



Universidad César Vallejo

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**Aplicación del estudio del trabajo para mejorar la  
productividad en el mantenimiento preventivo de equipos  
HVAC, Lima, 2024.**

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

Ingeniero Industrial

**AUTORES:**

Menendez Bajaña, Jenniffer Fernanda ([orcid.org/0000-0003-2360-5590](https://orcid.org/0000-0003-2360-5590))

Rodriguez Garcia, Danny Daniel ([orcid.org/0000-0003-4220-0206](https://orcid.org/0000-0003-4220-0206))

**ASESOR:**

Mg. Bardales Suarez, Elmer Hugo ([orcid.org/ 0000-0001-8077-7343](https://orcid.org/0000-0001-8077-7343))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión Empresarial y Productividad

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA - PERÚ

2024

## Declaratoria de Autenticidad del Asesor



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, BARDALES SUAREZ ELMER HUGO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Aplicación del estudio del trabajo para mejorar la productividad en el mantenimiento preventivo de equipos HVAC, Lima, 2024.", cuyos autores son MENENDEZ BAJAÑA JENNIFFER FERNANDA, RODRIGUEZ GARCIA DANNY DANIEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 14%, 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.

LIMA, 08 de Agosto del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
BARDALES SUAREZ ELMER HUGO DNI: 41412061 ORCID: 0000-0001-8077-7343	Firmado electrónicamente por: EBARDALESS el 08- 08-2024 18:57:12

Código documento Trilce: TRI - 0855767

## Declaratoria de Originalidad de los autores



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, MENENDEZ BAJAÑA JENNIFFER FERNANDA, RODRIGUEZ GARCIA DANNY DANIEL estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Aplicación del estudio del trabajo para mejorar la productividad en el mantenimiento preventivo de equipos HVAC, Lima, 2024.", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Nombres y Apellidos	Firma
DANNY DANIEL RODRIGUEZ GARCIA DNI: 46825696 ORCID: 0000-0003-4220-0206	Firmado electrónicamente por: DRODRIGUEZG1 el 08-08-2024 21:02:39
JENNIFFER FERNANDA MENENDEZ BAJAÑA CARNET EXT.: 001143490 ORCID: 0000-0003-2360-5590	Firmado electrónicamente por: JMENENDEZB el 08- 08-2024 20:58:34

Código documento Trilce: TRI - 0855769

## Dedicatoria

Esta tesis es el resultado de muchos sacrificios y esfuerzos, pero sobre todo es el fruto de todo el amor y apoyo que ustedes nos han brindado a lo largo de este camino. Gracias por ser nuestra fuente de inspiración y por motivarnos a seguir adelante en los momentos más difíciles.

Dedicamos este trabajo a nuestros amores, con la esperanza de que algún día se sientan orgullosos de lo que hemos logrado y que sepan que todo lo que hacemos, lo hacemos pensando en su futuro y en brindarles una mejor vida.

Gracias por ser nuestros motores y motivos a lo largo de esta aventura que fue desarrollar nuestra tesis.

Con amor para nuestros hijos Valentina y Jonato.

## Agradecimiento

Queremos expresar nuestro sincero agradecimiento a todas las personas que de una forma u otra han contribuido a la realización de esta tesis:

A nuestros docentes por su orientación, paciencia y sabiduría durante todo el proceso de investigación. Sus consejos y sugerencias fueron fundamentales para el desarrollo de este trabajo.

Finalmente, dedico este logro a nuestra familia, por su inquebrantable apoyo, comprensión y amor incondicional. Gracias por estar siempre ahí, por creer en mí y por alentarme a perseguir mis sueños. ¡Gracias a todos!

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Declaratoria de autenticad del asesor.....	ii
Declaratoria de Originalidad de los autores.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento.....	v
Índice de contenidos.....	vi
Índice de tablas.....	vii
Índice de figuras.....	viii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. METODOLOGÍA.....	10
III. RESULTADOS.....	18
IV. DISCUSIÓN.....	25
V. CONCLUSIONES.....	30
VI. RECOMENDACIONES.....	31
REFERENCIAS.....	
ANEXOS	

## Índice de tablas

<a href="#">Tabla 1.</a> Pre test y post test eficiencia. ....	18
<a href="#">Tabla 2.</a> Pre test y post test eficacia .....	19
<a href="#">Tabla 3.</a> Pre test y post test productividad .....	20
<a href="#">Tabla 4.</a> Normalidad de eficiencia.....	22
<a href="#">Tabla 5.</a> Normalidad de eficacia .....	22
<a href="#">Tabla 6.</a> Normalidad productividad .....	22
<a href="#">Tabla 7.</a> Prueba de hipótesis de eficiencia .....	23
<a href="#">Tabla 8.</a> Prueba de hipótesis de eficacia. ....	23
<a href="#">Tabla 9.</a> Prueba de hipótesis de productividad. ....	24

## Índice de figuras

Figura 1. Análisis de eficiencia Pre test y Post test.....	18
Figura 2. Eficacia Pre test - Post test.....	20
Figura 3. Productividad Pre y Post test.....	21



## Resumen

La investigación titulada “Estudio del trabajo para mejorar la productividad en el mantenimiento preventivo de equipos HVAC, Lima, 2024”, tuvo como objetivo principal, determinar en qué medida el Estudio del Trabajo incrementa la productividad en el mantenimiento preventivo de equipos HVAC, Lima, 2024. Este objetivo se alineó al objetivo 9 de desarrollo sostenible, que busca la construcción de infraestructuras resilientes, fomentar una industrialización sostenible y promover la innovación. El diseño de investigación de este trabajo fue preexperimental. La población de este trabajo estuvo conformada por las actividades desarrolladas en el área de servicios de la HVAC, Lima, 2024, durante el año 2023, y por los 10 trabajadores que laboraron en el área. Se aplicó la técnica de observación directa de la misma manera que la variable de productividad, se consideró la técnica de observación directa, se utilizó el instrumento de ficha de cálculo de eficacia y la eficiencia y una ficha de movimientos y tiempos. Se concluyó que al comparar la productividad antes y después de la implementación del estudio del trabajo, se observó que mejora significativamente, logrando un aumento del 31.8%. Esta herramienta redujo el tiempo improductivo de los empleados y de los procesos.

Palabras clave: estudio del trabajo, productividad, eficiencia, eficacia.

## **Abstract**

The research titled “Study of Work to Improve Productivity in Preventive Maintenance of HVAC Equipment, Lima, 2024” aimed to determine the extent to which Work Study increases productivity in the preventive maintenance of HVAC equipment in Lima in 2024. This objective aligned with Sustainable Development Goal 9, which focuses on building resilient infrastructure, promoting sustainable industrialization, and fostering innovation. The research design was pre-experimental. The study population consisted of activities conducted in the HVAC service area in Lima in 2024 during the year 2023, and the 10 workers employed in that area. Direct observation was used as a technique, along with productivity as a variable. The research employed a calculation sheet for effectiveness and efficiency, as well as a movements and times sheet. The study concluded that comparing productivity before and after the implementation of the Work Study revealed a significant improvement, achieving a 31.8% increase. This tool reduced unproductive time for employees and processes.

Keywords: work study, productivity, efficiency, effectiveness

## I. INTRODUCCIÓN

A nivel global, los estudios se han enfocado en el impacto de las actividades laborales en la productividad de los empleados, esto ha llevado a una inversión sobre la implementación de técnicas que mejoren las actividades laborales. El estudio de trabajo, es una herramienta esencial para mejorar la eficiencia y la productividad en las organizaciones. Presenta herramientas que permiten identificar ineficiencias, optimizar procesos, reducir costos y mejorar el bienestar de los empleados, lo que, a su vez, contribuye significativamente al éxito y la competitividad de la empresa (Aponte, 2023, p. 22). Esto se relaciona directamente con el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) número 9, que tiene como meta construir infraestructuras resilientes, fomentar una industrialización sostenible y promover la innovación. En Colombia, Ashok (2019, p. 17) investiga el estudio del trabajo o conocido por sus siglas en inglés Work Study (WS), también denominado ingeniería de métodos, como un conjunto de técnicas aplicadas en procesos de producción o servicios en diferentes sectores. Este enfoque es fundamental ya que facilita la identificación de falencias dentro de los lugares de trabajo, lo cual puede maximizar la productividad al incrementar la eficiencia y la efectividad. Los procedimientos operativos, los tiempos de realización de los trabajos operacionales y el ineficiente uso de materiales e insumos en la construcción de un bien o prestación de un servicio (Yunez Delgado, 2020, p. 47). Por otra parte, un estudio de trabajo realizado a una empresa de calzado en Ecuador resultó en un incremento de la producción y la eficiencia en los procesos de fabricación, con el 5,49% de mejora en la productividad (Andrade, *et al.* 2019, p. 20). Estos resultados se repiten en empresas de otros rubros como el de mantenimiento el cual tiene una función clave en el cumplimiento de los objetivos de la organización, en una empresa ecuatoriana del sector del calzado que identificó problemas en su proceso de producción, especialmente un incremento en el desperdicio de calzado. Para abordar esta situación, se implementó el estudio del trabajo, lo que llevó a mejoras significativas en la productividad de la empresa, alcanzando un aumento del 5.49% en la eficiencia (Andrade *et al.*, 2019, p. 36). En el ámbito nacional, se han llevado a cabo investigaciones para analizar los efectos del estudio de métodos en la optimización de tiempos y movimientos en la ejecución de procesos o prestación de servicios, determinando mejoras importantes en la productividad (González y Patiño, 2020, p. 19). En los últimos 5 años, muchos

artículos científicos han registrado mejoras significativas en la productividad laboral post ejecución de la metodología de estudio del trabajo. Además, se han destacado herramientas y factores que facilitan un desarrollo más eficaz el estudio del trabajo (González y Patiño, 2020, p. 24). El progreso de la indagación se enfocó en la empresa de mantenimientos de equipos HVAC SAC, ubicada en Urb. Amauta San Juan de Miraflores, la empresa se dedica a brindar mantenimientos preventivos de equipos HVAC, en dicho proceso se ubica la problemática con el objetivo de incrementar el número de mantenimientos de equipos HVAC realizados en un menor tiempo posible, es por ello que se inició determinando las posibles causas por el cual la productividad es baja en dicha área y no hay mejoras desde el año 2023 a la fecha. Para lograr esto, se utilizaron herramientas de gestión tales como el diagrama de Ishikawa y el gráfico de Pareto para identificar las causas más críticas a abordar. Además, se analizó cómo la implementación, el diseño y la ejecución de la metodología del estudio de métodos podría llevar a una mejora significativa en la productividad del área de mantenimiento de equipos HVAC. El desarrollo de este estudio buscó lograr que empresa de mantenimientos de equipos HVAC, sea más competitiva en el mercado, cumpliendo con los estándares y lineamientos que le permitan no sólo tener un buen precio, sino también brindando un servicio de calidad mediante la implementación de las estrategias del estudio del trabajo para establecer estándares y mejorar la productividad del mantenimiento. En el escenario descrito y de los hallazgos identificados, se presenta la pregunta de investigación: ¿De qué manera la aplicación del estudio del trabajo mejora la productividad del mantenimiento preventivo de equipos HVAC, Lima, 2024? Como problemas específicos tenemos: ¿De qué manera la aplicación del estudio del trabajo mejora la eficiencia del mantenimiento preventivo de equipos, Lima, 2024?, ¿De qué manera la aplicación del estudio del trabajo mejora la eficacia del mantenimiento preventivo de equipos HVAC, Lima, 2024? Según Rivero (2021, p. 39), la justificación de la investigación se refiere a las razones por las cuales se lleva a cabo el estudio, considerando los efectos positivos que podría tener tanto para la sociedad como para la generación de nuevos conocimientos científicos. En términos de justificación teórica, según Rivero (2021, p. 37) explica la relevancia y el fundamento teórico del estudio en relación con el cuerpo de conocimiento existente. Este estudio se realizó con la finalidad de investigar cómo la aplicación del estudio de métodos puede mejorar la producción en la etapa de mantenimiento preventivo o conocido por sus siglas en inglés “PM” de equipos HVAC, optimizando el uso del

recurso humano. Además, sirve como referencia bibliográfica para investigaciones futuras aplicadas a empresas dedicadas al mantenimiento de equipos HVAC. También tuvo una justificación práctica, según La justificación práctica de una investigación expone la relevancia y aplicabilidad del estudio en contextos reales y prácticos (Rivero, 2021, p. 45). En este estudio se implementó el estudio del trabajo para lograr mejoras continuas en los métodos y tiempos de trabajo, lo que reduce el desperdicio y, por ende, mejora el desempeño de los trabajadores. La justificación económica según Rivero, (2021, p. 36) es la explicación de la viabilidad financiera y los beneficios económicos esperados del proyecto. En este trabajo se consideró viable la aplicación del estudio mediante un análisis correspondiente de costo/beneficios, y el incremento de la productividad post aplicación del estudio de trabajo. Finalmente, se consideró una justificación metodológica la cual busca que una investigación explique la elección y el uso de métodos y técnicas específicas para llevar a cabo el estudio (Rivero, 2021, p. 51), la justificación metodológica se justificó de esta manera al identificar oportunidades de mejora y diseñar una propuesta para aplicar el estudio del trabajo en el PM de equipos HVAC, con el objetivo de impactar positivamente en la productividad. De acuerdo con lo indicado, se plantea como objetivo general: Determinar de qué manera la aplicación del estudio del trabajo mejora la productividad del PM de equipos HVAC, Lima, 2024. Los objetivos específicos se describieron de la siguiente manera: Determinar de qué manera la aplicación del estudio del trabajo mejora la eficiencia del PM de equipos HVAC, Lima, 2024; Determinar de qué manera la aplicación del estudio del trabajo mejora la eficacia del PM de equipos, Lima, 2024. Se hizo una comprobación detallada de literatura en repositorios académicos a nivel mundial sobre el estudio de la labor y la eficiencia en universidades. Se hallaron documentos científicos y tesis que contienen los aspectos primordiales del estudio planteado. A nivel global, se reconocieron los siguientes precedentes relevantes. Así mismo, Harrington (2020, p. 21) sugirió aumentar la eficacia en el proceso de instalación y mantenimiento de equipos HVAC a través del estudio del empleo en una empresa del sector. Empleó el cursograma sinóptico y el cursograma analítico como instrumentos iniciales. Gracias a estos métodos, se estableció el tiempo estándar de operación del proceso y se elaboró un examen puntilloso para determinar una técnica adecuada para las actividades implicadas. Este planteamiento hizo visible un posible ahorro de aproximadamente 360 segundos y \$800 por mantenimiento. En conclusión, la aplicación de un sistema eficiente para las operaciones de montaje y mantenimiento

