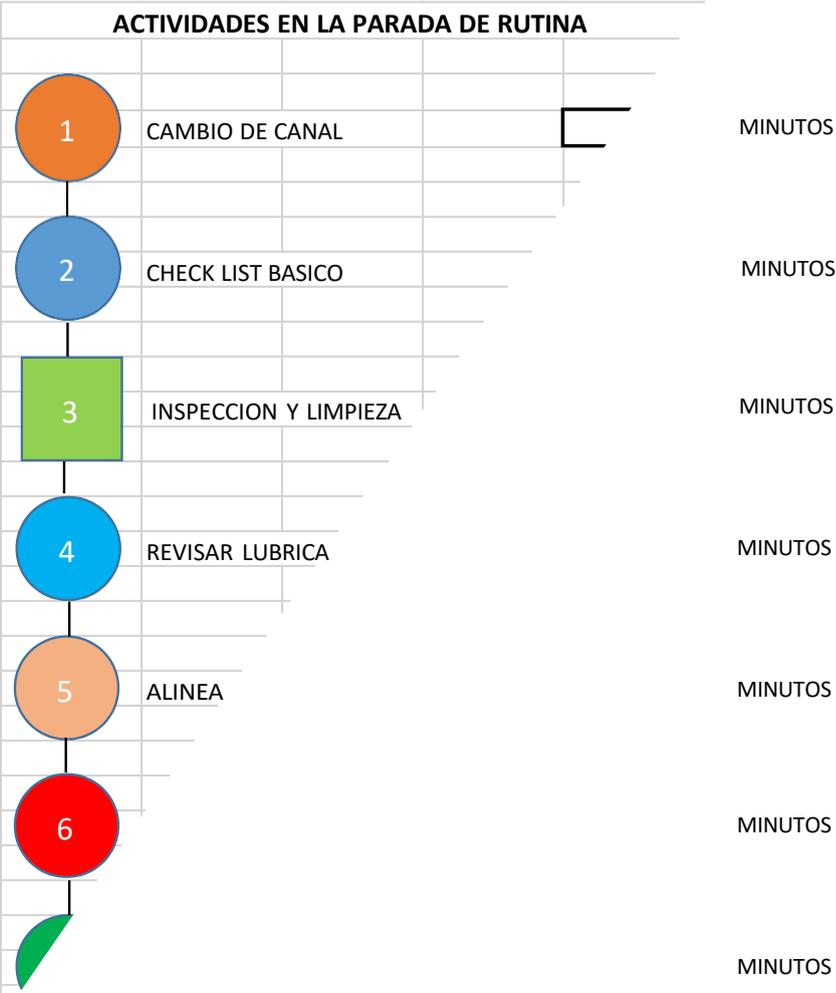


Figura 2. Diagrama de Operaciones en las paradas de rutina del área de laminado.

**Nota:** Elaboración propia (Extraído de Excel)

Respecto a lo identificado, se tomó en cuenta, que las paradas de rutina del área de laminado, presentan una asignación de tiempos programados, según el software interno del área de laminado, además, se halló que el **cambio de canal de pase**, es el de mayo tiempo, cuyo valor, es de 50 minutos (Ver anexo 3), tal como se describe en los siguientes pasos

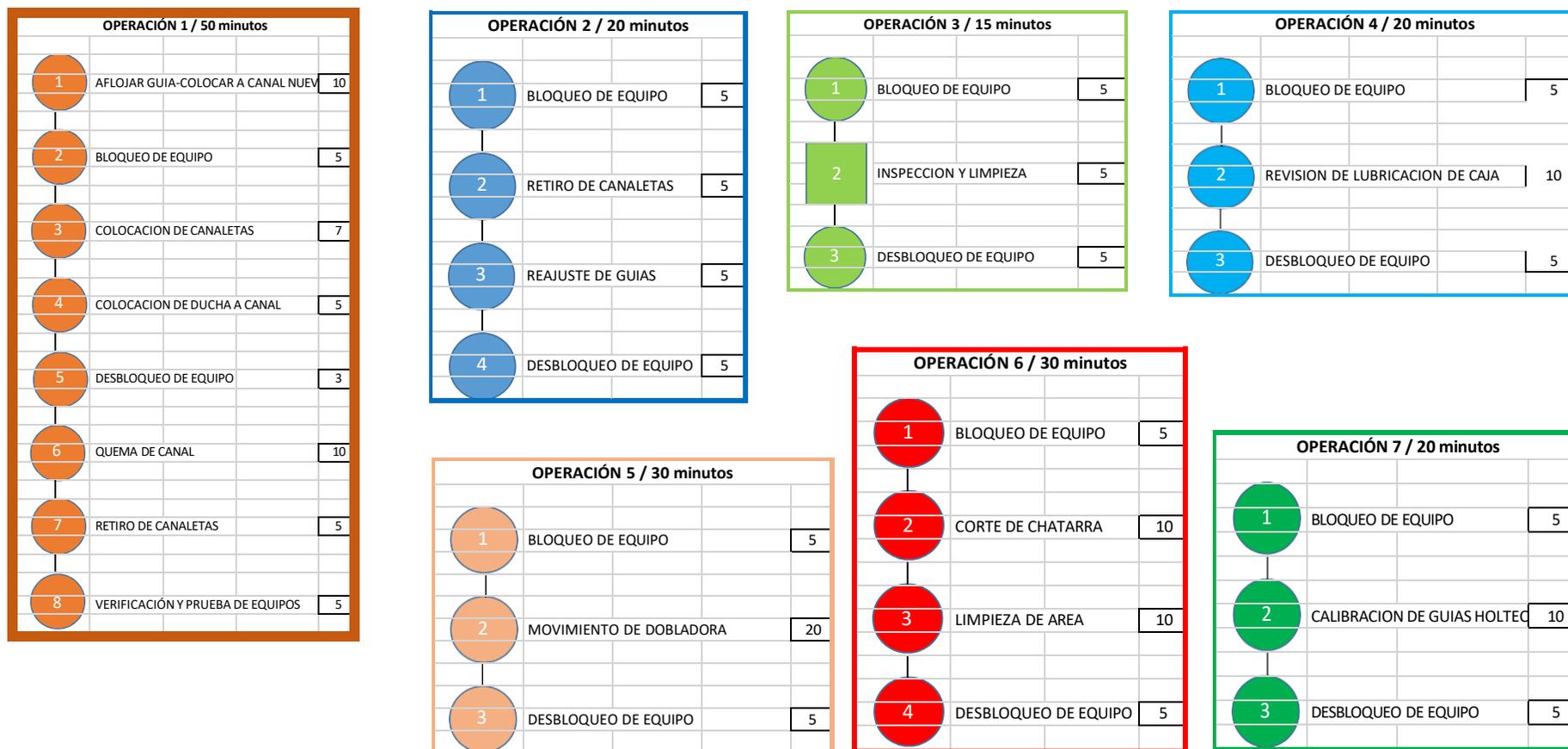


Figura 3. Diagrama de operaciones correspondientes para cada actividad

**Nota:** Elaboración propia (Extraído de Excel)

En la figura 3 se muestra que las operaciones presentadas, sostienen un tiempo estimado para efectuar su desarrollo, donde la que más demanda tiene, es la operación 1 correspondiente al **cambio de canal**, con un tiempo definido de 50 minutos, el mismo que será tomado como objeto de estudio.

Teniendo en cuenta los datos encontrados en el método de Ishikawa, se determinó que los tiempos estimados en cada actividad, se describen a continuación:

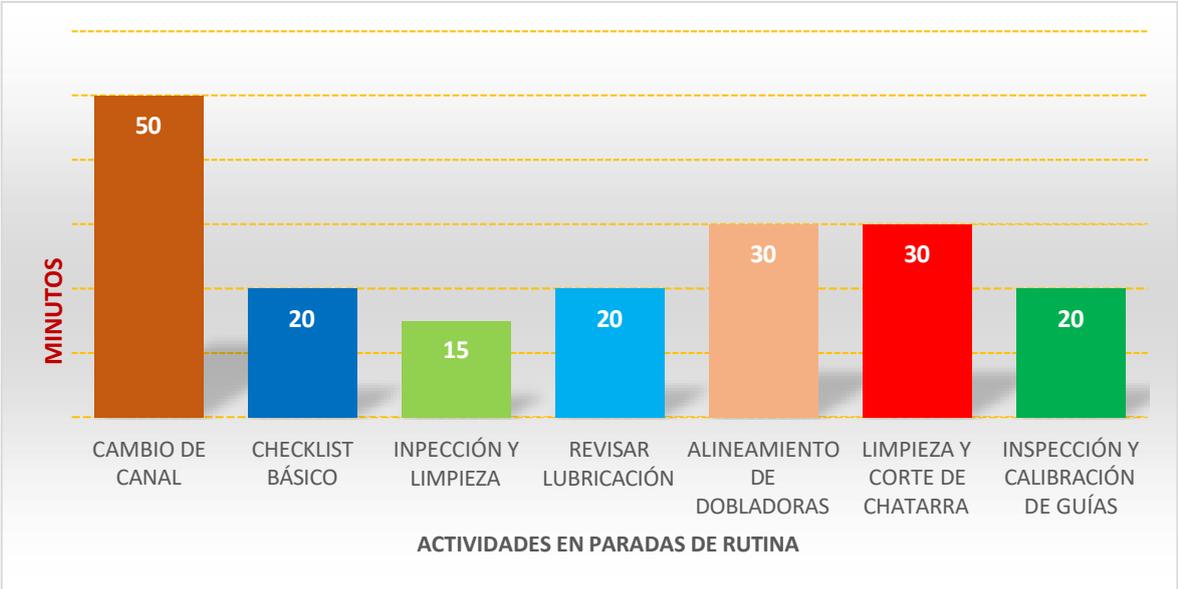


Figura 4. Distribución de tiempos estimados en las paradas de rutina del área de laminado.