de aires acondicionados logró disminuir el tiempo de operación en unos 6 minutos, demostrando un ahorro importante en cotejo con el tiempo estándar actual del proceso de PM de estos equipos (52.44 minutos). Además, se observó una diferencia económica de \$800 por mantenimiento en comparación con el método anterior, lo que beneficia las utilidades de la empresa. Con 20 mantenimientos preventivos diarios, este ahorro se traduce en un beneficio adicional de \$16,000. Andrade y Del Rio (2019, p. 13), implementaron el estudio del trabajo (WS) puede incrementar significativamente la productividad y mejorar la eficiencia de una empresa durante el proceso de producción. La población considerada fueron los procesos desarrollados en una industria de fabricación de calzado. Se usó un diagrama de causa-efecto junto con la técnica de las 6M, se continuó a normalizar las tareas mediante un diagrama de actividades de trabajo y un esquema de procesos bimanuales. Finalmente, el tiempo de trabajo se determinó con una encuesta cronometrada. Determinaron en sus resultados que la distribución del trabajo no era equitativa en ninguna de las áreas. Para abordar estos problemas, se asignaron tareas de una estación a otra. Se determinó que la correcta ejecución de las técnicas de gestión incrementa la productividad y la eficiencia en el proceso productivo, resultando en un incremento del 5.49% en la producción. De igual forma, Kumar, *et al* (2020, p. 15) exploran la aplicación de estudios de tiempo y movimiento para obtener una mejor productividad, aplicando la prueba de Wilcoxon para comprobar los datos. En este estudio, se realizaron estudios de tiempo y movimiento para identificar áreas de mejora en una línea de producción específica a una población de las actividades desarrolladas en el segundo trimestre del año 2019. Se aplicó la observación y cuestionario, mediante el uso de instrumentos de la ficha de observación y guía de cuestionario. En los resultados se determinó que la prueba de Wilcoxon comparó los tiempos de producción eficiencia tanto antes de haber aplicado el estudio, como luego de la intervención. Determinando que en pre test la intervención fue de 120 minutos por unidad, y en el post test este tiempo se redujo a 90 minutos por unidad. La prueba de Wilcoxon reveló un valor p de 0.003, indicando que la reducción en los tiempos de producción era estadísticamente significativa. La reducción en el tiempo de producción condujo a un incremento del 33.33% en la productividad. Los resultados demostraron que las técnicas basadas en el WS, cuando se evaluaron con métodos estadísticos rigurosos, podían llevar a mejoras significativas en la eficiencia operativa. Concluyendo que este incremento del 33.33% en la productividad subraya el impacto

positivo de aplicar técnicas de optimización del trabajo en la industria manufacturera. También Choque. (2021, p. 58) analizaron un documento científico que analiza la aplicación del estudio de la tarea en la producción de barriles con anchoas, con la finalidad de aumentar la eficiencia. El investigador estudió los períodos de duración de las tareas en el sector de corte. Emplearon instrumentos como el gráfico de movimientos y registros de duración, lo que les permitió determinar acciones y duraciones estándar para cada trabajador mediante el análisis de duración y el gráfico de movimientos. Esto proporcionó indicadores sobre el balance de líneas y la cantidad de balanzas para mitigar cuellos de botella. Resultó un aumento del 12.50% en la productividad y una disminución del tiempo de 15.18 minutos por panera. El estudio de Rivera (2022, p. 48) planteó encontrar con el objetivo de averiguar la manera en la que el WS perjudica la productividad. Se implementó la observación y mediante el instrumento de fichas de recolección de datos. Se determinó que la eficacia varió entre un mínimo del 72.68% y un máximo del 96.24%, con un promedio de 84.32% y una mediana de 85.09%. Se concluyó que hubo una mejora gradual en la entrada de unidades autorizadas al centro de servicio, lo cual contribuyó al aumento en la cantidad de vehículos atendidos y mejoró la eficacia operativa. De igual manera Ur et al. (2019, p. 72), ejecutaron un estudio con el objetivo obtener mejoras en la productividad en la empresa de hidrocarburos. La población fue determinada por los trabajadores del área y el método de observación mediante ficha de recolección de datos. Determinaron un incremento del 36% en la productividad promedio de los equipos después de desarrollar los estudios de tiempos, aunque difiere en el valor exacto del incremento debido a la brevedad del período de medición posterior. Concluyendo que existe una tasa de variación post aplicación de WS en el proceso de producción. Para Valdivieso et al. (2019, p. 31), realizó un estudio con el objetivo de mejorar la rentabilidad de YBS HIDRAULIC S.A.C. mediante siete mejoras en los procesos de Ventas y Gestión de Almacén en 2019, utilizando el ciclo de calidad de Deming y herramientas como Diagramas de Flujo y Diagramas SIPOC. Estas mejoras resultaron en un incremento del 55.39% en las utilidades, un ROA de 11.93% (incremento del 36.15%), un ROE de 12.33% (incremento del 36.24%), y una reducción del 19% en el tiempo de gestión de pedidos, demostrando el impacto positivo del ciclo de calidad de Deming en la rentabilidad económica de la empresa. Así mismo se consideraron los siguientes trabajos como antecedentes nacionales, Colina, et al. (2021, p. 21) propusieron establecer los tiempos estándar necesarios

para ejecutar eficientemente un proceso de montaje. A través de la verificación de acontecimientos problemáticos similares, se determinó que los estándares de tiempo en una línea de producción deben ser uniformizados. Estos estándares facilitaron la creación de modelos precisos basados en datos empíricos del proceso, lo que ayudó a desarrollar un cronograma de actividades optimizado. Otro estudio es el de Aponte (2023, p. 17) realizó una investigación en una compañía metalúrgica situada en el Callao, con la finalidad de analizar cómo la aplicación del Análisis de Tareas impactó en la eficiencia en los procedimientos de reemplazo del fondo y techo durante la conservación de depósitos de combustibles. Antes de la ejecución de este análisis, la eficiencia en la conservación de depósitos de combustibles era del 59,82%, aumentando al 74,79% tras la implementación del Análisis de Tareas. La investigación se distinguió por ser práctico, descriptivo, empírico y numérico. Con anterioridad a la ejecución del Análisis de Tareas, la eficacia en los procedimientos de reemplazo del fondo y techo en la conservación de depósitos de combustibles era del 71,42%, incrementándose a 81,14% con posterioridad. De igual forma, la efectividad en estos procedimientos era del 83,69% antes de la ejecución y se elevó notablemente a 92,17% tras aplicar el análisis. En síntesis, la ejecución del Análisis de Tareas generó un aumento del 14,97% en la productividad, un incremento del 9,12% en la eficacia y un aumento del 8,47% en la efectividad. Estos resultados son equiparables con los logrados por Carpio y Quispe (2021, p. 19) en su investigación realizada en RTM Cold Service S.A.C., donde analizaron cómo el Análisis de Tareas optimiza la productividad en el PM mediante una investigación de tipo pre-experimental. El análisis de datos se realizó con SPSS V.26, tanto descriptiva como inferencial. Los resultados mostraron mejoras significativas: eficiencia se incrementó al 85.021%, la eficacia alcanzó un 83.510%, y la productividad llegó al 70.743%, con reducción de tiempos, eliminación de actividades improductivas y mayor puntualidad en los servicios entregados. Finalmente, Castro y García (2019, p. 32) en Soluciones Informáticas G&M, realizó una investigación con la finalidad de validar cómo la aplicación del análisis de tareas optimiza la eficiencia en el servicio de conservación preventiva en Soluciones Informáticas G&M, Ate, durante 2020. El análisis se basó en la verificación de tareas, centrándose en el examen de procedimientos, duración estándar y eficacia, teniendo en cuenta las dimensiones de efectividad y gastos de conservación. La estructura del análisis fue de tipo práctico, con un esquema pre experimental de nivel descriptivo. La muestra analizada comprendió 650 sistemas informáticos, de los



cuales se escogió un grupo de 244 sistemas repartidos en 25 grupos durante 10 períodos antes y 10 períodos después de la intervención. La información recopilada en hojas de registro fue examinada utilizando el programa informático SPSS versión 24. Los resultados logrados demuestran que la aplicación del análisis de tareas optimizó notablemente la eficacia del servicio de conservación preventiva de sistemas, elevándose de 5.95 a 7.22, y consecuentemente mejorando la efectividad del 76.28% al 92.39%. Seguidamente, se redactan los conocimientos teóricos y prácticos que sustentan el trabajo realizado. Se examinan y justifican los fundamentos teóricos: teorías, conceptos, reglamentos, normas u otros ámbitos relacionados que sustentan la aplicación práctica. Según la Organización Internacional del Trabajo (OIT, 1998), el análisis de tareas es un enfoque metódico que se usa para examinar y optimizar procedimientos, con el objetivo de obtener una mayor efectividad en la designación de recursos y establecer reglas de desempeño. El objetivo es establecer los medios por los cuales se realiza una tarea, modificar el procedimiento operativo para evitar esfuerzos y utilización de recursos innecesarios o excesivos, y establecer el tiempo estándar para llevar a cabo la tarea. El contenido esencial de trabajo se define como el número de esfuerzo requerido para producir un bien o servicio, medido en horas de trabajo o horas de máquina (OIT, 1998). El análisis de procedimientos se fundamenta en ocho etapas: escoger la tarea a analizar y delimitar sus fronteras, documentar los datos pertinentes y recoger información adicional, analizar críticamente cómo se ejecuta la tarea, determinar el procedimiento más adecuado y eficaz con la colaboración de los participantes, valorar las alternativas de procedimiento nuevo comparando gastos y eficacia, especificar claramente el nuevo procedimiento y presentarlo a los interesados, aplicar el nuevo procedimiento como práctica habitual y formar a los usuarios, y supervisar su implementación y establecer protocolos para evitar el regreso a procedimientos antiguos. Según la misma fuente, la evaluación del trabajo sirve para investigar, disminuir y erradicar el tiempo improductivo en operaciones, permitiendo separarlo del tiempo productivo para identificar sus causas y reducirlo eficazmente. Asimismo, se emplea para fijar duraciones estándar de realización y detectar desviaciones de estos parámetros en caso de periodos no productivos. Además, Niebel y Freivalds (2014, p. 36) describen el análisis de tareas como una estrategia para incrementar la eficiencia por unidad de tiempo o disminuir el valor por planta de producción, esto quiere decir, optimizar la eficacia. Palacios (2009, p. 33), por su parte, define el análisis de duraciones con temporizador como la

determinación del lapso necesario para ejecutar una tarea determinada por una persona capacitada trabajando a ritmo habitual, utilizando este resultado como duración estándar para la operación mediante la expresión matemática descrita en el [Anexo 9](#). Además, señala que calcular el tiempo normal de cada elemento, también se puede realizar mediante la fórmula descrita en el [Anexo 9](#). Para determinar la duración estándar por unidad, se multiplica la duración estándar de cada componente por la frecuencia por unidad y luego se agregan las consecuencias. Según Durán (2007, p. 41), este procedimiento requiere que el examinador acuda al sitio de trabajo y registre el lapso que una persona invierte en ejecutar una tarea, generalmente utilizando un temporizador. Esta tarea puede estar integrada por varias operaciones, y cuando una operación se repite, se considera que se ha completado un ciclo. Por otro lado, Noriega y Díaz (1998, p. 111) explican que el método de evaluación implica comparar la velocidad de ejecución de un operario con la referencia mental de un trabajador modelo que tiene el examinador. Este proceso implica calificar el desempeño y la complejidad de las operaciones observadas. Los baremos de evaluación se emplean para corregir los factores externos que inciden en la velocidad de ejecución, garantizando así una valoración apropiada como se muestra en el [anexo 8](#). Optimizar la eficiencia no se limita únicamente a hacer las cosas de manera más eficiente, sino a priorizar las actividades adecuadas. En el [anexo 8](#) se mencionan los factores clave que deben ser el centro de atención para las organizaciones. Los elementos internos se pueden categorizar en rígidos (no fácilmente modificables) y flexibles (más propensos a alteración), lo cual facilita determinar qué elementos son más susceptibles a la intervención y cuáles necesitan inversiones monetarias y estructurales más considerables (Prokopenko, 1989, p. 133). Kanawaty (1996, p. 62) describe la eficiencia como la proporción entre la producción y los recursos, aplicable a organizaciones, sectores económicos o economías completas, utilizada para calificar la efectividad en la obtención de productos a partir de recursos dados. Chase, Jacobs y Aquilano (2009, p. 17) consideran la eficiencia como un indicador esencial para evaluar cómo se aprovechan los recursos disponibles en operaciones comerciales. Puede evaluarse de forma parcial, multivariable o integral, dependiendo de si se examina la proporción entre la generación y un solo recurso, un conjunto de recursos o todos los recursos. Heizer y Render (2015, p. 19) afirman que la eficiencia implica convertir eficazmente recursos en productos y servicios. La efectividad en esta conversión determina la eficiencia, calculada como la proporción entre la generación

y los factores generadores como la mano de obra y el patrimonio. Es esencial para la administración de operaciones optimizar esta proporción. Por otro lado, García (2011, p. 25) resalta que, aunque los términos eficacia, eficiencia y productividad a menudo se utilizan indistintamente, tienen significados precisos. La eficacia se refiere al uso óptimo de los recursos asignados en la generación durante un lapso determinado, mientras que la eficiencia se refiere al logro exitoso de objetivos establecidos. La productividad, en cambio, se basa en aprovechar eficazmente todos los factores de generación, para mejorar la productividad implica perfeccionar los medios actuales de generación de productos y servicios sin necesidad de grandes inversiones en patrimonio o cambios onerosos en infraestructura. Requiere el uso combinado de métodos técnicos y administrativos para lograr resultados adecuados con igual o menor esfuerzo. Esto implica una responsabilidad y contribución de los trabajadores, y las utilidades resultantes deben repartirse igualitariamente en sus remuneraciones, mejores ingresos y menos coste para los usuarios. Para definir la productividad, se plantea una técnica que no solo calcule la ineficacia, sino que además defina sus causas mediante indicadores cuantitativos. Es primordial entender que la productividad total se obtiene realizando labores según el más adecuado tiempo estándar posible, estudiando cualquier tiempo complementario como sobrante (Cruelles, 2015, p. 30). Este dictamen numérico autoriza acercarse al origen oculto de la ineficacia y aplicar controles de corrección efectivos. De la misma forma, se determinó la hipótesis general: El WS mejora la productividad del PM de equipos HVAC, Lima, 2024. Y con ello, se plantearon las siguientes hipótesis específicas: El estudio del trabajo mejora la eficiencia del PM de equipos HVAC, Lima, 2024. El estudio del trabajo mejora la eficacia del PM de equipos HVAC, Lima, 2024.

## II. METODOLOGÍA

La presente investigación fue de tipo aplicada, caracterizada por tener objetivos prácticos específicos. Se llevó a cabo con la intención de intervenir, transformar, modificar o implementar cambios en un área particular de la realidad (Valderrama, 2015, p. 14). El estudio se sustentó en el análisis y la examinación de posibles soluciones para tratar el problema relacionado a la productividad baja en el PM de los equipos de HVAC. Según su enfoque, es una investigación cuantitativa para el desarrollo del trabajo. Velásquez y Rey (2013, p. 27) indican que el enfoque cuantitativo está basado en la recaudación de información mediante escalas numéricas, lo que permite su análisis estadístico a diferentes niveles de cuantificación. En consonancia con este enfoque, la investigación adoptó un método explicativo causal. Además, se estableció que el alcance del estudio era explicativo, dado que ofreció una explicación detallada de la problemática y de las variaciones en la productividad tras la implementación del estudio. Así mismo el diseño de la investigación fue preexperimental, según Valderrama (2015, p. 28), refiere que se le llama preexperimental, cuando no es factible emplear el diseño experimental verdadero, sin embargo, se busca la alteración de una de las variables de estudio, como se señala en el diagrama del diseño ([Anexo 8](#)). La definición conceptual de la variable estudio del trabajo (WS) se entiende como la base fundamental de la indagación, la cual incluye test estructurado de los métodos utilizados para llevar a cabo las funciones (Machacuay y Vílchez, 2022, p. 19). Así mismo su definición operacional determina el tiempo estándar multiplicando el tiempo promedio de los trabajos por el porcentaje de descanso. El tiempo normal se calcula al ajustar el tiempo observado con el factor de desempeño, que refleja el rendimiento esperado. Cuando el trabajo se descompone en varios elementos, el tiempo estándar se obtiene totalizando los tiempos de todos los elementos y añadiendo el porcentaje de descanso. Además, el tiempo de ciclo se calcula sumando el tiempo de trabajo con el tiempo de descanso. (Machacuay y Vílchez, 2022, p. 16). Las dimensiones del estudio de trabajo fueron el estudio de tiempos y el estudio de movimientos relacionados a las actividades ejecutadas. El estudio de movimientos plantea un enfoque sistemático y detallado que comprende la observación, análisis y optimización de las acciones físicas realizadas por los empleados en un entorno laboral o de producción. Y el estudio de tiempos, busca identificar y eliminar movimientos innecesarios, lo que

mejora la eficiencia y la seguridad en las tareas (Machacuay y Vílchez, 2022, p. 27). Esta técnica se utiliza en la gestión de operaciones para evaluar y medir el tiempo requerido por un trabajador para ejecutar una tarea específica o un conjunto de actividades relacionadas (Machacuay y Vílchez, 2022, p. 19). La definición conceptual de la variable productividad determina que es la óptima utilización de todas las variables de producción, especialmente los críticos y fundamentales, durante un ciclo específico (García, 2011, p. 11). La definición operacional la define como el producto resultante de la multiplicación entre la eficacia y la eficiencia (García, 2011, p. 13). Estas dimensiones se consideraron para el estudio; la eficiencia sostiene que requiere en primer lugar lograr resultados deseados; sin ellos, la eficiencia no existe, además, implica minimizar el uso de recursos (Contreras, 2018, p. 22). La eficacia según Contreras (2018, p. 21) explica que se determina comparando la producción real de un proceso con su potencial. Sin embargo, no aborda directamente la eficiencia, que se asocia a la cantidad de recursos principales para obtener esa producción. La operacionalización de las variables se indica mediante la Tabla de Operacionalización de las variables ([Anexo 1](#)). Según, Toma y Rubio (2019, p. 39), la población se describe como el total de todas las unidades individuales que poseen características o factores importantes para un estudio particular. En este caso, la población abarcó las actividades realizadas en el proceso de ejecución de los trabajos de PM de equipos HVAC durante el año 2023, sumando un total de 543 servicios de mantenimiento. Los criterios utilizados contemplan los días hábiles en los que se lleva a cabo el desarrollo de PM de los equipos HVAC. Los criterios de exclusión no consideran los datos atípicos referidos a los mantenimientos preventivos de equipos HVAC que no reflejan el nivel de productividad en condiciones normales. Según Córdova (2013, p. 27), una muestra es una porción específica seleccionada de la población mediante una técnica de muestreo, ya sea probabilística o no probabilística. El propósito de esta selección es examinar una característica particular y luego extrapolar los hallazgos a la población total. La muestra estuvo compuesta por un total de 56 servicios realizados en el lapso de 12 meses del año 2023, aplicando la fórmula de población limitada ([Anexo 9](#)) en base a los registros tomados con una frecuencia diaria y consolidada mensualmente haciendo. Y el muestreo fue probabilístico, considerando en este trabajo de investigación, la unidad de estudio son los servicios de mantenimiento realizados. Los criterios de inclusión abarcan aquellos procesos de prestación de servicios realizados en el año 2023. Los criterios de exclusión se aplican a los servicios

de mantenimiento no realizados durante el año 2023. Según Méndez (2013, p. 29), las técnicas de recolección de datos son procedimientos empleados para obtener información. En este contexto, la observación se define como el protocolo estructurado de usar los sentidos para recoger los datos necesarios para abordar un problema de investigación. Para este estudio, se empleó la técnica de observación científica, que facilitó la identificación de datos pertinentes directamente relacionados con el problema de investigación (Quezada, 2010, p. 14). Quezada (2010, p. 17) explica los instrumentos de recolección de datos como una herramienta que los investigadores emplean para acercarse a los hechos y recolectar información sobre ellos. En la presente investigación, se usó como herramienta la ficha de recolección de datos de tiempos y movimientos ([Anexo 2](#)), y la ficha de medición de eficiencia y eficacia ([Anexo 2](#)). Estos instrumentos fueron aprobados por catedráticos con el grado de maestro de la UCV, con el objetivo de recolectar información necesaria con datos numéricos enlazados con las variables de estudio del trabajo y productividad, tal como se especifica en el [Anexo 3](#). Los procedimientos realizados parten con la elaboración de un diagrama de Ishikawa ([Anexo 8](#)), detallando las problemáticas identificadas según la clasificación de las 6M, además se detalló el análisis pre test de la productividad en la empresa de mantenimientos de equipos HVAC. En el diagrama de Ishikawa ([Anexo 8](#)) se ha determinado que el personal no realiza los registros de tiempos de mantenimiento, tampoco cuenta con una capacitación apropiada para la realización de las actividades, respecto de la maquinaria, los equipos presentan defectos y algunos están obsoletos. Los métodos de trabajo no se han estandarizado, no cuenta con un DAP y un DOP. Referente a la medición, hay un retraso en la emisión de orden de trabajo, el control es deficiente y no hay indicadores de gestión. Sobre los materiales se presentan atrasos en el aprovechamiento de repuestos, y faltan materiales. Finalmente, sobre el medio ambiente laboral, se ha identificado que el almacenamiento de repuestos, es temporal e improvisado, hay desorden en el almacén de repuestos y un adecuado almacenamiento como tal. En base a las problemáticas identificadas en el estudio, se ha elaborado una matriz de Vester ([Anexo 8](#)), asignando una letra a cada una de las problemáticas señaladas, lo que permitió determinar la frecuencia de los mismos. En la matriz de Vester se establece la magnitud de la influencia de las razones sobre el problema, con el fin de desarrollar posteriormente el diagrama de Pareto, se elaboró el cálculo del diagrama de Pareto ([Anexo 8](#)). Del diagrama de Pareto se deduce que las causas principales incluyen los

equipos presentan defectos y algunos están obsoletos, los métodos de trabajo no se han estandarizado, el personal no cuenta con una capacitación apropiada, no cuenta con un DAP y un DOP. Luego de determinar la actual situación del proceso en el PM de equipos HVAC que realiza la empresa, se aplicó el Estudio de Trabajo sobre el proceso de prestación de servicio. Para ello se hicieron uso de las fichas de análisis de recorrido del DAP pre y post ([Anexo 7](#)). Así mismo se llevó a cabo el estudio de tiempos ([Anexo 7](#)) tanto pre como post, en los que se determinó, en el Pre Test, se evaluaron los tiempos de operación antes de la aplicación de la ingeniería de métodos, desglosando el proceso en cinco elementos de trabajo con un tiempo observado total de 56 minutos. Se aplicó un factor de desempeño y un tiempo de suplementación del 15%, resultando en un tiempo estándar de 64.25 minutos, mayor que el tiempo observado, lo que resaltó la importancia de ajustar por desempeño y contemplar pausas. Y en el Post test tras aplicar la ingeniería de métodos, se observó una reducción significativa en los tiempos, con un tiempo observado total de 49 minutos y un tiempo estándar de 57.96 minutos. Las mejoras optimizaron la eficiencia, simplificaron tareas y redujeron el impacto de pausas, demostrando la efectividad de la ingeniería de métodos para mejorar la productividad. Para ejecutar el procedimiento de este trabajo se solicitó un consentimiento informado a la empresa de equipos HVAC ([Anexo 4](#)) y las autorizaciones tanto de la universidad como de la institución para llevar a cabo la ejecución del proyecto de investigación ([Anexo 6](#)), luego de ello se aplicó el WS, identificando áreas de mejora en la asignación de recursos, tiempos de ejecución y calidad del servicio mediante la aplicación de instrumentos de estudio de trabajo ([Anexo 7](#)). El investigador se comprometió a respetar los derechos de autor, garantizar la precisión de los resultados obtenidos, asegurar la confiabilidad de la información y salvaguardar la identidad de los involucrados en el presente estudio. El documento fue revisado con el software Turnitin, obteniendo un porcentaje de similitud por debajo del umbral establecido por la universidad ([Anexo 5](#)). Se analizó cómo la aplicación del estudio de trabajo afectó la eficacia del PM de los equipos HVAC en Lima. Se realizaron dos fases de evaluación: un pretest entre enero y junio de 2023 y un post test entre julio y diciembre de 2023, revelando una mejora del 11.1% en la eficacia, como se muestra en el [Anexo 7](#). Además, se examinó el impacto de la implementación en la productividad del PM de los equipos HVAC en Lima. La comparación entre el pretest y el post test mostró un incremento del 31.8% en la productividad, según lo especificado en el [Anexo 7](#). Luego de los exámenes pre test y post test, se realizó la

contrastación de la hipótesis, basados en pruebas de normalidad de los datos de la eficiencia y eficacia eficiencia tanto antes de haber aplicado el estudio, como luego de la intervención. La propuesta de mejora considera el estudio de trabajo, así como el estudio de movimientos y tiempos. El estudio de tiempos y movimientos son importantes para la optimización de servicios de mantenimiento por muchas razones que son importantes. Primero, permite identificar ineficiencias en la ejecución de tareas al analizar cómo se llevan a cabo, lo que facilita la eliminación o modificación de actividades innecesarias y mejora la eficiencia operativa. Esta optimización de procesos reduce el tiempo y los recursos necesarios, lo que a su vez disminuye los costos asociados con la mano de obra y optimiza el uso de herramientas y equipos, reduciendo así el gasto en materiales y equipos de mantenimiento. Además, el estudio de tiempos y movimientos contribuye a una planificación más eficiente al permitir programar las intervenciones de mantenimiento de manera que se minimicen los tiempos de inactividad y se maximice el uso de los equipos. Esto incrementa la capacidad total de mantenimiento, ya que el personal puede realizar más tareas en menos tiempo. La mejora en la productividad se traduce también en una mayor consistencia en la calidad del servicio, ya que establece estándares claros para la ejecución de tareas, ayudando a mantener un nivel constante de calidad y reduciendo el riesgo de errores. Otro aspecto importante es la mejora en la seguridad. Al analizar los movimientos y tiempos, se pueden identificar y mitigar riesgos asociados con procedimientos ineficientes o inseguros, además de facilitar una mejor formación del personal en prácticas seguras y eficientes. El estudio también permite el desarrollo de indicadores de desempeño que ayudan a medir la efectividad y eficiencia del personal de mantenimiento, ofreciendo datos valiosos para comparar el rendimiento con estándares o con otras organizaciones. En la implementación se seleccionó un área específica del proceso que requería optimización, se estableció un equipo interdisciplinario que incluyeron ingenieros industriales, supervisores de línea y operadores clave. Inicialmente, se realizaron observaciones exhaustivas del proceso en su estado actual para comprender las operaciones individuales y la secuencia de actividades. Se registraron meticulosamente cada paso del proceso, desde la llegada de los materiales hasta la finalización del producto final. Después, se realizó un estudio de movimiento para analizar cada movimiento físico realizado por los operadores. Se identificaron movimientos innecesarios, redundancias y posibles mejoras ergonómicas. Cada movimiento crítico fue registrado y evaluado para determinar la