**Nota:** Elaboración propia.

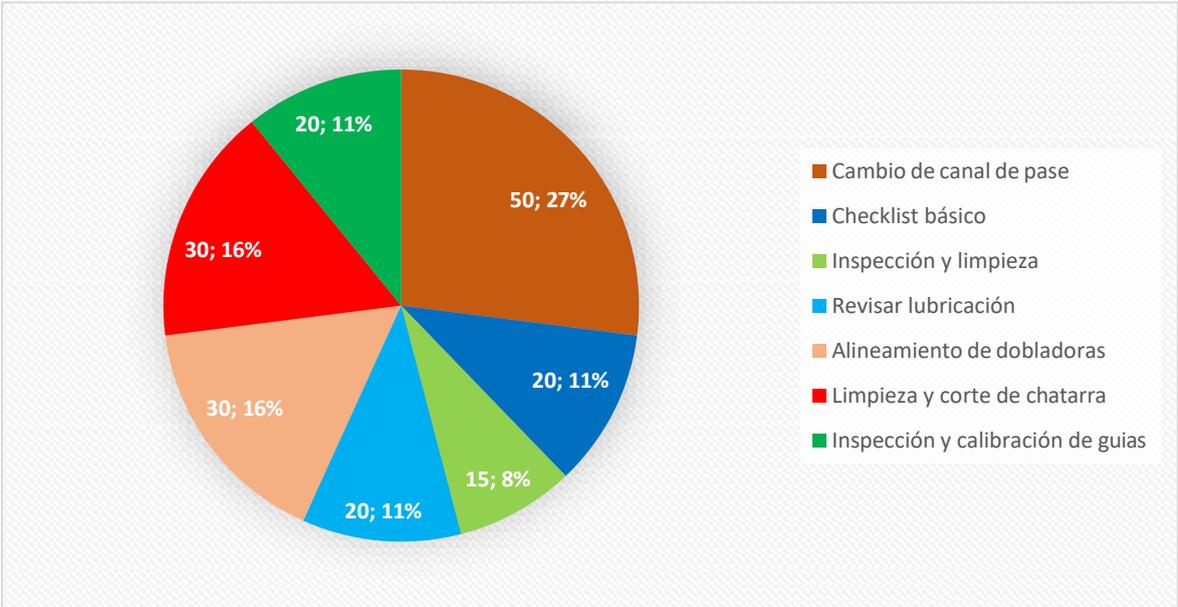


Figura 5: Distribución de tiempos estimados en las paradas de rutina del área de laminado en porcentajes.

**Nota:** Elaboración propia.

En la figura 4 y 5 se observa que la actividad que demanda más tiempo en el cambio de canal, es el **cambio de canal de pase** con 50 minutos de paradas diarias, lo cual equivale a un 50,27% de las tareas realizadas.

**OE2:** Aplicar las técnicas de estudio del trabajo para reducir el tiempo de paradas de rutina en el área de laminado de una planta siderúrgica, Chimbote.

Para aplicar los métodos del estudio de trabajo, se consideró el aporte de Vásquez (2012), quien afirma que, esta variable, está asociada a la aplicación de herramientas necesarias para aumentar los índices de productividad, el cual está conformado por dos técnicas fundamentales, la aplicación de procedimientos o métodos y el estudio de tiempos (p.200).

## **ESTUDIO DE TIEMPOS**

- **Herramientas:**

- ✓ *Cronómetro:* Donde se definen los tiempos reales encontrados en un trabajo de campo, en este punto, se clasificó las actividades realizadas, de acuerdo al tiempo estimado en el programa de paradas de rutina del área de laminado de la planta siderúrgica.
- ✓ *Tablero:* Esta herramienta es indispensable para sostener las fichas de recolección de datos durante todo el proceso.
- ✓ *Formulario:* Es el formato diseñado para calcular los tiempos utilizados en cada actividad, correspondientes al cambio de canal de pase

- **Selección de trabajo:**

- ✓ *Cronometraje:* Es donde se determinan las cantidades de tiempos de paradas encontrados y se compara entre el tiempo real y el tiempo ejecutado.
- ✓ *Elemento:* Corresponde a los elementos necesarios para limitar las actividades que se van a evaluar.
- ✓ *Ciclo:* Es la asociación de elementos.

- **Técnicas:**

- ✓ *Vuelta a cero:* Es el cálculo de cada actividad regresando a cero el cronometro.

- ✓ *Continuo*: Es el cálculo realizado de todas las actividades de manera consecutiva, es decir, se va sumando los tiempos tomados de cada actividad para luego determinar un tiempo promedio o denominado como tiempo estándar.

### PRIMERO:

Se describen las actividades para el cambio de canal de caja de laminación – Laminador 1 / TREN 300, donde el desagregado, figura en el **anexo 04**, por ende, la aplicación de un estudio de tiempos, se dará específicamente en las actividades presentadas en las siguientes líneas, para ello, también se emplearon fórmulas que establece el estudio de trabajo, donde:

- **Actividad 1:** Bloqueo de equipos / Tiempo: 5 minutos
- **Actividad 2:** Aflojar guía, colocar a canal nuevo / Tiempo: 10 minutos.
- **Actividad 3:** Retiro de canaletas / Tiempo: 7 minutos.
- **Actividad 4:** Colocación de ducha a canal / Tiempo: 5 minutos.
- **Actividad 5:** Desbloqueo de equipos / Tiempo: 3 minutos.
- **Actividad 6:** Quema de canales / Tiempo: 10 minutos.
- **Actividad 7:** Colocación de canaletas / Tiempo: 5 minutos.
- **Actividad 8:** Verificación y prueba de equipos / Tiempo: 5 minutos.

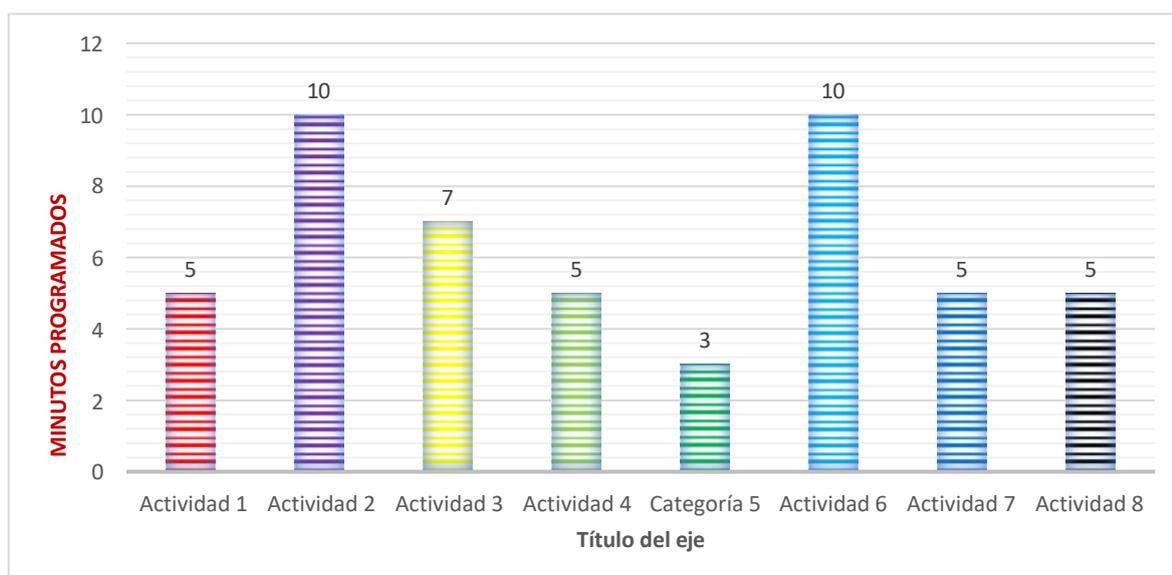


Figura 7. Tiempos programados para cada actividad en el cambio de canal.

**Nota:** Elaboración propia.

En la figura 6 se evidencia que el cambio de canal comprende ocho actividades que se desarrollan conjuntamente para llevar a cabo tal fin, de ello, se halló que, la actividad 2 “**Aflojar guía – Colocar a canal nuevo**”, y la actividad 6 “**Quema de canales**”, requieren un tiempo valorado en 10 minutos, haciendo referencia a que, falta apoyo, falta experiencia o falta control.

A efecto de ello, se aplicó el estudio de tiempos, basándose a la técnica del cronometraje, tomando los tiempos reales en las actividades mencionadas y mediante una ficha de registro; las mismas que fueron comparadas con los tiempos programados, lo cual será producto de estudio, siendo:

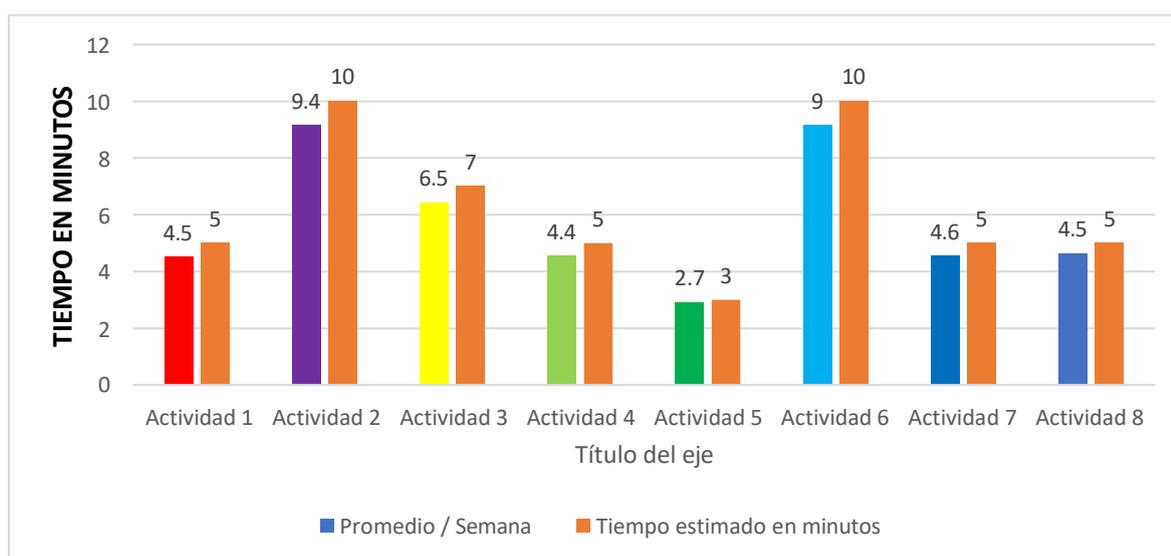


Figura 7. Comparación de los tiempos reales recogidos en campo y el tiempo estimado para cada actividad. (Ver Anexo 05)

**Nota:** Elaboración propia.

En la figura 7 se observa que el tiempo promedio real encontrado durante un semana en la actividad 1, es de 4.5 minutos, bajo un tiempo programado de 5 minutos, seguido de ello, se encontró que el tiempo real en promedio de la actividad 2 es de 9.4 minutos con un tiempo programado de 10 minutos, además, el tiempo real en promedio de la actividad 3 es de 6.5 minutos con un tiempo programado de 7 minutos, también se halló que el tiempo real en promedio de la actividad 4 es de 4.4 minutos con un tiempo programado de 5 minutos, así mismo, el tiempo real en promedio de la actividad 5 es de 2.7 minutos considerando un tiempo programado de 3 minutos, del mismo modo, se observó que el tiempo real promedio de la actividad 6 es de 9.0 minutos con un tiempo programado de 10 minutos, por otro

lado, el tiempo real en promedio de la actividad 7 fue de 4.6 minutos y su tiempo programado fue de 5 minutos, por último se evidenció que el tiempo real en promedio de la actividad 8 fue de 4.5 minutos con un tiempo programado de 5 minutos (**Ver Anexo 5**).