forma más eficiente de realizarlo. Simultáneamente, se realizó un estudio de tiempo utilizando cronómetros y cronógrafos para medir con precisión la duración de cada actividad y subactividad del proceso ([Anexo 9](#)), partiendo de la calibración del cronómetro ([Anexo 9](#)). Estos datos se recopilaron en fichas de tiempo, donde se registraron los tiempos estándar para cada operación clave. Las fichas de tiempo ([anexo 7](#)) no solo documentaron los tiempos medidos, sino que también sirvieron como referencia para calcular los tiempos predeterminados estándar ( $T_m$ ) y los tiempos permitidos ( $T_p$ ) según el método de trabajo actualizado. Estos cálculos fueron fundamentales para establecer metas de producción más realistas y efectivas. Finalmente, con base en los datos recopilados y el análisis realizado, se formularon recomendaciones específicas para optimizar el proceso. Estas recomendaciones incluyeron la reorganización de estaciones de trabajo, la eliminación de pasos redundantes, la introducción de herramientas ergonómicas y la implementación de métodos de trabajo estandarizados basados en los nuevos tiempos estándar calculados. Se precisó de qué manera la aplicación del WS mejoró la eficiencia del PM de equipos HVAC, Lima. Para ello se consideraron los tiempos estándar, los tiempos programados, la cantidad de mantenimientos preventivos ejecutados y programados. Realizando un pretest sobre los periodos de enero a junio del 2023 y un post test durante los periodos de julio a diciembre del 2023, determinando una mejora en la eficiencia del 9.8% como se indica en el [Anexo 7](#). Esta mejora se reflejó de manera significativa en diversos aspectos de la operación. La empresa logró optimizar los métodos de trabajo, lo que resultó en un aumento considerable de la productividad y una reducción en los tiempos de ejecución de las tareas. Una de las principales mejoras se centró en la estandarización de procedimientos. Antes de la implementación, las tareas de mantenimiento se realizaban de manera inconsistente, dependiendo en gran medida de la experiencia y criterio individual de los técnicos. Con la metodología del estudio de trabajo, se establecieron procedimientos claros y precisos para cada tipo de mantenimiento, lo que permitió que todos los técnicos siguieran un mismo estándar. Esto no solo mejoró la calidad del servicio, sino que también redujo los errores y la necesidad de retrabajos. Otra mejora clave fue la optimización de la distribución del trabajo. Anteriormente, la asignación de tareas no estaba bien organizada, lo que provocaba tiempos muertos y esperas innecesarias. Con el estudio del trabajo, se pudo analizar detalladamente la carga de trabajo de cada técnico, lo que llevó a una redistribución más equitativa y eficiente de las tareas.

Esto resultó en una mayor utilización del tiempo de los técnicos y una reducción en los tiempos de inactividad. Además, se implementaron mejoras en la gestión de materiales y herramientas. Antes del estudio, los técnicos a menudo perdían tiempo buscando las herramientas o materiales necesarios para cada tarea. Tras analizar estos procesos, se introdujeron cambios en la organización y disposición de los materiales, estableciendo puntos de acceso más estratégicos y asegurando que todo el equipo necesario estuviera disponible en el lugar y momento adecuados. Esto minimizó las interrupciones durante el trabajo y contribuyó a una ejecución más fluida de las tareas de mantenimiento. También se revisaron y mejoraron los métodos de comunicación dentro del equipo de trabajo. La falta de una comunicación efectiva había sido identificada como un factor que contribuía a retrasos y malentendidos. Con la nueva metodología, se implementaron protocolos de comunicación más claros y se promovió el uso de herramientas digitales para el seguimiento de tareas y la comunicación en tiempo real entre los técnicos y los supervisores. Esto facilitó la coordinación y permitió una respuesta más rápida a cualquier inconveniente que surgiera durante el proceso de mantenimiento. Respecto a los recursos administrativos, esta investigación consideró los recursos necesarios, tanto monetarios como no monetarios, así como el financiamiento requerido para su desarrollo. En cuanto a los recursos no monetarios, se incluyó el aporte humano de los estudiantes Jennifer Fernanda Menéndez Bajaña y Danny Daniel Rodríguez García, quienes participaron en el estudio sin costo alguno, resultando en un gasto total de S/ 0,00 para su colaboración durante cinco meses. Se contrató a terceros para la validación de instrumentos, con un costo de S/ 100,00 por unidad y un total de tres unidades, acumulando S/ 300,00. En la categoría de equipos y bienes duraderos, se utilizaron el software SPSS y Microsoft Excel, ambos sin costo, sumando un total de S/ 0,00. Para los pasajes y viáticos, se destinó un total de S/ 500,00, considerando un costo unitario de S/ 100,00 por mes durante cinco meses. Los materiales empleados incluyeron hojas bond, lapiceros y lápices, con un gasto total de S/ 34,00. Respecto a los recursos monetarios, los estudiantes mencionados tuvieron un costo de S/ 500,00 por mes durante cinco meses, lo que resultó en un total de S/ 2.500,00 por cada uno, es decir, S/ 5.000,00 en total. Los servicios de terceros, como Internet, agua, luz, copias e impresiones, sumaron un total de S/ 1.206,50. El costo de la depreciación de laptops alcanzó los S/ 950,00. Los pasajes, durante cuatro meses, tuvieron un costo total de S/ 1.400,00. En cuanto a los materiales, el total de gastos fue de S/ 159,00,

abarcando lápices, lapiceros, hojas bond y cuadernos. El financiamiento de todos estos recursos fue asumido por la autora del estudio. El gasto total en recursos no monetarios ascendió a S/ 1.666,50, mientras que los recursos monetarios sumaron S/ 4.648,00. Así, el financiamiento propio cubrió en su totalidad el costo total del estudio, que fue de S/ 6.226,50. Se aplicó un método de análisis de datos basado en un estudio estadístico descriptivo, según Valderrama (2015, p. 27), este estudio emplea tablas de frecuencias, presentando tanto las frecuencias absolutas como acumuladas, así como las frecuencias porcentuales y acumuladas mediante el uso gráficos e histogramas. Además, se llevó a cabo un análisis inferencial que incluyó una prueba de normalidad utilizando el estadístico de Shapiro-Wilk (SW) para verificar si la distribución de la variable dependiente en la población seguía una distribución normal. Posteriormente, se aplicó una prueba de hipótesis para evaluar si la muestra provenía de una población con distribución normal, aplicando la prueba T de Student o Wilcoxon. Los principios éticos del estudio se basaron en las directrices establecidas por la UCV, de acuerdo con la Resolución del Consejo Universitario N°0403-2021/UCV (2021). Se aplicaron principios éticos de beneficencia, autonomía, justicia y no maleficencia, donde la beneficencia busca maximizar los beneficios y minimizar los daños para los participantes. Los participantes en este estudio deben estar plenamente informados sobre los posibles beneficios y riesgos. El principio de autonomía establece que los participantes deben expresar su deseo de participar en la investigación de manera informada y con comprensión.

### III. RESULTADOS

#### Análisis descriptivo

Se determinó que la implementación del WS contribuye a un aumento significativo en la eficiencia del PM de equipos HVAC en Lima durante el año 2024. Este hallazgo se basa en un análisis comparativo realizado previamente, y luego de ejecutar el estudio, cuyos resultados se presentan detalladamente en la [Tabla 1](#). La comparación entre los datos obtenidos realizado previamente, y luego de ejecutar el desarrollo del estudio permite observar claramente el impacto positivo de las nuevas estrategias implementadas en la eficiencia operativa.

Tabla 1. Pre test y post test eficiencia

Escenario	Mes	Horas hombre programadas	Horas hombre utilizadas	% Utilización de mano de obra	Eficiencia
Pre - test	Ene-23	48,000.0	56,570.0	84.9	84.1
	Feb-23	46,080.0	55,898.0	82.4	
	Mar-23	51,840.0	60,571.0	85.6	
	Abr-23	44,160.0	54,316.0	81.3	
	May-23	49,920.0	59,126.0	84.4	
	Jun-23	48,000.0	55,753.0	86.1	
Pos - test	Jul-23	46,080.0	50,576.0	91.1	92.4
	Ago-23	49,920.0	53,760.0	92.9	
	Set-23	49,920.0	54,620.0	91.4	
	Oct-23	49,920.0	53,926.0	92.6	
	Nov-23	48,000.0	51,575.0	93.1	
	Dic-23	44,160.0	47,293.0	93.4	

**Mejora 9.8%**

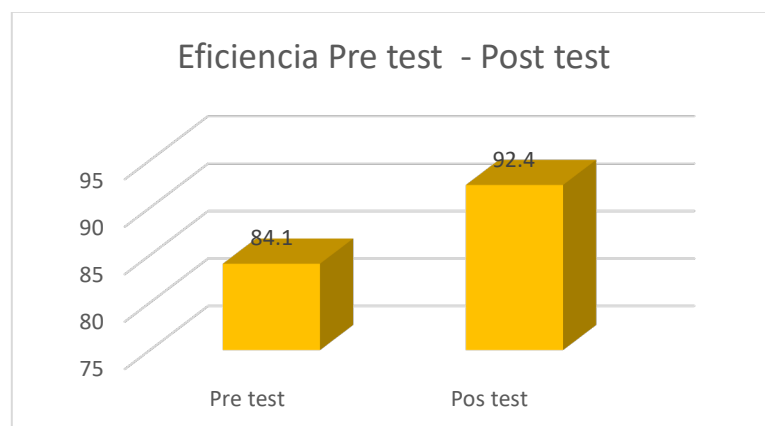


Figura 1. Análisis de eficiencia Pre test y Post test

La [tabla 1](#) muestra una comparación entre dos períodos, el Pre Test y el Post Test, en cuanto a la utilización de horas hombre y eficiencia laboral. En el período pre-test, de enero a junio de 2023, se registraron horas hombre programadas y utilizadas con porcentajes de utilización de mano de obra que variaron entre 81.3% y 86.1%, con una eficiencia promedio de 84.1%. En contraste, durante el período post-test, de julio a diciembre de 2023, la utilización de horas hombre mejoró, con porcentajes que oscilaron entre 91.1% y 93.4%, y una eficiencia promedio aumentó a 92.4%. La mejora del 9.8% en la eficiencia reflejó que las intervenciones implementadas tuvieron un efecto positivo notable, contribuyendo a una optimización significativa en la gestión de recursos humanos y un aumento en la eficiencia operativa general. En la [Tabla 1](#), se presentó un análisis detallado de la evolución de la productividad realizado previamente, y luego de ejecutar el estudio de trabajo en las actividades de mantenimiento de la empresa HVAC. Esta tabla mostró claramente una variación del 9.8%, indicando una mejora sustancial en la eficiencia operativa tras la implementación del estudio.

Se estableció cómo la implementación del WS mejoró la eficacia del PM de equipos HVAC en Lima en 2024. Este análisis se basó en una comparación entre los resultados obtenidos realizado previamente, y luego de ejecutar el estudio de trabajo, tal como se detalla en la [Tabla 2](#).

Tabla 2. Pre test y post test eficacia

Escenario	Mes	Mantenimientos preventivos programados	Mantenimientos preventivos ejecutados	% Mantenimientos preventivos ejecutados	Eficacia
Pre - test	Ene-23	56.0	65.0	86.2	83.6
	Feb-23	53.0	62.0	85.5	
	Mar-23	59.0	70.0	84.3	
	Abr-23	50.0	60.0	83.3	
	May-23	55.0	67.0	82.1	
	Jun-23	52.0	65.0	80.0	
Pos - test	Jul-23	62.0	67.0	92.5	92.9
	Ago-23	68.0	73.0	93.2	
	Set-23	68.0	73.0	93.2	
	Oct-23	67.0	73.0	91.8	
	Nov-23	65.0	70.0	92.9	
	Dic-23	60.0	64.0	93.8	
				<b>Mejora</b>	<b>11.1%</b>

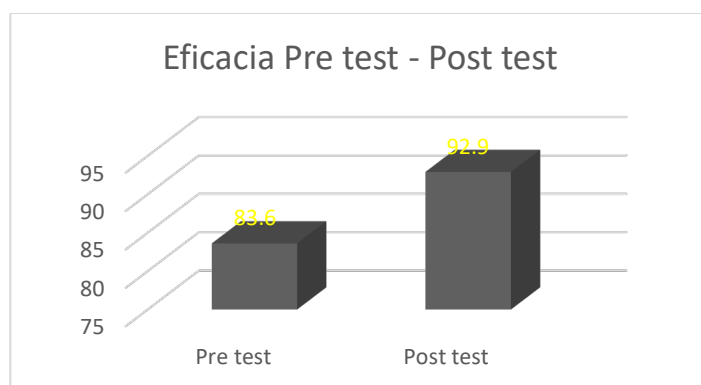


Figura 2. Eficacia Pre test - Post test

La [tabla 2](#) se compararon los resultados de mantenimientos preventivos programados y ejecutados realizado previamente, y luego de ejecutar el estudio. Durante el período pre-test, de enero a junio de 2023, la proporción de mantenimientos preventivos ejecutados respecto a los programados varió entre 80.0% y 86.2%, con una eficacia promedio de 83.6%. En contraste, durante el período post-test, de julio a diciembre de 2023, la proporción de mantenimientos ejecutados mejoró significativamente, alcanzando entre 91.8% y 93.8%, y la eficacia promedio se elevó a 92.9%. Esta mejora del 11.1% en la eficacia indica que las intervenciones implementadas aumentaron la efectividad en la realización de mantenimientos preventivos, optimizando la gestión de estos procesos y logrando un mejor cumplimiento de los objetivos programados. En la [Tabla 2](#), se detalló la evolución de la eficacia en el pre test y el post test, luego de implementar el estudio de trabajo, en las actividades de mantenimiento de la empresa HVAC, con una variación de 11.1%, determinando una mejora en la eficacia.

Se determinó de qué manera la aplicación del WS mejora la productividad del PM de equipos HVAC, Lima, 2024; partiendo de un análisis pre y post test del desarrollo del estudio de trabajo, como se señala en la [tabla 3](#).

Tabla 3. Pre test y post test productividad

Escenario	Mes	Número de mantenimientos preventivos ejecutados	Hora hombre utilizadas	Rendimiento de la mano de obra	Productividad
Pre - test	Ene-23	56.0	56570.0	0.000990	0.000949
	Feb-23	53.0	55898.0	0.000948	
	Mar-23	59.0	60571.0	0.000974	
	Abr-23	50.0	54316.0	0.000921	
	May-23	55.0	59126.0	0.000930	
	Jun-23	52.0	55753.0	0.000933	

Pos - test	Jul-23	62.0	50576.0	0.001226	0.001251
	Ago-23	68.0	53760.0	0.001265	
	Set-23	68.0	54620.0	0.001245	
	Oct-23	67.0	53926.0	0.001242	
	Nov-23	65.0	51575.0	0.001260	
	Dic-23	60.0	47293.0	0.001269	

**Mejora 31.8%**

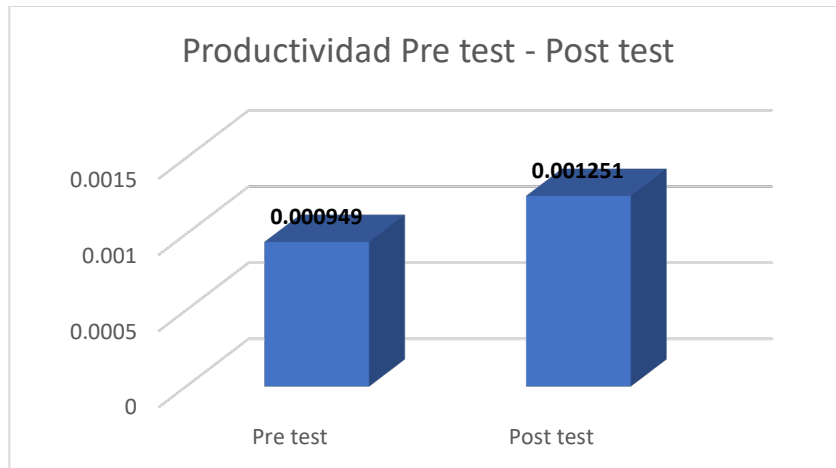


Figura 3. Productividad Pre y Post test

En la [tabla 3](#) se detalla el período pre-test, que abarcó de enero a junio de 2023, la rentabilidad de la fuerza laboral y la productividad se mantuvieron relativamente constantes. El rendimiento promedio fue de 0.000933 y la productividad promedio fue de 0.000949. El número de mantenimientos preventivos ejecutados varió entre 50 y 59, con un rango de horas hombre utilizadas de aproximadamente 54,316 a 60,571. En el período post-test, que cubrió de julio a diciembre de 2023, se observó una mejora significativa en ambos indicadores. El rendimiento de la mano de obra aumentó a un promedio de 0.001260, y la productividad alcanzó un promedio de 0.001251. Esta mejora del 31.8% en la productividad fue consecuencia del incremento en el número de mantenimientos preventivos ejecutados (62 a 68) y la reducción en las horas hombre utilizadas. La eficiencia general del proceso mejoró considerablemente, reflejando el éxito de las estrategias implementadas para optimizar el uso de tiempo y recursos. Además en la [Tabla 3](#), se detalló la evolución de la productividad en el pre test y el post test, luego de implementar el estudio de trabajo, en las actividades de mantenimiento de la empresa HVAC, con una variación de 31.8%, determinando una mejora en la productividad.

## Análisis inferencial

### Contrastación de la Hipótesis

#### Prueba de normalidad

Tabla 4. Normalidad de eficiencia

	Kolmogórov-Smirnov			SW		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Eficiencia Antes	.249	12	.200	.818	12	.084
Eficiencia Después	.264	12	.200	.853	12	.165

En la [Tabla 4](#), se estableció mediante la prueba de SW que los datos relativos a la eficiencia tanto antes de haber aplicado el estudio, como luego de la intervención exhibieron un valor  $p$  superior a 0.05. Esto sugirió que los datos no se ajustaban a una distribución paramétrica. Como resultado, se decidió utilizar la prueba de hipótesis de Wilcoxon para llevar a cabo el análisis estadístico.

Tabla 5. Normalidad de eficacia

	Kolmogórov-Smirnov			SW		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Eficacia Antes	.226	12	.200	.909	12	.000
Eficacia Después	.205	12	.200	.935	12	.000

En la [Tabla 5](#), se estableció a través de la prueba de SW que los datos relacionados con la eficacia, tanto antes como después de la intervención, mostraron un valor  $p$  superior a 0.05. Esto indicó que los datos no seguían una distribución paramétrica. En consecuencia, se optó por aplicar la prueba de hipótesis de Wilcoxon para realizar el análisis pertinente.

Tabla 6. Prueba de normalidad de productividad

	Kolmogórov-Smirnov			SW		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Productividad Antes	.208	12	.000	.003	12	.000
Productividad Después	.207	12	.000	.001	12	.000



En la [Tabla 6](#), se identificó a través de la prueba de SW que los datos relativos a la productividad, tanto antes como después de la intervención, mostraron un valor  $p$  menor a 0.05. Esto evidenció una distribución paramétrica de los datos. En consecuencia, se procedió a aplicar la prueba de hipótesis T de Student para llevar a cabo el análisis correspondiente.

### Prueba de Hipótesis

Ha: La implementación del WS incrementa la eficiencia en el PM de equipos HVAC en Lima, 2024.

Ho: La implementación del WS no incrementa la eficiencia en el PM de equipos HVAC en Lima, 2024.

Tabla 7. Prueba de hipótesis de eficiencia

	Eficiencia_Después – Eficiencia_Antes
Z	-,101 <sup>b</sup>
Sig. asintót. (bilateral)	.031

En la [Tabla 7](#), se mostró un valor de un valor  $p$  (significancia) por debajo de 0.05, lo que resultó en el rechazo de la hipótesis nula y la aceptación de la hipótesis alternativa. Esto demostró que la aplicación del WS produjo una mejora notable en la eficiencia del PM de equipos HVAC en Lima durante el año 2024.

Ha: La implementación del WS incrementa la eficacia en el PM de equipos HVAC en Lima, 2024.

Ho: La implementación del WS no incrementa la eficacia en el PM de equipos HVAC en Lima, 2024.

Tabla 8. Prueba de hipótesis de eficacia

	Eficacia_Después – Eficacia_Antes
Z	-3,303 <sup>b</sup>
Sig. asintót. (bilateral)	.001

En la [Tabla 8](#), se presentó un valor de un valor  $p$  (Sig) inferior a 0.05, lo que llevó al rechazo de la hipótesis nula y a la aceptación de la hipótesis alternativa. Este hallazgo

evidenció que la implementación del WS tuvo un efecto positivo en la mejora de la eficacia del PM de equipos HVAC en Lima durante el año 2024.

Ha: La implementación del WS aumenta la productividad en el PM de equipos HVAC en Lima, 2024.

Ho: La implementación del WS no incrementa la productividad en el PM de equipos HVAC en Lima, 2024.

Tabla 9. Prueba de hipótesis de productividad

Productividad_Antes – Productividad_Despues	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior			
	-0.2346	0.1463	0.0375	-0.3302	-0.1479	-6.2650	12.0000	0.0000

En la [Tabla 9](#) se presentó el análisis de la prueba de hipótesis sobre el impacto de la implementación del WS (Work Study) en la productividad del mantenimiento preventivo (PM) de equipos HVAC en Lima durante 2024. Las hipótesis planteadas fueron: la hipótesis alternativa (Ha) afirmando que la implementación del WS aumenta la productividad, y la hipótesis nula (Ho) que sostiene que no hay un incremento en la productividad. Los resultados muestran una diferencia media de -0.2346 en la productividad antes y después de la implementación del WS, con una desviación típica de 0.1463 y un error estándar de la media de 0.0375. El intervalo de confianza del 95% para la diferencia se sitúa entre -0.3302 y -0.1479, indicando que la diferencia real es negativa. El valor t obtenido es -6.2650 con 12 grados de libertad y el valor p asociado es 0.0000, significativamente menor que el nivel de significancia de 0.05. Esto sugiere que la diferencia observada no es debida al azar. Dado que el valor p es menor que 0.05, se rechaza la hipótesis nula (Ho) y se acepta la hipótesis alternativa (Ha). Por lo tanto, se concluye que la implementación del WS ha llevado a una mejora significativa en la productividad del mantenimiento preventivo de equipos HVAC en Lima en 2024.

#### IV. DISCUSIÓN

En relación con el objetivo general del estudio, se logró establecer cómo la implementación del WS impactó positivamente en la productividad del PM de equipos en Lima durante el año 2024. De acuerdo con Según Abramova y Grishchenko (2020, p. 76), la eficiencia productiva se describe como la proporción entre los insumos empleados en un proceso de manufactura y los resultados alcanzados. En este estudio, se utilizó la prueba T de Student para evaluar los datos, la cual arrojó un valor de un valor  $p$  (Sig.) menor a 0,05 en los datos comparativos entre el test de productividad eficiencia tanto antes de haber aplicado el estudio, como luego de la intervención. Esto resultó en la desestimación de la hipótesis nula y en la aceptación de la hipótesis alternativa, confirmando que el WS contribuyó a una mejora significativa en la productividad del PM de equipos HVAC en Lima, en el año 2024. En este caso la productividad mejoró en un 31.8%. Esto concuerda con los hallazgos de Ur et al. (2019, p. 72), quienes observaron un aumento del 36% en la productividad promedio de la máquina después de la implementación del estudio de tiempos, aunque difiere en el valor exacto del incremento debido a la brevedad del período de medición posterior. Aponte (2023, p. 17) llevó a cabo una investigación en una empresa metalmeccánica ubicada en el Callao, con el objetivo de analizar cómo la aplicación del WS incrementó la productividad en los procesos relacionados con el cambio de fondo y techo durante el mantenimiento de tanques de hidrocarburos. Antes de implementar el estudio, la productividad en estos procesos de mantenimiento era del 59,82%. Sin embargo, tras la implementación del estudio, la productividad aumentó significativamente, alcanzando un 74,79%. Previamente, la eficiencia era del 71,42%, y luego subió al 81,14%. La eficacia alcanzaba el 83,69% antes del estudio, y después mejoró al 92,17%. Con la implementación del WS, la productividad aumentó en un 14,97%, la eficiencia en un 9,12%, y la eficacia en un 8,47%. Además, se vincula con el estudio de Valdivieso *et al.* (2019, p. 31), donde la implementación de mejoras propuestas llevó a una mejora del 21.13% en la eficiencia en comparación con el pretest, gracias a la reducción del ciclo en la línea de producción de 0.33 min/kg a 0.3 min/kg, una disminución del 9.10%. Así mismo Colina, et al. (2021, p. 21) propusieron establecer los tiempos estándar necesarios para ejecutar eficientemente un proceso de montaje. A partir del análisis de situaciones problemáticas similares, se concluyó que los estándares de tiempo en una línea de montaje deben ser uniformizados. Estos

estándares facilitaron la creación de modelos precisos basados en datos empíricos del proceso, lo cual contribuyó al desarrollo de un cronograma de actividades optimizado. Por otro lado, Alvis y Sotelo (2019, p. 16) llevaron a cabo una investigación con el propósito de aplicar una regresión lineal para prever el comportamiento de diversas variables. En su estudio, estos autores utilizaron un modelo de regresión lineal múltiple para analizar y describir la relación entre la cantidad de toneladas transportadas por hora y tres variables específicas: la distancia del maderero, la carga transportada y la inclinación del terreno. Adicionalmente, el análisis de movimientos dentro del estudio incluyó la creación de un diagrama que ilustra las secuencias presentes en un ciclo determinado. De la misma manera, Carpio y Quispe (2021) llevaron a cabo una investigación en RTM Cold Service S.A.C. para evaluar el impacto del estudio de trabajo en la productividad del PM. Utilizando un diseño pre-experimental, se anotaron la cantidad de servicios de mantenimiento eficiencia tanto antes de haber aplicado el estudio, como luego de la intervención a lo largo de 14 días. Utilizaron la técnica de observación directa no participante, complementada con fichas de observación, para llevar a cabo un análisis exhaustivo de los tiempos, la eficiencia, la eficacia y la productividad. El análisis estadístico realizado con SPSS versión 26 reveló mejoras significativas: la eficiencia aumentó al 85.02%, la eficacia al 83.51%, y la productividad al 70.74%. Estas mejoras se tradujeron en la reducción de tiempos, eliminación de actividades improductivas y mayor puntualidad en los servicios entregados. Por otro lado, Castro y García (2019) llevaron a cabo una investigación en Soluciones Informáticas G&M para evaluar cómo el estudio de trabajo influye en la productividad del servicio de PM. Utilizando un diseño pre experimental de nivel explicativo, se centraron en el estudio de métodos y tiempo estándar, así como en la eficiencia y costos de mantenimiento como dimensiones de productividad. La muestra incluyó 244 equipos de cómputo seleccionados de una población total de 650 equipos, distribuidos en 25 equipos durante 10 semanas eficiencia tanto antes de haber aplicado el estudio, como luego de la intervención. Los datos recolectados fueron analizados con SPSS versión 24. Los resultados mostraron un incremento significativo en la productividad del servicio de PM, aumentando de 5.95 a 7.22, y mejorando la eficiencia del 76.28% al 92.39%. Alvis y Sotelo (2019, p. 16) llevaron a cabo un estudio utilizando regresión lineal con el objetivo de predecir el comportamiento de distintas variables. En su análisis, se enfocaron en examinar la relación entre toneladas transportadas por hora y tres variables específicas: la

distancia del maderero, la carga transportada, y la pendiente del terreno. Además, llevaron a cabo un estudio de movimientos que incluyó un diagrama representando las secuencias en un ciclo específico. En resumen, el estudio de trabajo se presentó como una herramienta eficaz para reducir el tiempo improductivo de los empleados y mejorar la eficiencia en sus tareas. Sobre el primer objetivo específico, se determinó la manera en que la aplicación del WS mejoró la eficiencia del PM de equipos HVAC, Lima, 2024. Andrade y del Rio (2019, p. 13) sostienen que la eficiencia constituye un aspecto crucial para las empresas, pues evalúa los resultados obtenidos en relación con los recursos empleados para lograrlos. Este concepto puede calcularse considerando la proporción entre el tiempo efectivamente utilizado y el tiempo planificado para las actividades. En la siguiente investigación, se concluyó que la prueba de Wilcoxon se aplicó a los datos obtenidos del test de eficiencia tanto antes como después de la implementación, obteniendo un valor  $p$  de 0,05. Como resultado, se aceptó la hipótesis alternativa y se rechazó la hipótesis nula, lo que permitió determinar que la ejecución del WS logró una mejora en la eficiencia del PM de equipos HVAC en Lima, 2024. En este estudio, la eficiencia experimentó un incremento del 9.8%. Estos resultados son consistentes con los hallazgos de Andrade y Del Rio (2019, p. 13), quienes demostraron en su investigación que la implementación de métodos de gestión productiva, como el WS, puede aumentar la eficiencia de una empresa durante su proceso productivo, lo que a su vez conlleva un incremento en la productividad. En el caso específico de la empresa de servicios analizada, se observó un aumento del 5.49% en la producción después de la implementación del WS. Estos resultados coincidieron también con el estudio de Rivera (2022, p. 48), quien evaluó la eficiencia a lo largo de tres periodos anuales y registró un aumento del 61.93% al 67.57% de eficiencia en solo 10 meses de actividad, confirmando así los beneficios observados en un corto plazo de estudio. Se identificaron en los estudios mencionados y los resultados de esta investigación, coincidencias recurrentes en el incremento de la productividad y la aplicación del estudio de trabajo, lo que rectifica la posición del estudio.