Del mismo modo, una vez obtenido el registro de los tiempos reales versus los tiempos prorrogados; el investigador, se enfocó únicamente en los tiempos usados en la actividad de cambio de canal de caja de laminación – Laminador 1 / TREN 300, para el cual, fue necesario aplicar el método tradicional de Westinghouse, teniendo en cuenta los suplementos definidos por el Organismo Internacional del Trabajo (OTI), los mismos que se presentan a continuación:

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

Figura 8. Sistema Westing House.

**Nota:** Criollo (2005, p.72)

## 1. SUPLEMENTOS CONSTANTES

	Hombres	Mujeres
A. Suplemento por necesidades personales	5	7
B. Suplemento base por fatiga	4	4

## 2. SUPLEMENTOS VARIABLES

	Hombres	Mujeres		Hombres	Mujeres
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4		4	45
B. Suplemento por postura anormal				2	100
Ligeramente incómoda	0	1	F. Concentración intensa		
incómoda (inclinado)	2	3	Trabajos de cierta precisión	0	0
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7	Trabajos precisos o fatigosos	2	2
C. Uso de fuerza/energía muscular (Levantar, tirar, empujar)			Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5
Peso levantado [kg]			G. Ruido		
2,5	0	1	Continuo	0	0
5	1	2	Intermitente y fuerte	2	2
10	3	4	Intermitente y muy fuerte	5	5
25	9	20	Estridente y fuerte		
35,5	22	máx	H. Tensión mental		
D. Mala iluminación			Proceso bastante complejo	1	1
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4	4
Bastante por debajo	2	2	Muy complejo	8	8
Absolutamente insuficiente	5	5	I. Monotonía		
E. Condiciones atmosféricas			Trabajo algo monótono	0	0
Índice de enfriamiento Kata			Trabajo bastante monótono	1	1
16		0	Trabajo muy monótono	4	4
8		10	J. Tedio		
			Trabajo algo aburrido	0	0
			Trabajo bastante aburrido	2	1
			Trabajo muy aburrido	5	2

Figura 9. Suplementos de trabajo (OTI).

**Nota:** Kanawaty 1996, Introducción al Estudio de Trabajo, 4º Edición Ginebra.

**Tabla 4.** Determinación del tiempo estándar por semana con respecto al tiempo de paradas de rutina del área de laminado.

TIEMPO EN MINUTOS DEL CAMBIO DE CANALES DE LA CAJA DE LAMINACION 9												
METODO	ACTUAL		ACTIVIDAD: CAMBIO DE CANALES							UNIDAD DE MEDIDA: MINUTOS		
PROCESO	LAMINADO									MUESTRA: 07 OBSERVACIONES		
ACTIVIDADES		TIEMPO PROGRAMADO	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	PROMEDIO	TIEMPO NORMAL	TIEMPO ESTANDAR
BLOQUEO DE EQUIPO		5	4.8	4	4.5	4.7	4	4.8	4.5	4.5	4.2	4.63
AFLOJAR GUIA, COLOCAR CANAL NUEVO		10	9.5	9.4	9.5	9.6	9	9.2	9.3	9.4	8.9	9.69
RETIRO DE CANALETAS		7	6.5	6.8	6.5	6.3	6	6.4	6.7	6.5	6.1	6.69
COLOCACION DE DUCHA A CANAL NUEVO		5	4.5	4.6	4.4	4.5	4	4.2	4.3	4.4	4.1	4.51
DESBLOQUEO DE EQUIPO		3	2.8	2.7	2.9	2.8	2.5	2.4	2.5	2.7	2.5	2.75
QUEMA DE CANAL NUEVO		10	9.5	8	9.7	9.2	8	9.6	9.2	9.0	8.6	9.35
COLOCACION DE CANALETAS		5	5	4	4.8	4.8	4	4.7	4.8	4.6	4.4	4.75
VERIFICACION Y PRUEBA DE EQUIPOS		5	4.9	4.6	4.5	4.2	4	4.8	4.7	4.5	4.3	4.69
SUMA TOTAL		50	47.5	44.1	46.8	46.1	41.5	46.1	46			47.06

**Nota:** Elaboración propia (*Ver Anexo 5*).

En la tabla 4 se muestra que la distribución de los tiempos empleados en cada operación para el cambio de canal de caja de laminación – Laminador 1 / TREN 300, En la primera actividad tiene un promedio por día de 4.5 minutos, frente a un tiempo programado de 5 minutos, del mismo modo, se halló que la segunda actividad, sostuvo un valor de 9.4. minutos, mientras que la tercera actividad, tuvo un equivalente de 6.5 minutos, además la cuarta actividad presentó 4.4 minutos, además la quinta actividad tuvo una cantidad de 2.7 minutos, seguido a ello, se obtuvo un valor de 9.0 minutos y la sexta actividad, sostuvo 4.6 minutos y por último la última actividad, se obtuvo un valor de 4.5 minutos frente al tiempo programado para dicha actividad.

La tabla 4 presenta que el tiempo estándar tiene un valor promedio de 47.06 minutos, el cual fue determinado por la aplicación de fórmulas que se enmarcan en el estudio de tiempos, con la finalidad de encontrar los tiempos perdido, reduciendo su cantidad a fin de reducir costos y obtener beneficios, por ende, la cantidad hallada, sostiene un equivalente de 0.78 horas, siendo menor a 0.83 horas al día, lo cual se define mediante la programación de paradas de rutina del área de laminado estableciendo 50 minutos para dicha actividad.

**Tabla 5.** Comparando los tiempos de paradas programada vs el tiempo estándar hallado con la aplicación de un estudio de tiempos para las actividades del cambio de canal del área de laminado.

<b>Paradas de rutina</b>	<b>Muestra x Dia</b>	<b>Tiempo Estándar</b>
Minutos	50	47.06
Horas	0.83	0.78
Reducción en minutos		<b>2.94</b>

**Nota:** Elaboración propia.

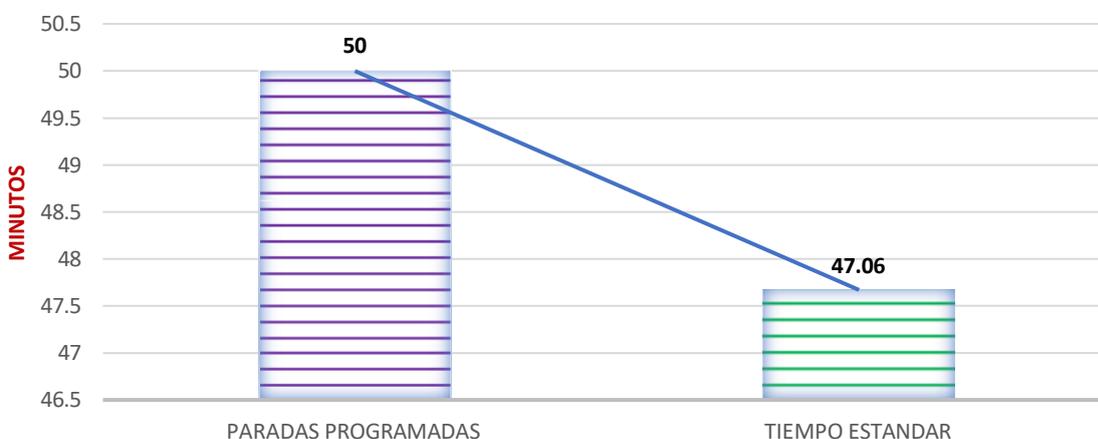


Figura 10. Comparando el tiempo programado de la muestra del estudio con el tiempo obtenido mediante la aplicación del estudio de tiempos.

**Nota:** Elaboración propia.

En la figura 10 se evidencia que la aplicación de un estudio de tiempos, permite reducir los tiempos de paradas de rutina por día en 2.94 minutos, el cual se deriva de la diferencia entre el tiempo programado y el tiempo estándar hallado (50

> 47.06), siendo este, un elemento que permite reducir los costos y aumentar los beneficios de la empresa, en especial del área de laminado.