En relación con el segundo objetivo específico, se examinó cómo la implementación del WS impactó la mejora de la eficacia en el PM de equipos en Lima durante el año 2024. Según Andrade y Del Rio (2019), la eficacia se define por la capacidad de una empresa para alcanzar los objetivos establecidos al inicio de sus operaciones, lo que implica comparar los resultados obtenidos con los resultados planificados. Para realizar esta

evaluación, se empleó la prueba de Wilcoxon con un valor  $p$  de 0.05 para analizar los datos recolectados eficiencia tanto antes de haber aplicado el estudio, como luego de la intervención del estudio. Los resultados revelaron un valor  $p$  estadístico ( $\text{Sig} < 0.05$ ), aceptando la hipótesis alternativa. Como resultado, se concluyó que la implementación del WS produjo un aumento significativo en la eficacia del PM de equipos HVAC en Lima durante el año 2024. En este caso la eficacia mejoró en un 11.1%. Esto concordó con los resultados descritos por Rivera (2022, p. 48), quien encontró que, en 2021, la eficacia varió entre un mínimo del 72.68% y un máximo del 96.24%, con un promedio de 84.32% y una mediana de 85.09%. Como resultado, se observó una mejora gradual en la entrada de unidades autorizadas al centro de servicio, Esto resultó en un aumento en el número de vehículos atendidos, lo que a su vez favoreció el incremento en la eficacia operativa general. En el análisis de un artículo académico, se aplicó el WS para acrecentar la productividad de barriles de anchovetas. El autor llevó a cabo un examen detallado de los tiempos de ejecución de las operaciones en el área de corte, utilizando esta área como muestra representativa. Utilizó herramientas como el diagrama bimanual y registros de tiempos para analizar los movimientos y establecer tiempos estándar para cada operador. Estos métodos proporcionaron información sobre el equilibrio de líneas y la cantidad de balanzas para mitigar posibles cuellos de botella. En consecuencia, se registró un incremento de productividad el 12.50% y una reducción de la duración de 15.18 minutos por barril. (Choque., 2021, p .23). De la misma manera otro estudio como el de Kumar, *et al* (2020, p. 15) exploran la aplicación de estudios de tiempo y movimiento con el objetivo acrecentar los ingresos de la empresa, se realizaron estudios de tiempo y movimiento para identificar áreas de mejora en una línea de producción específica a una población de las actividades desarrolladas en los meses de marzo abril y mayo del 2019. Se utilizó la técnica de observación y cuestionario, empleando herramientas como la ficha de observación y la guía de cuestionario. Los resultados mostraron que la prueba de Wilcoxon se aplicó para comparar los tiempos de producción eficiencia tanto antes de haber aplicado el estudio, como luego de la intervención. Se encontró que, en el pre-test, el tiempo de producción era de 120 minutos por unidad, mientras que, en el post-test, se redujo a 90 minutos por unidad. El valor  $p$  obtenido de 0.003 en la prueba de Wilcoxon indicó que esta reducción en los tiempos de producción era estadísticamente significativa. Esta disminución en el tiempo de producción resultó en un aumento del 33.33% en la productividad. Los resultados demostraron que las técnicas basadas en el WS, cuando

se evaluaron con métodos estadísticos rigurosos, podían llevar a mejoras significativas en la eficiencia operativa. Concluyendo que este incremento del 33.33% en la productividad subraya el impacto positivo de aplicar técnicas de optimización del trabajo en la industria manufacturera. Se pudo inferir una similitud, entre los resultados hallados en este estudio y los resultados de los autores descritos, mejorando la productividad.

## **VI. CONCLUSIONES**

Se estableció cómo la aplicación del estudio del trabajo (WS) incrementó la productividad en el PM de equipos HVAC en Lima durante 2024. Se llevó a cabo una comparación entre los niveles de productividad eficiencia tanto antes de haber aplicado el estudio, como luego de la intervención de dicho estudio, observando una mejora significativamente, logrando un aumento del 31.8%. Esta herramienta redujo el tiempo improductivo de los empleados y de los procesos, permitiendo un desempeño más efectivo en las labores de cada trabajador.

Fue posible determinar de qué manera la aplicación del estudio del trabajo (WS) mejoró la eficiencia del PM de equipos HVAC, Lima, 2024; identificando una mejora en la eficiencia, con un incremento 9.8%. Además de cambios positivos en la ejecución de actividades que agregan valor, contribuyendo directamente a mejorar la productividad.

Se logró determinar de qué manera la aplicación del estudio del trabajo (WS) mejora la eficacia del PM de equipos, Lima, 2024, logrando una mejora de la eficacia, con un incremento del 11.1%. Las actividades que agregan valor se mejoraron y contribuyeron directamente a mejorar la productividad.



## VII. RECOMENDACIONES

Los directivos de la empresa de PM de equipos HVAC, Lima, 2024 deben implementar un monitoreo regular de todas las funciones hechas en el desarrollo de prestación de servicios para asegurar la continuidad de la implementación del Estudio de Trabajo. Según Choque (2021, p. 39), la implementación de un monitoreo sistemático y regular de las actividades operativas es esencial para mantener la efectividad de los métodos de trabajo establecidos.

Para mejorar el incremento de la productividad, sería beneficioso considerar la implementación de un proceso de control y medición sobre el cumplimiento de las actividades realizadas en la prestación del servicio, midiendo los tiempos y los procesos. Esto se reafirma por Carpio y Quispe (2021, p. 19) quienes destacan que el control riguroso y la medición precisa de los procesos son elementales para el avance continuo y el incremento de la productividad. La medición de tiempos y procesos permite identificar ineficiencias y áreas de mejora.

La aplicación de la metodología Estudio de Trabajo ha demostrado mejorar la productividad en la empresa PM de equipos HVAC, Lima, 2024, por lo tanto, los directivos deben considerar la implementación de un programa de adquisición de inventario para mantener equipos actualizados para la mejora de tiempos en la prestación de servicios. Según Carpio y Quispe (2021, p. 23) la actualización y mantenimiento adecuado de equipos no solo facilita la implementación eficiente del Estudio de Trabajo, sino que también contribuye a la mejora continua en los tiempos de prestación de servicios.

## REFERENCIAS

ANDRADE, J. y DEL RIO, A. (2019). Aumento de la productividad y eficiencia en el proceso de producción en una empresa de calzado en Ecuador. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000300083>.

APONTE, L. (2023). Implementación del estudio del trabajo para incrementar la productividad en los procesos de cambio del fondo y techo en el mantenimiento de tanques de hidrocarburos en una Empresa metalmecánica en el Callao, 2023. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniería Industrial, Universidad Privada del Norte]. <https://hdl.handle.net/11537/35245>

ASHOK, R. (2019). Estudio del trabajo: ingeniería de métodos en procesos de producción y servicios. <https://link.springer.com/article/10.1007/S42114-019-00121-8>.

HARRINGTON, D. *Work Study and Productivity: A Comprehensive Guide*. International. Canadá, 2020. <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/10579/T08252.pdf?sequence=5>

CARPIO, C. y QUISPE, L. (2021). Estudio de trabajo para mejorar la productividad en el área de mantenimiento de RTM Cold Service S.A.C, Lima, 2021. [Tesis de Ingeniería Industrial, Universidad César Vallejo]. <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/10579/T08252.pdf?sequence=5>

CARRASCO, S. (2017). Metodología de la investigación científica. 2ª ed. Editorial San Marcos E.I.R.L.

CASTRO, J. y GARCÍA, D. (2019). Estudio del trabajo para la mejora de la productividad del servicio de mantenimiento preventivo en Soluciones Informáticas G&M, Ate, 2019. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniería Industrial, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/92787>

CHASE, R. B., JACOBS, F. R., & AQUILANO, N. J. (2009). *Operations Management for Competitive Advantage* (11th ed.). New York: McGraw-Hill Education. <https://dspace.scz.ucb.edu.bo/dspace/bitstream/123456789/14455/1/10117.pdf>

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

[http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-159X2021000100317&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-159X2021000100317&script=sci_arttext)

COLINA, R. Establecimiento de tiempos estándar para procesos de montaje. 2021.

<https://www.proquest.com/docview/2388305245/fulltextPDF/756587635A0B4643PQ/42?acc>

CONTRERAS, A. Eficiencia y Eficacia en la Productividad. Santiago: Editorial de Ciencias Sociales. 2018. <http://hdl.handle.net/10757/625600>

CÓRDOVA, I. (2013). El proyecto de investigación cuantitativa. Editorial San Marcos E.I.R.L. <https://sbiblio.uandina.edu.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=28225>

CRUELLES, S. (2015). Metodología para el Diagnóstico de la Productividad. Buenos Aires: Editorial de Gestión Empresarial.

DURÁN, F. (2011). Ingeniería de Métodos: Globalización: Técnicas para el Manejo Eficiente de Recursos en Organizaciones Fabriles, de Servicios y Hospitalarias. Universidad de Guayaquil. <http://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/9197>

GARCÍA, J. (2011). Eficiencia, Eficacia y Productividad en la Práctica. Madrid: Editorial Empresarial. <https://w.revistaespacios.com/a19v40n22/19402216.html>

GEORGE KANAWATY (1998). Introducción al Estudio del Trabajo. Organización Internacional del Trabajo. <https://agris.fao.org/search/en/providers/122621/records/647396aa3ed73003714cdea>

GONZÁLES, J. y PATIÑO, M. (2020). Efectos del estudio del trabajo en la optimización de tiempos y movimiento <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/25784>

HEIZER, J., & RENDER, B. (2015). Operations Management (11th ed.). Boston: Pearson Education.

[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=jVlwSsVHUfAC&oi=fnd&pg=PA2&dq=HEIZER,+J.%2B+RENDER,&ots=FrB65S4p3z&sig=08\\_dpvW8w3nZbByboj7fhxO3i9Q](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=jVlwSsVHUfAC&oi=fnd&pg=PA2&dq=HEIZER,+J.%2B+RENDER,&ots=FrB65S4p3z&sig=08_dpvW8w3nZbByboj7fhxO3i9Q)

HERNÁNDEZ-SAMPIERI, R. y MENDOZA, C. (2018). Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V.

<https://www.academia.edu/download/64591365/Metodolog%C3%ADvestigaci%C3%B3n.%20Rutas%20cuantitativa,%20cualitativa%20y%20mixta.pdf>

KANAWATY, G. (1996). Introducción al Estudio del Trabajo. 4ª ed. Organización Internacional del Trabajo.

<https://agris.fao.org/search/en/providers/122621/records/647396aa3ed73003714cdea>

MÉNDEZ, C. (2013). Metodología. Diseño y Desarrollo del proceso de investigación con énfasis en Ciencias Empresariales. 2ª ed. Editorial Limusa, S.A. de C.V., 2013, 357 pp. <https://repository.urosario.edu.co/items/8adaa61d-b1e1-496f-be45-d10e9b84683e>

NIEBEL, B. W., & FREIVALDS, A. (2014). Methods, Standards, and Work Design (13th ed.). New York: McGraw-Hill Education.