### Pruebas de normalidad

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Tiempos pre	,836	8	,068
Tiempos post	,836	8	,068

a. Corrección de significación de Lilliefors

Se realiza la prueba de normalidad con Shapiro – wilk, donde nos da como resultado la sig. Mayor a 0.05, es valida

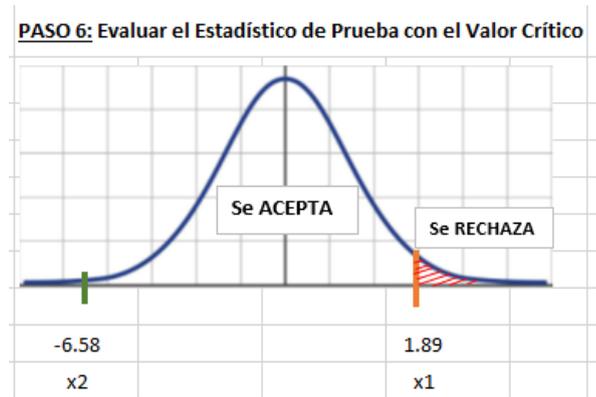
### T- student – prueba de hipótesis

PASO 4: Calcular el Valor Crítico	
gl = 7	(grados de libertad)
$\alpha = 5\%$	(nivel de significancia)(alfa)
Probabilidad = 95%	(1 - $\alpha$ )
$t_{(1-\alpha)(n-1)} = 1.89$	(x1 = tiempos pre)
p-valor = 0.0002	

PASO 5: Calcular el estadístico de Prueba	
$t = \frac{\bar{x}_2 - \bar{x}_1}{\frac{S_d}{\sqrt{n}}}$	
$\bar{x}_2 - \bar{x}_1 =$	-0.83
$S_d =$	0.36
$\sqrt{n} =$	2.83
$t =$	<b>-6.58</b> (x2 = tiempo post)

Valor critico=1.89

Estadistico de prueba= -6.58



El valor de -6.58 está en la zona de aceptación por lo tanto la hipótesis nula se acepta, se comprueba que -6.58 es menor que 1.89, entonces los tiempos finales son menores que lo tiempos iniciales, por lo tanto, el estudio de trabajo a contribuido a reducir los tiempos

**OE3:** Evaluar el beneficio – costo de la aplicación del estudio de trabajo en la reducción del tiempo de paradas de rutina en el área laminado de una planta siderúrgica, Chimbote. Bajo lo aplicado en el estudio de tiempos para reducir las paradas de rutina en el área de laminado, se obtuvo un valor de 2.94 minutos al día, lo cual indica que, podría bajar el costo y mejorar los beneficios de la empresa a través de una mayor productividad en el área mencionada.

**Tiempo programado:** 50 minutos.

**Tiempo estándar hallado:** 47.06 minutos.

Reducción o diferencia:  $50 - 47.06 = 2.94$  minutos.

**Producción por día:** 1200tn/día

**Producción por hora:** 50tn/hora

**Producción por minuto:** 0.83tn/minutos

Actualmente, el área de laminado, produce 50tn/hora, lo que indica, que la reducción del tiempo hallado, corresponde a la cantidad de producción perdida, es decir, si el tiempo de paradas de rutina se ha reducido un 2.94 minutos, entonces la producción debería aumentar, al recuperar dicho tiempo, tal como se describe en el siguiente procedimiento:

- **Beneficio\*día** =  $Producción * minuto \times 2.94 = 2.44$  toneladas

Se halló, que el tiempo estándar de 2.94 minutos, permite recuperar una cantidad de 2.44 toneladas diarias en cada rutina programada, ante los resultados, se entiende que el área de laminado ha venido desperdiciando dicha cantidad, lo cual está considerado como pérdida.

- **Beneficio\*mes** =  $Producción \text{ toneladas} * día \times 30 \text{ días} = 73.2 \text{ tn} * mes.$
- **Beneficio\*anual** =  $Producción \text{ toneladas} * mes \times 12 \text{ meses} = 878 \text{ tn} * anual$

**Conclusión:** Teniendo en cuenta la muestra de 50 minutos para la actividad de cambio de canal, se tuvo que el tiempo estándar reducido en las paradas de rutina es de 2.94 minutos, lo cual indica que se ha venido desperdiciando un total de 2.44 toneladas diaria, equivalente a 73.2 tn al mes y 878 tn al año, confirmando la eficacia del estudio de tiempos para mejorar el **beneficio – costo** de la empresa.

## V. DISCUSIÓN

En esta parte del estudio se realiza la comparación de los resultados alcanzados en el estudio con los trabajos previos presentados en la parte del marco teórico y se refuerzas por las teorías consideradas de las variables, detallando lo siguiente:

De acuerdo con los resultados obtenidos en el primer objetivo específico, denominado como: Identificar los factores que afectan el tiempo en paradas de rutina en el área laminado de una planta siderúrgica, Chimbote, se halló que, mediante la aplicación del método de Ishikawa, la causa raíz fue definida como la existencia de tiempos elevados en las paradas de rutina, donde los principales factores, se dedujeron a través de una lluvia de ideas, mencionando ocho operaciones en las paradas del área de laminado, encontrándose que la de mayor impacto fue el cambio de canal con un tiempo equivalente de 50 minutos, correspondientes a un 50,27% en comparación a las demás operaciones, la misma que fue producto de análisis.

Frente a ello, se tomó el aporte de Velandia (2018) quien tuvo como objetivo general desarrollar una guía metodológica para el control de los tiempos de paradas de planta bajo los lineamientos del PMI, en el cual se aplicó la metodología cuantitativa y diseño no experimental, concluyendo que el plan brinda la información necesaria acerca de los factores que afectan el tiempo de paradas de rutina de la compañía, incluyendo técnicas e instrumentos para la obtención de datos reales, los mismos que definieron el tiempo perdido por día, a través de la metodología PMBOK, permitieron reducir los tiempos desperdiciados en 2.38 minutos por día, mejorando la producción en un 0.09% diariamente y equivalente a un 10.8% al año.

Para fundamentar lo descrito anteriormente, se consideró la base teórica de Osaraenwindia y Okorie (2013), quienes enfrentaron los problemas presentados en las paradas de rutina en plantas industriales, determinaron que es posible revertir los escenarios para mejora de la organización, empleando métodos tradicionales como el análisis de Pareto y el método de Ishikawa, conocido como el esquema de espina de pescado causa – efecto, los cuales permitieron identificar los componentes críticos de las paradas de rutina en las actividades diarias que realiza el personal de planta (p.94).

Del mismo modo, se presentaron los resultados, tomados del segundo objetivo específico, referido en: Aplicar las técnicas de estudio del trabajo para reducir el tiempo de paradas de rutina en el área de laminado de una planta siderúrgica, Chimbote, encontrándose que, la aplicación de un estudio de tiempos, ayudó a determinar los tiempos estándares de las paradas programadas al día, con respecto a la actividad 1, comprendida como cambio de canal, equivalente a 50 minutos para inicio y fin de dicha operación, también se halló que el tiempo estándar, fue de 47.06 minutos al día, frente a 50 minutos del tiempo programado, es decir, se redujo dicho tiempo en 2.44 minutos promedio.

Para ello, se consideró el estudio de León y Murcia (2017), quienes presentaron un estudio enfocado a la reducción del tiempo de soporte a las cajas de laminación, donde, la metodología fue de carácter cuantitativo y tipo descriptiva con diseño no experimental, llegando a la siguiente conclusión: Se encontró que, al no realizar las paradas programadas, se produjeron retrasos importantes en la entrega de sus productos, por ende, se generaron pérdidas económicas, del mismo modo, se determinó que, la aplicación de un estudio de tiempos, mediante un análisis de criticidad, permitió evidenciar que se aumentó la fabricación de piezas en un 26% al año, al reducir 1.75 minutos al día.

Bajo lo expuesto líneas arriba, se recurrió a la fuente teórica, encontrándose que, los tiempos de paradas; son necesarios en el desarrollo de las funciones industriales, debido a que las máquinas, necesitan ser revisadas y en algunos casos, reparadas para garantizar; tanto el desarrollo de la actividad, como la calidad del producto, por ende, aplicar metodologías para reducir los tiempos inservibles, hoy en día, se ha convertido en la mejor opción por las organizaciones industriales, ya que ahorrar pequeñas porciones de tiempo, hace que se generen mayores ingresos monetarios, así como el de alargar la vida útil de las herramientas, equipos y máquinas de la empresa (Olmos, 2020, p.83).

En cuanto al tercer objetivo descrito como: Evaluar el beneficio – costo de la aplicación del estudio de trabajo en la reducción del tiempo de paradas de rutina en el área laminado de una planta siderúrgica, Chimbote, se pudo determinar que el impacto que genera un estudio de tiempos en las paradas de rutina del área de

laminado, es positivo y eficiente, ya que se tuvo en cuenta, una muestra de 50 minutos para la actividad de cambio de canal, deduciendo que el tiempo estándar reducido en las paradas de rutina fue de 2.94 minutos, lo cual indicó que se ha venido desperdiciando un total de 2.44 toneladas de producción diaria en dicha área, equivalente al mes 73.2 tn y al año 878 tn, confirmando que dicha reducción, genera beneficios para la empresa y permite reducir los costos en mano de hora y horas maquinas, centrándose específicamente en la cantidad de producción.

Tal como se relaciona con el estudio de Angosto (2017), quien desarrolló un estudio sobre la organización, planificación y optimización de paradas de áreas de soporte programado, con la finalidad de comprender el objeto de estudio para analizar los contextos de las empresa industriales y programar las paradas necesarias para reducir el tiempo de mantenimientos, en ello, se aplicó el método cuantitativo, el tipo descriptivo y el diseño pre – experimental, donde la muestra, se conforma por la cantidad de minutos empleados en las empresas industriales, la misma que varía de acuerdo a su escala, además, los resultados encontrados, fueron que, la implementación del Worklist en Microsoft Project, se establece que para el jornal diario, conlleva la duración de 8 horas diarias de lunes a domingo, encontrando que el total de horas programadas a la semana será de 58,52hrs, incluyendo los tiempos de parada, por lo tanto, al relacionar esta actividad con un estudio de trabajo, se podría obtener una cantidad de 62,18hrs semanales, estimando que el aumento fue considerativo y positivo para las compañías al reducir costos y obtener beneficios monetarios.

Lo mencionado anteriormente, se configura con la definición presentada por Brown y Badurdeen (2013), quienes afirman que, al efectuar un estudio de trabajo, aplicando los métodos tradicionales, es posible cuantificar, controlar y reducir los tiempos que generan perdidas en las empresas, además, dicho autor menciona que, por medio de este sistema, es posible conocer los tiempos inservibles e inactivos, haciendo que este problema, no se vuelva repetitivo y se tomen medidas de mejoramiento en la planta industrial, ya sea para reducir los costos o para obtener beneficios económicos (p.113).

## VI. CONCLUSIONES

**General:** El estudio de tiempos, comprende un proceso de aplicación de métodos para encontrar la causa raíz del problema, en este caso fue la reducción del tiempo de paradas de rutina en el área de laminado de una empresa siderúrgica, para la cual, se aplicó un estudio de tiempos, encontrando que la reducción estándar fue de 2.94 minutos, considerando que la producción de dicha área es de 50tn/hora(0.83 min), entonces, se dedujo que el valor por minuto fue 2.44 toneladas diarias , 73.2 tn al mes y 878 tn al año, indicando la influencia de dicho proceso en la relación de beneficio costo, logrando confirmar que, los datos hallados, contribuyen en la mejora de la empresa, específicamente del área estudiada; donde, fue posible reducir los costos y generar beneficios económicos, al recuperar el tiempo desperdiciado en la producción de varillas de acero.

**Primera:** Las empresas industriales, en la actualidad, desconocen o no están tomando en cuenta, estudios básicos para calcular el tiempo real que se usa en cada actividad, ya sea por falta de conocimientos, por desinterés o por falta de control, así mismo; la aplicación de un estudio de trabajo, permite analizar y evaluar los factores que afectan los tiempos de paradas de rutina del área de laminado de una planta siderúrgica en la ciudad de Chimbote, la cual pudo identificar que dichos factores fueron 7: Cambio de canal, Checklist básico, inspección y limpieza, revisar lubricación, alineamientos de dobladoras, limpieza y corte de chatarra e inspección y calibración de guías, para ello, se aplicó el método de las 4M y método de Ishikawa, obteniendo que la causa raíz fue que existen tiempos elevados en las paradas de rutina, donde la de mayor impacto fue la actividad cambio de canal con tiempo estimado de 50 minutos y un valor porcentual de 50,27%.

**Segunda:** Aplicando el estudio de trabajo, mediante un estudio de tiempos, se pudo determinar que, el tiempo programado en la actividad cambio de canal fue de 50 minutos por día en dicha función, al respecto, se

obtuvo que el tiempo estándar tuvo una reducción a 47.06 minutos al día, logrando ahorrar un tiempo estándar de 2.94 minutos, los mismos que podrían ser utilizados para reducir costos y mejorar los beneficios de la empresa en estudio, por ende, es posible analizar el tiempo real empleado en cada actividad mediante la técnica del cronometraje o la toma de datos, frente a ello, la empresa estudiada, podría encontrar un nuevo método de trabajo para gestionar adecuadamente los tiempos programados, utilizando los resultados del presente estudio.

**Tercera:** El beneficio – Costo hallado mediante la aplicación de un estudio de tiempos, siguiendo el procedimiento y los métodos que lo conforman, se logró encontrar reducir un tiempo de 2.94 minutos en la actividad cambio de canal, el mismo que fue equivalente en toneladas a 2.44 diarias, 73.2tn al mes y 878 tn al año, en relación a la muestra tomada, frente a ello, se confirmó la eficacia de aplicar dicho estudio, ya que los datos calculados, van a servir para generar un cambio o impacto en las paradas de rutina del área de laminado y así mejorar la producción en función a los costos y beneficios.

## VII. RECOMENDACIONES

**General:** Para conocer los factores que afectan los tiempos de paradas de rutina en el área de laminado y en otras áreas de una empresa siderúrgica, es necesario aplicar un estudio de tiempos, con la finalidad de contabilizar, controlar y reducir los tiempos reales empleados en cada actividad, tal como lo fue en este caso, siendo la muestra del estudio, el tiempo de paradas de rutina para el cambio de canal, logrando identificar las principales causas del problema y optimizando su efecto, enfocándose en un trabajo de campo al tomar datos reales y así aplicar los métodos tradicionales.

**Primera:** Priorizar en el uso de técnicas tradicionales para responder cierto problemas encontrados y sobre todo aquellos que han perdurado en el tiempo, por ende, el presente estudio, dio a conocer los factores que afectan las paradas de rutina en el área de laminado, el mismo que podrá ser tomado en cuenta para otras investigaciones, con problemas iguales, pero en diferentes contextos, además, dicha compañía, debe tomar conciencia sobre los datos hallados en este estudio y con ello, establecer nuevos estándares de tiempo para una nueva programación de paradas de rutina por día en la actividad de cambio de canal y en otros más.

**Segunda:** Las empresas del rubro industrial, deben poner en práctica este sistema o metodología que logra contribuir en los costos y beneficios de la empresa, ya que su principal función, es la de reducir los tiempos de paradas de rutina para mejora de su capacidad productiva, así mismo, los colaboradores, deben manejar un desarrollo ordenado de sus actividades, para no afectar el tiempo programado y alcanzar los propósitos de la empresa.

**Tercera:** Para mejorar los beneficios y reducir los costos, es importante que se haga un estudio de tiempos reales, para conocer con exactitud el tiempo empleado para cada actividad, dichos datos ayudaran a mejorar la productividad de la organización.

## REFERENCIAS

ACUÑA, Jorge. Ingeniería de contabilidad. San José: Editorial tecnológica de costa rica. 2003.ISBN:9977661413

ANGOSTO, Luis. *Organización, planificación y optimización de paradas de planta de mantenimiento programado. Ejemplo práctico*. Tesis pregrado. Universidad politécnica de Cartagena Colombia. 2017. Disponible en: <https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/3562/pfc5579.pdf%3Bjseccionid%3DAE6D0E0DD3178D72953A80B3AF6A0E50?sequence=1>

ANDRADE, Adrián M.; A. DEL RIO, César y ALVEAR, Daissy L. Estudio de Tiempos y Movimientos para Incrementar la Eficiencia en una Empresa de Producción de Calzado. *Inf. tecnol.* [online]. 2019, vol.30, n.3 [citado 2022-08-11], pp.83-94. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-07642019000300083&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642019000300083&lng=es&nrm=iso). ISSN 0718-0764.

AMENDOLA, Luis. Dirección y Gestión de Paradas de Planta. [en línea] Ediciones Espuela de Plata, España. Disponible en <https://predictiva21.com/direccion-gestion-paradas-planta-pmi/>

ARROYO, Nelson. Implementación de Lean Manufacturing para mejorar el sistema de producción en una empresa de metalmecánica, 2018. Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima – Perú. 2018. Disponible en <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/9778/Arroyopn.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

BACA, Gabriel. Introducción a la Ingeniería Industrial. [en línea] 2.<sup>a</sup> Ed. México. Editorial Patria. 2014. Disponible en: <https://www.editorialpatria.com.mx/mobile/pdf/files/9786074383164.pdf>

BAENA, Guillermina. Metodología de la investigación. [en línea] 3.<sup>a</sup> Ed. México. Editorial Patria. 2014. ISBN ebook: 978-607-744-748- 1. Disponible

en:

[http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales\\_de\\_consulta/Drogas\\_de\\_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf](http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf)

BROWN, Adam. y BADURDEEN, Fazleena. A queuing Model for Systems with rework and process Downtime. Revista digital Scielo: 2014. International Conference on Automation Science and Engineering. ISBN: 42-125-72-46. Disponible en:

[https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-07642017000300017](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642017000300017)

CABEZAS, Edinson., ANDRADE, Santiago. y TORRES, Johana. Introducción a la metodología de la investigación científica. Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE. ISBN: 978-9942-765-44-4.

CÁMARA DEL COMERCIO DEL PERÚ. Evaluación de los sectores productivos en el Perú. *El Peruano*. Lima. 2020.

COHEN, Nestor. y GÓMEZ, Gabriela. Metodología de la investigación, ¿para qué?: la producción de los datos y los diseños. Argentina. Editorial Teseo. 2019. ISBN 978-987-723-190-8. Disponible en: [http://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/se/20190823024606/Metodologia\\_para\\_que.pdf](http://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/se/20190823024606/Metodologia_para_que.pdf)

MODEC. ¿Como reducir los tiempos de parada en sus plantas de producción? [en línea]. *Francia*. 10 de marzo del 2020. Disponible en: <https://blog.modec.fr/es/c%C3%B3mo-reducir-tiempos-paradas-plantas-producci%C3%B3n>

CONCEPCION-TOLEDO, D.N.; GONZALEZ-SUAREZ, E; GARCIA-PRADO, R.A. y MINO-VALDES, J.E.. Metodología de la investigación: Origen y construcción de una tesis doctoral. Rev. cient. UCSA [online]. 2019, vol.6, n.1 [citado 2022-07-13], pp.76-87. ISSN 2409-8752. Disponible en: [http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2409-87522019000100076&lng=es&nrm=iso](http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2409-87522019000100076&lng=es&nrm=iso)

CONEXIÓN ESAN. ¿Como optimizar las paradas industriales? Revista digital ESAN Business. Perú. 2020. Disponible en: <https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/como-optimizar-las-paradas-industriales>.

CUATRECASAS, Lluís. y TORRELL, Francesca. TPM en un entorno de Lean Management. Barcelona: Profit Editorial. 2010.

DELGADO, Harold. Propuesta de mejora para disminuir los tiempos de paradas no programadas de los buses en una empresa de transporte público a través de la metodología RCM y un mantenimiento autónomo, 2017. Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima – Perú. 2017. Disponible en: [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/624788/DU RAND\\_DH.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/624788/DU%20RAND_DH.pdf?sequence=4&isAllowed=y)

ESPINOZA, Eudaldo. Las variables y su operacionalización en la investigación educativa. Segunda parte. Conrado [online]. 2019, vol.15, n.69 [citado 2022-08-13], pp.171-180. ISSN 2519-7320. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1990-86442019000400171&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442019000400171&lng=es&nrm=iso).

FERNÁNDEZ, Leonardo y OLIVEIRA, Claudia. Aplicación del estudio del trabajo para mejorar la productividad de mano de obra en ARY Servicios Generales S.A.C, 2020. (Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial, UCV, Trujillo – Perú) 2020. Disponible en: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/58258/Fern%C3%A1ndez\\_BLJ-Oliveira\\_MCM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/58258/Fern%C3%A1ndez_BLJ-Oliveira_MCM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

FREIVALDS, Andris. Ingeniería Industrial-Métodos, estándares y diseño del trabajo. 11va. Edición México: McGraw-Hill Educación. 2014. ISBN 978-970-10-6962-2. Disponible en: [https://www.academia.edu/7731445/Ingenier%C3%ADa\\_Industrial\\_12m](https://www.academia.edu/7731445/Ingenier%C3%ADa_Industrial_12m)

GARCES, Diego A y CASTRILLON, Omar D. Diseño de una Técnica Inteligente para Identificar y Reducir los Tiempos Muertos en un Sistema de Producción. Inf. tecnol. [online]. 2017, vol.28, n.3 [citado 2022-04-23], pp.157-170. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-07642017000300017&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642017000300017&lng=es&nrm=iso).