[https://books.google.com/books/about/Niebel\\_s\\_Methods\\_Standards\\_Work\\_Design.html?id=VSAiAAAAQBAJ](https://books.google.com/books/about/Niebel_s_Methods_Standards_Work_Design.html?id=VSAiAAAAQBAJ)

NORIEGA, J., & DÍAZ, M. (1998). Valoración del Trabajo y Escalas de Ritmo. México: Editorial de Ciencias Sociales. [http://www.spentamexico.org/v12-n3/A25.12\(3\)405-422.pdf](http://www.spentamexico.org/v12-n3/A25.12(3)405-422.pdf)

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO (OIT). (1998). Estudio del Trabajo. Ginebra: OIT. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7494320>

PALACIOS, J. (2009). Estudio de Tiempos con Cronómetro. Madrid: Editorial Técnica. <https://fdiazca.files.wordpress.com/2020/06/ingeniericc81a-de-mecc81todos-movimientos-y-tiempos.pdf>

PROKOPENKO, J. (1989). Productivity Management. Geneva: International Labour Office. <https://shorturl.at/SICZO>

QUEZADA, R. (2010). Instrumentos para la Recolección de Datos en Investigación. Bogotá: Editorial Científica. <https://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/14229>

RIVERA, J. (2022). Efecto del estudio del trabajo en la productividad en el mantenimiento de vehículos. [https://repositorio.esan.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12640/3051/2022\\_MAGE\\_2019-1\\_02\\_TI.pdf?sequence=1](https://repositorio.esan.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12640/3051/2022_MAGE_2019-1_02_TI.pdf?sequence=1)

RIVERO, M., MENESES, P., GARCÍA, J., ANÍBAL, R. y ZEVALLOS, E. (2021). Metodología de la investigación. Perú: Editorial Universitaria Universidad Nacional Hermilio Valdizán. <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/download/7622/11558?inline=1>

TOMA, J. y RUBIO, J. (2019). Estadística Aplicada - Segunda Parte. 3ª ed. Perú: Universidad del Pacífico. <https://econpapers.repec.org/bookchap/paibookup/08-06.htm>

UR, D. et al. (2019). Mejora de la productividad en la empresa de hidrocarburos mediante estudio de tiempos. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/35245>

VALDERRAMA, S. (2015). Pasos para elaborar proyectos y tesis de investigación científica. 2ª ed. Perú: Editorial San Marcos. <https://www.redalyc.org/pdf/761/76111485009.pdf>

VALDIVIESO, A. et al. (2019). Mejora de la rentabilidad mediante el ciclo de calidad de Deming en YBS HIDRAULIC S.A.C. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/29305>

VELÁSQUEZ, R., & REY, S. (2013). Enfoques Cuantitativos en la Investigación. Lima: Editorial Científica. <http://revistas.unheval.edu.pe/index.php/riv/article/view/483>

## ANEXOS

Anexo 1. Tabla de operacionalización de las variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	INDICADORES	Escala de Medición
<b>Estudio del trabajo</b>	"Es el examen sistémico de los métodos para realizar actividades con el fin de mejorar la utilización eficiente de los recursos y de establecer normas de rendimiento respecto de las actividades que se están realizando" (OIT, 1998, p. 9)	La variable estudio del trabajo que será medida a través del % tiempo estándar del mantenimiento preventivo de equipos HVAC.	Estudio de movimientos	Proceso sistemático y analítico que involucra la observación, análisis y mejora de las acciones físicas realizadas por individuos en un entorno laboral o de producción, con el fin de identificar y eliminar movimientos innecesarios, optimizando así la eficiencia y la seguridad en las tareas (Machacuay y Vélchez, 2022)	$PM = [(TA - TI) / TA] \times 100\%$ PM: Promedio de movimientos TA: Total de actividades TI: Total de actividades sin valor	Razón
			Estudio de tiempos	Es una técnica utilizada en la gestión de operaciones que consiste en analizar y medir el tiempo que tarda un trabajador en completar una tarea específica o una serie de actividades relacionadas (Machacuay y Vélchez, 2022)	$TE = (TN) (1+RA) (1+FS)$ TE: Tiempo estándar de mantenimiento preventivo TN: tiempo real de mantenimiento preventivo RA: tiempo de realización de los servicios de mantenimiento preventivo FS: factor de suplementos	Razón
<b>Productividad</b>	El buen aprovechamiento de todos y cada uno de los factores de la producción, los críticos e importantes, en un período definido (García, 2011, p.17).	La variable productividad que será medida mediante los niveles de eficiencia y eficacia alcanzados en el buen uso de los recursos y el cumplimiento de las metas de ejecución de mantenimientos preventivos de equipos HVAC	Eficacia	"Se determina comparando lo que un proceso puede producir con lo que realmente producen; no dice nada sobre la eficiencia (la cantidad de recursos que hay que comprometer para obtener esa producción)" (Contreras, 2018).	$IA = \frac{SR}{SP} \times 100\%$ IA: Índice eficacia de servicios SR: Servicios realizados SP: Servicios planificados	Razón
			Eficiencia	"Requiere, en primer lugar, ser eficaz. Si no se logran los resultados pretendidos, no existe eficiencia. Pero, además, exige que se produzca el mínimo empleo de recursos" (García, 2024).	$IE = \frac{TR}{TP} \times 100\%$ IE: Índice eficiencia horas-hombre TR: Tiempo de servicios realizados TP: Tiempo de servicios planificados	Razón

## Anexo 2. Instrumentos de recolección de datos

Variable independiente: ESTUDIO DEL TRABAJO

Dimensión 1: ESTUDIO DE TIEMPOS

Fecha		TE = (TN) (1+RA) (1+FS)			
		Tiempo estándar de mantenimiento preventivo	Tiempo real de mantenimiento preventivo	% Tiempo estándar de mantenimiento preventivo	Observaciones
PRE TEST	1 Ene-23				
	2 Feb-23				
	3 Mar-23				
	4 Abr-23				
	5 May-23				
	6 Jun-23				
POS TEST	7 Jul-23				
	8 Ago-23				
	9 Set-23				
	10 Oct-23				
	11 Nov-23				
	12 Dic-23				





Variable dependiente: PRODUCTIVIDAD

Dimensión 2: EFICACIA

Fecha	$IA = \frac{SR}{SP} \times 100\%$			
	IA: Índice eficacia de servicios SR Servicios realizados SP: Servicios planificados			
	Número de mantenimientos preventivos ejecutados	Horas hombre utilizadas	Rendimiento de la mano de obra	Observaciones
1 Ene-23				
2 Feb-23				
3 Mar-23				
4 Abr-23				
5 May-23				
6 Jun-23				
7 Jul-23				
8 Ago-23				
9 Set-23				
10 Oct-23				
11 Nov-23				
12 Dic-23				

Variable dependiente: PRODUCTIVIDAD

Dimensión 1: EFICIENCIA

Fecha	$IE = \frac{TR}{TP} \times 100\%$ IE: Índice eficiencia horas-hombre TR: Tiempo de servicios realizados TP: Tiempo de servicios planificados			
	Horas hombre programadas	Horas hombre utilizadas	% Utilización de la mano de obra	Observaciones
1 Ene-23				
2 Feb-23				
3 Mar-23				
4 Abr-23				
5 May-23				
6 Jun-23				
7 Jul-23				
8 Ago-23				
9 Set-23				
10 Oct-23				
11 Nov-23				
12 Dic-23				

### Anexo 3. Evaluación por juicio de expertos



c) Certificado de validez de contenido del instrumento que mide

N°	DIMENSIONES / ítems	Coherencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b> Estudio del trabajo							
1	Dimensión 1: Medición de trabajo							
	% tiempo estándar de mantenimiento preventivo = $\frac{\text{Tiempo estándar de mantenimiento preventivo}}{\text{Tiempo real de mantenimiento preventivo}} \times 100$	X		X		X		
	<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b> Productividad							
2	Rendimiento de la mano de obra = $\frac{\text{Número de mantenimientos preventivos ejecutados}}{\text{Horas hombre utilizadas}} \times 100$	X		X		X		
	Dimensión 1: Eficiencia							
	% Utilización de la mano de obra = $\frac{\text{Horas hombre programadas}}{\text{Horas hombre utilizadas}} \times 100$	X		X		X		
3	Dimensión 2: Eficacia							
	% Mantenimientos preventivos ejecutados = $\frac{\text{Número de mantenimientos preventivos ejecutados}}{\text{Número de mantenimientos preventivos programados}} \times 100$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Hay suficiencia.

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [ X ] Aplicable después de corregir [ ] No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador: Mg. MARIO HUMBERTO ACEVEDO PANDO

DNI: 08718285

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

Lima, 27 de mayo del 2024

<sup>1</sup> Coherencia: El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo

<sup>2</sup> Relevancia: El ítem es esencial o importante, para representar al componente o dimensión específica del constructo

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

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

Firma del Experto Informante.

c) Certificado de validez de contenido del instrumento que mide

N°	DIMENSIONES / ítems	Coherencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b> Estudio del trabajo	Si	No	Si	No	Si	No	
1	Dimensión 1: Medición de trabajo							
	% Tiempo estándar de mantenimiento preventivo = $\frac{\text{Tiempo estándar de mantenimiento preventivo}}{\text{Tiempo real de mantenimiento preventivo}} \times 100$	X		X		X		
	<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b> Productividad							
2	Dimensión 1: Eficiencia							
	Rendimiento de la mano de obra = $\frac{\text{Número de mantenimientos preventivos ejecutados}}{\text{Horas hombre utilizadas}} \times 100$	X		X		X		
3	Dimensión 1: Eficiencia							
	% Utilización de la mano de obra = $\frac{\text{Horas hombre programadas}}{\text{Horas hombre utilizadas}} \times 100$	X		X		X		
3	Dimensión 2: Eficacia							
	% Mantenimientos preventivos ejecutados = $\frac{\text{Número de mantenimientos preventivos ejecutados}}{\text{Número de mantenimientos preventivos programados}} \times 100$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [ X ] Aplicable después de corregir [ ] No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador: Mg. Baldeón Montalvo, Melani Yunnete

DNI: 47460661

Especialidad del validador: Magister en Administración de Negocios / Ing. Industrial

Lima, 27 de mayo del 2024

<sup>1</sup> Coherencia: El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo

<sup>2</sup> Relevancia: El ítem es esencial o importante, para representar al componente o dimensión específica del constructo

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

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



-----  
Firma del Experto Informante.

**e) Certificado de validez de contenido del instrumento que mide**

N°	DIMENSIONES / ítem	Coherencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b> Estudio del trabajo							
1	Dimensión 1: Medición de trabajo $\% \text{ Tiempo estándar de mantenimiento preventivo} = \frac{\text{Tiempo estándar de mantenimiento preventivo}}{\text{Tiempo real de mantenimiento preventivo}} * 100$	X		X		X		
	<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b> Productividad	X		X		X		
	$\text{Rendimiento de la mano de obra} = \frac{\text{Número de mantenimientos preventivos ejecutados}}{\text{Horas hombre utilizadas}} * 100$							
2	Dimensión 1: Eficiencia $\% \text{ Utilización de la mano de obra} = \frac{\text{Horas hombre programadas}}{\text{Horas hombre utilizadas}} * 100$	X		X		X		
3	Dimensión 2: Eficacia $\% \text{ Mantenimientos preventivos ejecutados} = \frac{\text{Número de mantenimientos preventivos ejecutados}}{\text{Número de mantenimientos preventivos programados}} * 100$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [ X ] Aplicable después de corregir [ ] No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador: Mg. Paz Campaña Augusto Edward

DNI: 07945812

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

Lima, 27 de mayo del 2024

<sup>1</sup> Coherencia: El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo

<sup>2</sup> Relevancia: El ítem es esencial o importante, para representar el componente o dimensión específica del constructo

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

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



-----  
Firma del Experto Informante.

## Anexo 4. Consentimiento o asentimiento informado



MV.C.24313

Lima, 22 de mayo del 2024

### AUTORIZACION DE USO DE DATOS

El que suscribe, Oscar Gilberto Valle Sanchez identificado con DNI N° 41560705, Gerente General de **MV PERÚ REPRESENTACIONES S.A.C.**, con RUC N° 20547782527.

Autoriza que:

**Jennifer Fernanda Menéndez Bajaña**, identificada con **CEX N° 001143490** y **Dany Daniel Rodríguez García**, identificado con **DNI N° 46825696**, quienes cursan la carrera de Ingeniería Industrial en la Universidad César Vallejo, hagan uso de los datos e información de la empresa en el marco de su trabajo de investigación titulado "*Aplicación del estudio de trabajo para mejorar la productividad en el área de mantenimiento de equipos HVAC*".

Se expide la presente autorización de uso de datos sólo con fines académicos.

Atentamente,

  
**Oscar Valle Sánchez**  
Gerente General  
MV PERU REPRESENTACIONES S.A.C

**MV PERU REPRESENTACIONES S.A.C.**

Jr. Jorge Basadre s/n B33 Amauta, San Juan de Miraflores, Lima, Perú.  
Correo: mvperu@mvperu.com

## Anexo 6. Autorizaciones para el desarrollo del proyecto de investigación



---

MV.C.24313

Lima, 22 de mayo del 2024

### AUTORIZACION DE USO DE DATOS

El que suscribe, Oscar Gilberto Valle Sanchez identificado con DNI N° 41560705, Gerente General de **MV PERÚ REPRESENTACIONES S.A.C.**, con RUC N° 20547782527.

Autoriza que:

**Jennifer Fernanda Menéndez Bajaña**, identificada con **CEX N° 001143490** y **Dany Daniel Rodríguez García**, identificado con **DNI N° 46825696**, quienes cursan la carrera de Ingeniería Industrial en la Universidad César Vallejo, hagan uso de los datos e información de la empresa en el marco de su trabajo de investigación titulado *"Aplicación del estudio de trabajo para mejorar la productividad en el área de mantenimiento de equipos HVAC, Lima, 2024"*.

Se expide la presente autorización de uso de datos sólo con fines académicos.

Atentamente,

  
Oscar Valle Sánchez  
Gerente General  
MV PERÚ REPRESENTACIONES S.A.C.

---

**MV PERU REPRESENTACIONES S.A.C.**

Jr. Jorge Basadre s/n B33 Amauta, San Juan de Miraflores, Lima, Perú.  
Correo: mvperu@mvperu.com



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Autorización de Publicación en Repositorio Institucional**

Nosotros, MENENDEZ BAJAÑA JENNIFFER FERNANDA, RODRIGUEZ GARCIA DANNY DANIEL identificados con N° de Documentos N° 001143490, 46825696 (respectivamente), estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, autorizamos ( X ), no autorizamos ( ) la divulgación y comunicación pública de nuestra Tesis: "Aplicación del estudio del trabajo para mejorar la productividad en el mantenimiento preventivo de equipos HVAC, Lima, 2024."

En el Repositorio Institucional de la Universidad César Vallejo, según esta estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33.