GARCÍA, Roberto. Estudio del Trabajo, Ingeniería de métodos y medición del trabajo. 2da. Ed. México. 2005. Disponible en: [/https://faabenavides.files.wordpress.com/2011/03/estudio-del-trabajo\\_ingenierc3ada-de-mc3a9todos-roberto-garcc3ada-criollo-mcgraw\\_hill.pdf](https://faabenavides.files.wordpress.com/2011/03/estudio-del-trabajo_ingenierc3ada-de-mc3a9todos-roberto-garcc3ada-criollo-mcgraw_hill.pdf)

GÓMEZ, Carola. Mantenimiento Productivo Total. Una visión global. Las canarias: Editorial Académica Española. 2001.

HERBAS, Boris. y ROCHA, Erick. Scientific methodology for conducting marketing research and quantitative social research. 42(6). 123-160. 2018. Disponible en: [http://www.scielo.org.bo/pdf/rp/n42/n42\\_a06.pdf](http://www.scielo.org.bo/pdf/rp/n42/n42_a06.pdf)

HERNÁNDEZ. R. y MENDOZA, C. Metodología de la investigación- rutas cuantitativa-cualitativa-mixta. McGraw-Hill Interamericana. 2018. ISBN 1456260960. Disponible en: [http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales\\_de\\_consulta/Drogas\\_de\\_Abuso/Articulos/SampieriLasRutas.pdf](http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/SampieriLasRutas.pdf)

HUAYNALAYA, Gino. Propuesta de mejora para la reducción de las paradas de producción en la zona de Acabados de la planta Aceros Arequipa aplicando herramientas Lean Manufacturing, 2021. (Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima – Perú) 2021. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/655757?show=full>

KANAWATY, G. Oficina Internacional del Trabajo (OIT). 4ta. Edición. México, Limusa. 2014.

LANDAVERDE, Oscar. Simulación y virtualización del proceso de manufactura en manufacturas industriales Landaverde del producto de más venta. [Tesis para obtener el grado de maestro en manufactura avanzada, CIATEQ – SAHAGÚN]. 2017. Disponible en: <https://ciateq.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1020/104/1/LandaverdeOcadizOscar%20MMANAV%202017.pdf>

LEÓN, Mayra. y MURCIA, Mónica. Diseño del programa de mantenimiento preventivo para las cajas laminadoras del tren 3 de laminación en la empresa GERDAU DIACO – Planta Tuta. (Tesis para obtener el título de profesional de Ingeniero Industrial, UPT – Colombia). 2017. Disponible en: <https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/2226/1/TGT-759.pdf>

MONTALVÁN, Juan., SORIA, César., HOPKINS, Aaranzazu., ASCUE, Rudy. y AJITO, Eduardo. Guía de investigación. Perú. 2019. ISBN: 978-612-4439-09-4. Disponible en: <https://cdn02.pucp.education/investigacion/2016/06/12214732/guia-de-investigacion-en-diseno.pdf>

NEIRA, Alfredo. Técnicas de Medición del Trabajo. 2da. Ed. España. FC Editorial. 2006.

NIEBEL, Benjamín. Ingeniería Industrial, Métodos, estándares y diseño del trabajo, 13va. Ed. México. Mc Graw Hill. 2014.

OLMOS, Luis. Estudio de gestión de paradas. Revista digital Scielo. Gestión integral de la parada mayor del turbogenerador de planta del ciclo combinado. 2020. Disponible en: [http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/5679/fichero/PFC\\_Ricardo\\_Abaurre\\_Delgado.pdf](http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/5679/fichero/PFC_Ricardo_Abaurre_Delgado.pdf)

PALACIOS, Luis. Ingeniería de Métodos: Movimientos y tiempos. Bogotá, Colombia. 2014.

VELANDIA, Estefanny. Desarrollo de una metodología para la gestión de proyectos de paradas de planta bajo los lineamientos del PMI para CIMELEC LTDA, 2018. (Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial, UIS – Bucaramanga) 2018. Disponible en: <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2015/156060.pdf>

ROJAS, Percy. Aplicación del estudio de trabajo para incrementar la productividad en el proceso de inspección visual de casco exterior en la empresa Sima S.A., 2020. (Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial, UTP - Lima). 2020. Disponible en: [https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/4017/Percy%20Rojas\\_Tesis\\_Titulo%20Profesional\\_2020\\_2.pdf?sequence=5&isAllowed=y](https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/4017/Percy%20Rojas_Tesis_Titulo%20Profesional_2020_2.pdf?sequence=5&isAllowed=y)

RODRÍGUEZ, L. Estudio de trabajo en los procesos de parada de rutina en la planta metalmecánica GAMM de España, 2018. (Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial, Universidad Nacional de Barcelona – España).2018. Disponible en: [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-076201700300017](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-076201700300017)

SALAZAR, M. Análisis de los componentes que retrasan las actividades en la compañía Metalmecánica Marval SAC. Colombia. 2019. Revista Scielo: Caso práctico.

SALGADO, Cecilia. Manual de investigación. Teoría y práctica para hacer la tesis según la metodología cuantitativa. Perú. Universidad Marcelino Champagnat. 2018.

SHIEGO, Singo. Origen de la técnica SMED. Revista digital CID Lean. Paris. 1990.

UREÑA, G. La aplicación de las técnicas SMED para reducir los tiempos de preparación. Revista digital CID Lean. Paris. 2020.

VÁSQUEZ, A. (2012) Componentes para identificar los elementos que intervienen en el estudio de trabajo en plantas industriales. Revista Scielo. ISBN: 42-436- 52-84.

## **ANEXOS**

## ANEXO 01

### OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>Variable dependiente:</b> Tiempo de paradas.	conocido también como los tiempos muertos, son definidas como, los procedimientos que deben realizar algunas empresas cada cierto tiempo en sus instalaciones, este proceso, se ejecuta con la finalidad de realizar trabajos de mantenimiento preventivo en sus máquinas, mejorar las condiciones en las que operan y por razones de seguridad (Olmos, 2020, p.83)	Los tiempos de paradas, corresponden al tiempo estimado para el soporte que le brinda el personal de mantenimiento a los equipos y maquinas, con la finalidad de mejorar la calidad del producto, entregar los trabajos a tiempo, cumplir con los estándares y proteger la vida humana. Para ello, es necesario contener las paradas programadas y las paradas por emergencia.	Paradas programadas	Cumplimiento de estándares y normativas de la empresa.	<b>De Razón</b>
				Capacitar, instruir y dirigir constante al personal.	
			Paradas de emergencia	Por fallas mecánicas.	
				Por accidentes ocasionales.	
<b>Variable independiente:</b> Estudio de trabajo.	El estudio de trabajo, es considerado como una evaluación previa de las actividades de un sistema productivo, proponiendo métodos de trabajos más óptimos, que ayuden a dar un buen rendimiento productivo, de esta manera se aplican herramientas necesarias para aumentar los índices de productividad, el cual está conformado por dos técnicas fundamentales, la aplicación de procedimientos o métodos y el estudio de tiempos. (Vásquez, 2012, p.200).	En cuanto al estudio de trabajo, se han demostrado en diferentes análisis de empresas industriales, que la principal función de toda organización, es la de conocer los tiempos empleados en el desarrollo de actividades de planta, para ello, es necesario aplicar dicho estudio, el mismo se contempla los siguientes: el análisis tradicional de Pareto, el método de Ishikawa para conocer la causa efecto o causa raíz y los estudios de tiempo, para mejorar la productividad.	Análisis de Pareto	Conocer los factores que dañan las paradas de rutina	<b>De Razón</b>
				Análisis del recorrido o funcionamiento de la planta.	
			Método de Ishikawa	Identificar las causas raíces.	
				Diagnóstico del problema.	
			Estudio de tiempos	Aplicar los métodos y teorías del estudio de trabajo.	
				Reducción de los tiempos de paradas en la empresa.	

**Fuente:** Elaboración propia.

## ANEXO 02:

### INSTRUMENTOS: Ficha de observación en el proceso del área de laminado

1. OBJETIVO	2. CAMPO DE APLICACIÓN	3. RESPONSABILIDADES		
Conocer y aplicar los pasos para realizar el cambio de la canal de caja Daniell 9, considerando las medidas de seguridad, que den como resultado la prevención de accidentes e incidentes.	Caja del Tren 300, en el laminador 1. Las personas que intervinieren en el procedimiento son 2 (1 laminador y 1 personas apoyo); el tiempo aproximado es de 15 minutos.	Bloqueo y verificación de equipos antes de intervenir. Uso de herramientas en buen estado y normadas. Usar los Epp's adecuados de acuerdo a la matriz de seguridad.		
<b>1. PROCEDIMIENTO DE CAMBIO DE LA CANAL.</b>				
1. Después de pasar la última barra y llegar a la mesa de enfriamiento se debe detener el Tren 300 y motor 45 desde el pupitre situado en la cabina de operaciones, realizar el bloqueo intermedio desde el pupitre de la cabina del tren 450 a cargo del líder de turno referencia a GLP-PR-122-003 Bloqueo Intermedio de Energía.	2. Desconectar los conectores rápidos de la grasa del distribuidor a la guía de entrada. Dar luz entre cilindros para el canal nuevo. Con llave 36 en la parte superior de la caja o con apoyo de la tablet(mando a distancia).	3. Retirar canaletas de entrada y tubos de salida hacia canalón. Realizar la actividad de manera rotativa para mitigar los riesgos ergonómicos. Colocar las canaletas retiradas en una zona no transitable.	4. Retirar mangueras de refrigeración del cilindro superior, guiado de entrada y porta tubos de salida.	5. Aflojar los pernos de fijación del carro de guiado con apoyo de una llave mixta, ratchet o dado de 30mm en el sentido antihorario, golpear ligeramente para liberar las cuñas de fijación del carro porta guiado. Aplica para el carro de guiado de entrada como para el de salida.
				
6. Mover con apoyo de una llave ratchet y un dado largo de 30mm, o con una pistola a batería, en sentido horario o antihorario dependiendo la posición del guiado, mover para colocar en el canal a trabajar. Aplica para el carro de guiado de entrada como para el de salida.	7. Centrar el guiado con apoyo con respecto a la canal, se debe apoyar usando una linterna para centrar paralelamente los polines a la canal, una vez realizado el centrado se procede a ajustar los pernos de fijación del carro porta guiado, esto evitara que se pueda mover después del alineamiento.	8. Conectar la manguera de lubricación del guiado de entrada si se realiza el cambio del mismo (importante revisar si el guiado cumple tonelaje y/o desgaste de los polines de entrada se debe de realizar el cambio). El guiado debe de estar revisado con patron y validado en taller de guías.	9. Aflojar los tubos vena con apoyo de una llave de 36 mm (2 pernos por porta tubo) en sentido antihorario, esto nos permitira poder correr el carro porta guiado de salida, utilizar un ratchet y un dado largo de 30mm o con una pistola a batería en sentido horario o antihorario dependiendo la posición en el que se encuentre el guiado, mover a la canal a trabajar.	10. Realizar el cambio de tubos vena, se procede a colocar los tubos vena, verificar que no quede pegado a la canal para evitar rozamiento y que pueda dañar la canal. Ajustar en sentido horario el perno posterior para fijar y después el perno pegado al cilindro para terminar de colocar.
				

### ANEXO 03:

#### FORMULAS PARA DEFINIR EL TIEMPO ESTANDAR

$$\text{Tiempo Observado (To)} = \frac{\text{Suma de total}}{\text{N}^\circ \text{ de ciclos}}$$

$$\text{Tiempo Normal (Tn)} = \text{Tiempo Observado} \times \text{Factor de Calificación}$$

$$\text{Factor de Calificación W. H.} = 1 + C$$

$$\text{Tiempo de Ciclo (Tc)} = \Sigma \text{ TIEMPOS NORMALES}$$

$$\text{Tiempo Estándar (Te)} = \text{Tiempo Normal} \times \text{Factor de Tolerancia (1+\%Suplementos)}$$

$$\text{Suplementos} = 1 + \% \text{ de Suplementos}$$

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Inspecciones Reales}}{\text{Inspecciones Programadas}}$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Horas Hombre Reales}}{\text{Horas Hombre Programadas}}$$

$$\text{Tiempo estándar} = \text{TN} \times (1 + \text{suplementos})$$

## ANEXO 04:

### RESULTADOS PROCESADOS EN BASE DE DATOS EXCEL Y SOFTWARE

+	DANIELI 1	+ Hoja de ruta
+	DANIELI 2	+ Hoja de ruta
+	CAJA 1	+ Hoja de ruta
+	CAJA 2	+ Hoja de ruta
+	DANIELI 3	+ Hoja de ruta
-	CAJA 4	+ Hoja de ruta
+	CAMBIO DE CILINDRO 150 min	+ Tareas
+	MONTAJE DE CAJA 00 min	+ Tareas
-	PASE 1	+ Hoja de ruta
-	CAMBIO DE CANAL 50 min	+ Agregar
<input checked="" type="checkbox"/>	AFLOJAR GUIA - COLOCAR AL SIGUIENTE CANAL NUEVO - AJUSTE 10 min	
<input checked="" type="checkbox"/>	BLOQUEO DE EQUIPOS 5 min	
<input checked="" type="checkbox"/>	COLOCACION DE CANALETAS 7 min	
<input checked="" type="checkbox"/>	COLOCACION DE DUCHAS EN CANAL NUEVO 5 min	
<input checked="" type="checkbox"/>	DESBLOQUEO DE EQUIPOS 3 min	
<input checked="" type="checkbox"/>	QUEMA DE CANALES 10 min	
<input checked="" type="checkbox"/>	RETIRO DE CANALETAS 5 min	
<input checked="" type="checkbox"/>	VERIFICACION Y PRUEBA DE EQUIPOS 5 min	
+	CAJA 5	+ Hoja de ruta

## ANEXO 05:

**Ficha de registro para la toma de tiempos reales tomados mediante la técnica del kilometraje.**

### TRABAJO DE CAMPO

CAMBIO DE CANAL DE CAJA DE LAMINACIÓN DANIELI 9 - Laminador 1 / TREN 300

ACTIVIDAD 1	ACTIVIDAD 2	ACTIVIDAD 3	ACTIVIDAD 4	ACTIVIDAD 5	ACTIVIDAD 6	ACTIVIDAD 7	ACTIVIDAD 8
Aflojar guía – Colocar al siguiente canal nuevo	Bloqueo de equipos	Colocación de canaletas	Colocación de duchas en canal nuevo	Desbloqueo de equipos	Quema de canales	Retiro de canaletas	Verificación y pruebas de equipo
Tiempo estimado: 10 minutos	Tiempo estimado: 5 minutos	Tiempo estimado: 7 minutos	Tiempo estimado: 5 minutos	Tiempo estimado: 3 minutos	Tiempo estimado: 10 minutos	Tiempo estimado: 5 minutos	Tiempo estimado: 5 minutos

OPERARIOS	Tiempo empleado		Tiempo continuo		Tiempo empleado		Tiempo continuo		Tiempo empleado		Tiempo continuo		Tiempo empleado		Tiempo continuo		PROMEDIO POR DIA
	Empleado	Continuo															
Op. 1 / Día 1	5	10	10	15	5.8	20.8	5	25.8	3	28.8	10	38.8	5	43.8	4	47.8	47.8
Op. 1 / Día 2	4	8	8	12	6.2	18.2	4	22.2	3	25.2	8	33.2	4	37.2	5	42.2	42.2
Op. 1 / Día	5	9	9	14	7	21	5	26	2.8	28.8	9	37.8	5	42.8	4.5	47.3	47.3
Op. 1 / Día	4.2	10	10	14.2	6.5	20.7	4.5	25.2	2.5	27.7	10	37.7	4.5	42.2	5	47.2	47.2
Op. 1 / Día	5	8.5	8.5	13.5	5.5	19	3.5	22.5	3	25.5	8.5	34	3.5	37.5	3.5	41	41
Op. 1 / Día	3.5	9.5	9.5	13	7	20	5	25	2.9	27.9	9.5	37.4	5	42.4	5	47.4	47.4
Op. 1 / Día	4.8	9	9	13.8	7	20.8	4.8	25.6	3	28.6	9	37.6	4.8	42.4	4	46.4	46.4

## ANEXO 06

### BASE DE DATOS EN EXCEL

CAMBIO DE CANAL DE CAJA DE LAMINACIÓN DANIELI 9 - Laminador 1 / TREN 300																																																																																																																	
ACTIVIDAD 1		ACTIVIDAD 2		ACTIVIDAD 3		ACTIVIDAD 4		ACTIVIDAD 5		ACTIVIDAD 6		ACTIVIDAD 7		ACTIVIDAD 7		PROMEDIO																																																																																																	
Aflojar guía – Colocar al siguiente canal nuevo		Bloqueo de equipos		Colocación de canaletas		Colocación de duchas en canal nuevo		Desbloqueo de equipos		Quema de canales		Retiro de canaletas		Verificación y pruebas de equipo		PORCENTAJE DE ACTUACION EN BASE AL SISTEMA WESTING HOUSE																																																																																																	
Tiempo estimado: 10 minutos		Tiempo estimado: 5 minutos		Tiempo estimado: 7 minutos		Tiempo estimado: 5 minutos		Tiempo estimado: 3 minutos		Tiempo estimado: 10 minutos		Tiempo estimado: 5 minutos		Tiempo estimado: 5 minutos		Factor																																																																																																	
MUESTRA	Tiempo empleado	Tiempo continuo	Tiempo empleado	Tiempo continuo	Tiempo empleado	Tiempo continuo	Tiempo empleado	Tiempo continuo	Tiempo empleado	Tiempo continuo	Tiempo empleado	Tiempo continuo	Tiempo empleado	Tiempo continuo	Tiempo empleado	Tiempo continuo	POR DIA	Calificación	Valor																																																																																														
DIA 1	10	10	5	15	5.8	20.8	5	25.8	3	28.8	10	38.8	5	43.8	4	47.8	47.8	Habilidad	A1	0.15																																																																																													
DIA 2	8	8	4	12	6.2	18.2	4	22.2	3	25.2	8	33.2	4	37.2	5	42.2	42.2	Esfuerzo	A1	0.13																																																																																													
DIA 3	9	9	5	14	7	21	5	26	2.8	28.8	9	37.8	5	42.8	4.5	47.3	47.3	Condiciones	A	0.06																																																																																													
DIA 4	10	10	4.2	14.2	6.5	20.7	4.5	25.2	2.5	27.7	10	37.7	4.5	42.2	5	47.2	47.2	Consistencia	A	0.04																																																																																													
DIA 5	8.5	8.5	5	13.5	5.5	19	3.5	22.5	3	25.5	8.5	34	3.5	37.5	3.5	41	41																																																																																																
DIA 6	9.5	9.5	3.5	13	7	20	5	25	2.9	27.9	9.5	37.4	5	42.4	5	47.4	47.4																																																																																																
DIA 7	9	9	4.8	13.8	7	20.8	4.8	25.6	3	28.6	9	37.6	4.8	42.4	4	46.4	46.4																																																																																																
<b>T.O</b>	<b>5.82</b>	<b>2.86</b>	<b>4.09</b>	<b>2.89</b>	<b>1.84</b>	<b>5.82</b>	<b>2.89</b>	<b>1.84</b>	<b>5.82</b>	<b>2.89</b>	<b>2.82</b>	<b>29.03</b>	SUPLEMENTOS POR DESCANSO (Organización Internacional del Trabajo)																																																																																																				
<b>F.C</b>	<b>1.38</b>	<b>1.38</b>	<b>1.38</b>	<b>1.38</b>	<b>1.38</b>	<b>1.38</b>	<b>1.38</b>	<b>1.38</b>	<b>1.38</b>	<b>1.38</b>	<b>1.38</b>	<b>40.06</b>	Suplementos constantes																																																																																																				
<b>T.N</b>	<b>8.03</b>	<b>3.95</b>	<b>5.65</b>	<b>3.99</b>	<b>2.53</b>	<b>8.03</b>	<b>3.99</b>	<b>2.53</b>	<b>8.03</b>	<b>3.99</b>	<b>3.89</b>	<b>40.06</b>	%	<b>Valor</b>																																																																																																			
<b>SUPLEMENTOS</b>	<b>1.19</b>	<b>1.19</b>	<b>1.19</b>	<b>1.19</b>	<b>1.19</b>	<b>1.19</b>	<b>1.19</b>	<b>1.19</b>	<b>1.19</b>	<b>1.19</b>	<b>1.19</b>	<b>47.67</b>	A. Suplemento por necesidad																																																																																																				
<b>T.E</b>	<b>9.55</b>	<b>4.70</b>	<b>6.72</b>	<b>4.75</b>	<b>3.02</b>	<b>9.55</b>	<b>4.75</b>	<b>3.02</b>	<b>9.55</b>	<b>4.75</b>	<b>4.63</b>	<b>47.67</b>	B. Suplemento base por fatig																																																																																																				
<b>Tiempo ciclico</b>	<b>3.89</b>												Suplementos variables																																																																																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4" style="text-align: center;">HABILIDAD</th> <th colspan="4" style="text-align: center;">ESFUERZO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>+ 0.15</td> <td>A1</td> <td></td> <td></td> <td>+ 0.13</td> <td>A1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>+ 0.13</td> <td>A2 - Habilísimo</td> <td></td> <td></td> <td>+ 0.12</td> <td>A2 - Excesivo</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>+ 0.11</td> <td>B1</td> <td></td> <td></td> <td>+ 0.10</td> <td>B1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>+ 0.08</td> <td>B2 - Excelente</td> <td></td> <td></td> <td>+ 0.08</td> <td>B2 - Excelente</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>+ 0.06</td> <td>C1</td> <td></td> <td></td> <td>+ 0.06</td> <td>C1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>+ 0.03</td> <td>C2 - Bueno</td> <td></td> <td></td> <td>+ 0.02</td> <td>C2 - Bueno</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>0.00</td> <td>D - Promedio</td> <td></td> <td></td> <td>0.00</td> <td>D - Promedio</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>- 0.05</td> <td>E1</td> <td></td> <td></td> <td>- 0.04</td> <td>E1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>- 0.10</td> <td>E2 - Regular</td> <td></td> <td></td> <td>- 0.08</td> <td>E2 - Regular</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>- 0.15</td> <td>F1</td> <td></td> <td></td> <td>- 0.12</td> <td>F1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>- 0.22</td> <td>F2 - Deficiente</td> <td></td> <td></td> <td>- 0.17</td> <td>F2 - Deficiente</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>																		HABILIDAD				ESFUERZO				+ 0.15	A1			+ 0.13	A1			+ 0.13	A2 - Habilísimo			+ 0.12	A2 - Excesivo			+ 0.11	B1			+ 0.10	B1			+ 0.08	B2 - Excelente			+ 0.08	B2 - Excelente			+ 0.06	C1			+ 0.06	C1			+ 0.03	C2 - Bueno			+ 0.02	C2 - Bueno			0.00	D - Promedio			0.00	D - Promedio			- 0.05	E1			- 0.04	E1			- 0.10	E2 - Regular			- 0.08	E2 - Regular			- 0.15	F1			- 0.12	F1			- 0.22	F2 - Deficiente			- 0.17	F2 - Deficiente		
HABILIDAD				ESFUERZO																																																																																																													
+ 0.15	A1			+ 0.13	A1																																																																																																												
+ 0.13	A2 - Habilísimo			+ 0.12	A2 - Excesivo																																																																																																												
+ 0.11	B1			+ 0.10	B1																																																																																																												
+ 0.08	B2 - Excelente			+ 0.08	B2 - Excelente																																																																																																												
+ 0.06	C1			+ 0.06	C1																																																																																																												
+ 0.03	C2 - Bueno			+ 0.02	C2 - Bueno																																																																																																												
0.00	D - Promedio			0.00	D - Promedio																																																																																																												
- 0.05	E1			- 0.04	E1																																																																																																												
- 0.10	E2 - Regular			- 0.08	E2 - Regular																																																																																																												
- 0.15	F1			- 0.12	F1																																																																																																												
- 0.22	F2 - Deficiente			- 0.17	F2 - Deficiente																																																																																																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4" style="text-align: center;">CONDICIONES</th> <th colspan="4" style="text-align: center;">CONSISTENCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>+ 0.06</td> <td>A - Ideales</td> <td></td> <td></td> <td>+ 0.04</td> <td>A - Perfecto</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>+ 0.04</td> <td>B - Excelentes</td> <td></td> <td></td> <td>+ 0.03</td> <td>B - Excelente</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>+ 0.02</td> <td>C - Buenas</td> <td></td> <td></td> <td>+ 0.01</td> <td>C - Buena</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>0.00</td> <td>D - Promedio</td> <td></td> <td></td> <td>0.00</td> <td>D - Promedio</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>- 0.03</td> <td>F - Regulares</td> <td></td> <td></td> <td>- 0.02</td> <td>F - Regular</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>- 0.07</td> <td>F - Malas</td> <td></td> <td></td> <td>- 0.04</td> <td>F - Deficiente</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>																		CONDICIONES				CONSISTENCIA				+ 0.06	A - Ideales			+ 0.04	A - Perfecto			+ 0.04	B - Excelentes			+ 0.03	B - Excelente			+ 0.02	C - Buenas			+ 0.01	C - Buena			0.00	D - Promedio			0.00	D - Promedio			- 0.03	F - Regulares			- 0.02	F - Regular			- 0.07	F - Malas			- 0.04	F - Deficiente																																										
CONDICIONES				CONSISTENCIA																																																																																																													
+ 0.06	A - Ideales			+ 0.04	A - Perfecto																																																																																																												
+ 0.04	B - Excelentes			+ 0.03	B - Excelente																																																																																																												
+ 0.02	C - Buenas			+ 0.01	C - Buena																																																																																																												
0.00	D - Promedio			0.00	D - Promedio																																																																																																												
- 0.03	F - Regulares			- 0.02	F - Regular																																																																																																												
- 0.07	F - Malas			- 0.04	F - Deficiente																																																																																																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">TOTAL</td> <td><b>19%</b></td> <td><b>0.19</b></td> <td><b>1</b></td> </tr> </tbody> </table>																		TOTAL			<b>19%</b>	<b>0.19</b>	<b>1</b>																																																																																										
TOTAL			<b>19%</b>	<b>0.19</b>	<b>1</b>																																																																																																												

Tiempo Observado (T<sub>o</sub>) =  $\frac{\text{Suma de totales}}{\text{Nº de ciclos}}$

Factor de Calificación W. H. = 1 + C

Tiempo Normal (T<sub>n</sub>) = Tiempo Observado x Factor de Calificación

Tiempo de Ciclo (T<sub>c</sub>) = Σ TIEMPOS NORMALES 3.89

Suplementos = 1 + % de Suplementos

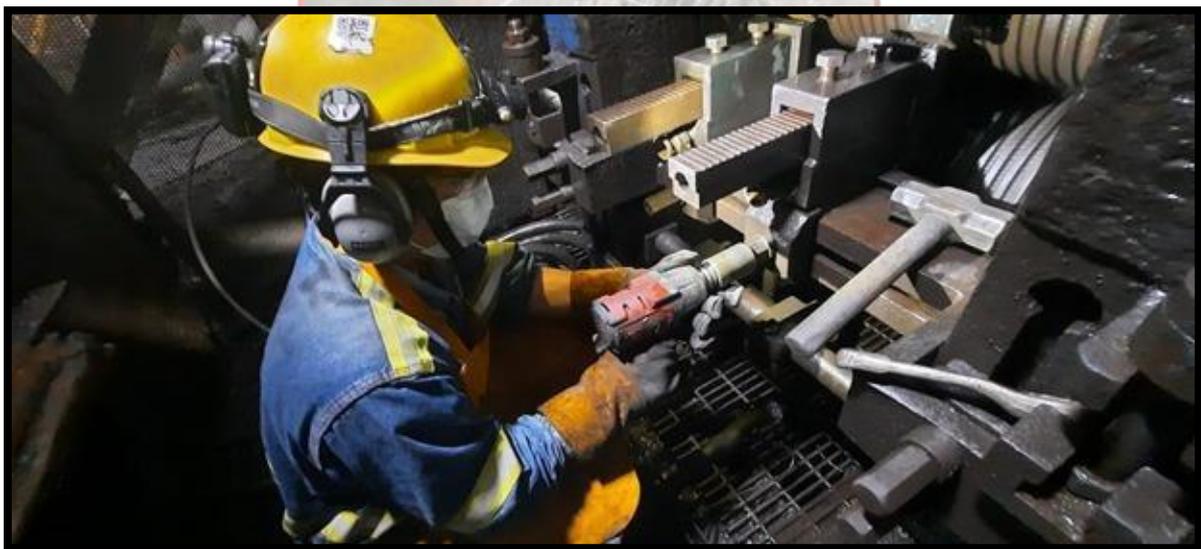
Tiempo Estándar (T<sub>e</sub>) = Tiempo Normal x Factor de Tolerancia (1+%Suplementos)

**T.O**

**T.N**

**T.E**

**ANEXO 07:**  
**PANEL FOTOGRÁFICO**





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, VARGAS SAGASTEGUI JOEL DAVID, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, asesor de Tesis titulada: "Estudio de trabajo para reducir el tiempo en paradas de rutina en el área laminado de una planta siderúrgica", cuyo autor es MACHADO TOLENTINO ANGEL MELQUISEDEC, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

CHIMBOTE, 20 de Julio del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
VARGAS SAGASTEGUI JOEL DAVID <b>DNI:</b> 17825517 <b>ORCID:</b> 0000-0003-0411-8164	Firmado electrónicamente por: VSAGASTEGUIJD el 26-07-2022 14:37:30

Código documento Trilce: TRI - 0356518