Fundamentación en caso de NO autorización:

LIMA, 08 de Agosto del 2024

Apellidos y Nombres del Autor	Firma
MENENDEZ BAJAÑA JENNIFFER FERNANDA <b>CARNET EXT.:</b> 001143490 <b>ORCID:</b> 0000-0003-2360-5590	Firmado electrónicamente por: JMENENDEZB el 08-08- 2024 20:58:32
RODRIGUEZ GARCIA DANNY DANIEL <b>DNI:</b> 46825696 <b>ORCID:</b> 0000-0003-4220-0206	Firmado electrónicamente por: DRODRIGUEZG1 el 08- 08-2024 21:02:38

Código documento Trilce: TRI - 0855766



## Anexo 7. Aplicación de los instrumentos Estudio del Trabajo

### DAP proceso de mantenimiento preventivo: Condensador **(Actual)**

Diagrama de Actividades del Proceso MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE HVAC									
Diagrama: 1 de 1				<b>Resúmen</b>					
Fecha: viernes, 29 de Diciembre de 2023				<b>Actividad</b>	<b>N°</b>	<b>Tiempo (min)</b>	<b>Distancia (m)</b>		
Proceso: Mantenimiento preventivo: CONDENSADOR				Operación	21	121.50	---		
Método: <b>ACTUAL</b>				Transporte	2	10.4	---		
				Inspección	11	34.1	---		
				Almacenamiento	0	0	---		
				Demora	1	5.7	---		
Elaborado por: Menendez & Rodriguez				<b>Totales</b>	<b>35</b>	<b>171.7</b>	<b>---</b>		
Aprobado por: Gerencia de Operaciones									
No	Descripción de Actividades	Tiempo Estándar (min)	Símbolo					Comentarios	
			●	➔	■	▼	◐	Área	Sección
1	Desconectar aire acondicionado	5.4	●						
2	Inspeccionar UC	7.1		➔					
3	Desarmar carcasa	12.5	●						
4	Extraer carcasa y motor ventilador	12.1	●						
5	Inspeccionar conexiones eléctricas (Inspección 1)	5.1		➔					
6	Aplicar desincrustante al serpentín (anticlean)	2.0	●						
7	Almacenamiento temporal de serpentín (esperar tiempo para eliminar depósitos minerales presentes en el agua, óxidos, residuos y otros sedimentos)	5.7					◐		
8	Lavar serpentín	9.0	●						
9	Peinar aletas del serpentín	22.3	●						
10	Transportar carcasa y motor ventilador a zona de lavado	5.3	●	➔					
11	Lavar motor compresor	4.2	●						
12	Lavar carcasa	5.3	●						
13	Secar carcasa	4.5	●						
14	Lavar motor ventilador	5.2	●						
15	Secar motor ventilador	5.7	●						
16	Verificar vibración de eje (ruido del motor ventilador)	0.9		➔					
17	Verificar hélices de motor ventilador	0.9		➔					
18	Lubricar eje de motor ventilador	1.2	●						
19	Transportar carcasa y motor ventilador a zona de aire acondicionado	5.1	●	➔					
20	Verificar terminales eléctricos del compresor	3.1		➔					
21	Limpiar conexiones eléctricas	8.0	●						
22	Aplicar limpiacristales a conexiones eléctricas	1.0	●						
23	Inspeccionar conexiones eléctricas (Inspección 2)	4.4		➔					
24	Revisar sistema de drenaje	6.0		➔					
25	Ensamblar piezas extraídas	8.3	●						
26	Sellar caja de paso (con tornillos)	5.2	●						
27	Verificar ajuste de pernos y vibraciones	1.6		➔					
28	Encender equipo	5.0	●						
29	Medir parámetros UC	1.1	●						
30	Medir parámetros compresor	1.2	●						
31	Medir parámetros motor ventilador (CONDENSADOR)	1.3	●						
32	Medir presión en línea de refrigerante	1.0	●						
33	Inspeccionar manchas de aceite en línea de succión y descarga	1.1		➔					
34	Inspeccionar indicios de fuga (baja presión de refrigerante)	1.2		➔					
35	Verificar funcionamiento de equipo	2.7		➔					
36									
<b>Total</b>		<b>171.7</b>	21	2	11	0	1		

## DAP proceso de mantenimiento preventivo: Evaporador (Actual)

Diagrama de Actividades del Proceso MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE HVAC									
Diagrama: 1 de 1				<b>Resumen</b>					
Fecha: viernes, 29 de Diciembre de 2023				<b>Actividad</b>	<b>N°</b>	<b>Tiempo (min)</b>	<b>Distancia (m)</b>		
Proceso: Mantenimiento preventivo: EVAPORADOR				Operación	18	142.80	---		
Método: <b>ACTUAL</b>				Transporte	2	11.2	---		
				Inspección	7	32	---		
				Almacenamiento	0	0	---		
				Demora	2	12.6	---		
Elaborado por: Menendez & Rodriguez				<b>Totales</b>	<b>29</b>	<b>198.6</b>	<b>---</b>		
Aprobado por: Gerencia de Operaciones									
No	Descripción de Actividades	Tiempo Estándar (min)	Símbolo					Comentarios	
			●	➔	■	▼	◐	Área	Sección
1	Desconectar aire acondicionado	5.4	●						
2	Inspeccionar UE	7.3		➔					
3	Desarmar carcasa	11.4	●						
4	Extraer carcasa, filtros, rodetes	15.2	●						
5	Inspeccionar conexiones eléctricas (Inspección 1)	5.0		➔					
6	Aplicar desincrustante al serpentín (anticlean)	2.0	●						
7	Almacenamiento temporal de serpentín (esperar tiempo para eliminar depósitos minerales presentes en el agua, óxidos, residuos y otros sedimentos)	5.7					◐		
8	Lavar serpentín	17.3	●						
9	Peinar aletas del serpentín	22.6	●						
10	Transportar carcasa, filtros y rodetes a zona de lavado	5.4	●	➔					
11	Lavar filtros	7.4	●						
12	Esperar secado de filtros	6.9					◐		
13	Lavar carcasa	6.0	●						
14	Secar carcasa	4.6	●						
15	Limpiar rodetes	4.9	●						
16	Verificar vibración de eje (ruido de rodetes)	5.5		➔					
17	Lubricar eje del rodete	1.3	●						
18	Limpiar bomba de condensado	16.1	●						
19	Transportar carcasa, filtro y rodete a zona de aire acondicionado	5.8	●	➔					
20	Limpiar conexiones eléctricas	6.8	●						
21	Aplicar limpiacitos a conexiones eléctricas	1.0	●						
22	Inspeccionar conexiones eléctricas (Inspección 2)	3.2		➔					
23	Revisar sistema de drenaje	5.7	●						
24	Ensamblar piezas extraídas	13.3	●						
25	Verificar ajuste de pernos y vibraciones	2.2		➔					
26	Encender equipo	5.1	●						
27	Medir parámetros UE	1.2	●						
28	Medir temperatura de línea de succión (en ingreso del equipo)	1.2	●						
29	Verificar funcionamiento de equipo	3.1	●						
30									
31									
32									
33									
34									
35									
<b>Total</b>		<b>198.6</b>	18	2	7	0	2		

## DAP proceso de mantenimiento preventivo: Condensador (Mejorado)

Diagrama de Actividades del Proceso									
MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE HVAC									
Diagrama: 1 de 1				<b>Resúmen</b>					
Fecha: viernes, 29 de Diciembre de 2023				<b>Actividad</b>		<b>N°</b>	<b>Tiempo (min)</b>	<b>Distancia (m)</b>	
Proceso: Mantenimiento preventivo: CONDENSADOR				Operación		21	97.20	---	
Método: <b>MEJORADO</b>				Transporte		2	8.80	---	
				Inspección		7	21.20	---	
				Almacenamiento		0	0.00	---	
				Demora		1	5.40	---	
Elaborado por: Menendez & Rodriguez				<b>Totales</b>		<b>31</b>	<b>132.6</b>	<b>---</b>	
Aprobado por: Gerencia de Operaciones									
No	Descripción de Actividades	Tiempo Estándar (min)	Símbolo					Comentarios	
			●	➔	■	▼	◐	Área	Sección
1	Desconectar aire acondicionado	4.0	○						
2	Inspeccionar UC	5.9							
3	Desarmar carcasa	10.2	○						
4	Extraer carcasa y motor ventilador	9.2	○						
5	Inspeccionar conexiones eléctricas (Inspección 1)	3.9							
6	Aplicar desincrustante al serpentín (anticlean)	1.6	○						
7	Almacenamiento temporal de serpentín (esperar tiempo para eliminar depósitos minerales presentes en el agua, óxidos, residuos y otros sedimentos)	5.4							
8	Lavar serpentín	7.3	○						
9	Peinar aletas del serpentín	17.4	○						
10	Transportar carcasa y motor ventilador a zona de lavado	4.3	○						
11	Lavar motor compresor	3.2	○						
12	Lavar carcasa	4.6	○						
13	Secar carcasa	3.5	○						
14	Lavar motor ventilador	4.5	○						
15	Secar motor ventilador	4.3	○						
16	Verificar vibración de eje (ruido del motor ventilador)	0.8							
17	Verificar hélices de motor ventilador	0.8							
18	Lubricar eje de motor ventilador	1.0	○						
19	Transportar carcasa y motor ventilador a zona de aire acondicionado	4.5	○						
20	Verificar terminales eléctricos del compresor	2.5							
21	Limpiar conexiones eléctricas	6.4	○						
22	Aplicar limpiacntos a conexiones eléctricas	0.7	○						
23	Revisar sistema de drenaje	5.0							
24	Ensamblar piezas extraídas	7.3	○						
25	Sellar caja de paso (con tornillos)	4.2	○						
26	Encender equipo	4.3	○						
27	Medir parámetros UC	0.8	○						
28	Medir parámetros compresor	0.9	○						
29	Medir parámetros motor ventilador (CONDENSADOR)	1.1	○						
30	Medir presión en línea de refrigerante	0.7	○						
31	Verificar funcionamiento de equipo	2.3	○						
32									
33									
34									
35									
36									
<b>Total</b>		<b>132.6</b>	21	2	7	0	1		

## DAP proceso de mantenimiento preventivo: Evaporador (Mejorado)

Diagrama de Actividades del Proceso MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE HVAC									
Diagrama: 1 de 1				<b>Resumen</b>					
Fecha: viernes, 29 de Diciembre de 2023				<b>Actividad</b>	<b>N°</b>	<b>Tiempo (min)</b>	<b>Distancia (m)</b>		
Proceso: Mantenimiento preventivo: EVAPORADOR				Operación	18	137,10	---		
Método: <b>ACTUAL</b>				Transporte	2	10,3	---		
Elaborado por: Menendez & Rodriguez				Inspección	5	23,6	---		
Aprobado por: Gerencia de Operaciones				Almacenamiento	0	0	---		
				Demora	1	5,4	---		
				<b>Totales</b>	<b>26</b>	<b>176,4</b>	<b>---</b>		
No	Descripción de Actividades	Tiempo Estándar (min)	Símbolo					Comentarios	
			●	➔	■	▼	◐	Área	Sección
1	Desconectar aire acondicionado	5.0	●						
2	Inspeccionar UE	6.5		➔					
3	Desarmar carcasa	10.0	●						
4	Extraer carcasa, filtros, rodetes	14.4	●						
5	Inspeccionar conexiones eléctricas (Inspección 1)	4.7		➔					
6	Aplicar desincrustante al serpentín (anticlean)	1.9	●						
7	Almacenamiento temporal de serpentín (esperar tiempo para eliminar depósitos minerales presentes en el agua, óxidos, residuos y otros sedimentos)	5.4					◐		
8	Lavar serpentín	16.9	●						
9	Peinar aletas del serpentín	21.4	●						
10	Transportar carcasa, filtros y rodetes a zona de lavado	5.2		➔					
11	Lavar filtros	6.1	●						
12	Secar filtros	5.9	●						
13	Lavar carcasa	5.1	●						
14	Secar carcasa	3.7	●						
15	Limpiar rodetes	4.6	●						
16	Verificar vibración de eje (ruido de rodetes)	4.8		➔					
17	Lubricar eje del rodete	1.2	●						
18	Limpiar bomba de condensado	15.7	●						
19	Transportar carcasa, filtro y rodete a zona de aire acondicionado	5.1		➔					
20	Limpiar conexiones eléctricas	5.7	●						
21	Aplicar limpiacristales a conexiones eléctricas	0.8	●						
22	Revisar sistema de drenaje	4.8		➔					
23	Ensamblar piezas extraídas	12.8	●						
24	Encender equipo	4.8	●						
25	Medir parámetros UE	1.1		➔					
26	Verificar funcionamiento de equipo	2.8					◐		
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
<b>Total</b>		<b>176.4</b>	18	2	5	0	1		

Pre-Test Estudio de tiempos proceso de mantenimiento preventivo

FICHA DE OBSERVACIÓN DE TIEMPOS																													
Observado por: Menéndez Bajaña, Jenniffer Fernanda Rodríguez García, Danny Daniel		<b>Estudio de Tiempos (Desempeño 95 / Desempeño 7%).</b>  <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; display: inline-block;"> <math>T_s = T_N(1 + \text{Suplementos})</math> </div>																								Ruc			
Área	Servicios de Mantenimiento																									Indicador	TE = TN (1+FS)		
Operación	Mantenimiento																									Fecha			
Producto																										Hora			
Instrumento	Cronómetro																									Tiempo Normal (TN)	Tiempo Estándar (TE)		
N° Actividad	Operario	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Suplemento (FS)			
Inspección Visual del Equipo.	Gabriel López	5.2	5.1	5.3	5.4	5.1	5.0	5.3	5.2	5.3	5.4	5.2	5.3	5.1	5.2	5.1	5.2	5.3	5.2	5.4	5.3	5.1	5.3	5.8	5.4	5.26	5.00	5.35	
Limpieza de Filtros de Aire	Junior Panta	5.3	5.3	5.2	5.1	5.1	5.0	5.4	5.2	5.6	5.8	5.2	5.4	5.0	5.3	5.4	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	5.7	5.2	5.1	5.5	5.35	5.08	5.43	
Revisión de Niveles de Refrigerante	Marco Valle	3.2	3.5	3.6	3.0	3.7	3.2	3.4	3.2	3.1	3.0	3.0	3.1	3.2	3.5	3.0	3.3	3.8	3.7	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.2	3.30	3.14	3.35	
Limpieza de Bobinas del Evaporador y Condensador	Marco Valle	4.0	4.5	4.2	4.3	4.3	4.5	4.0	4.0	4.1	4.8	4.9	4.1	4.2	4.0	4.3	4.5	4.1	4.3	4.2	4.7	4.8	4.7	4.2	4.0	4.32	4.10	4.39	
Inspección y Lubricación de Componentes Mecánicos	Marco Valle	5.3	5.2	5.4	5.0	5.2	5.2	5.8	5.5	5.4	5.0	5.4	5.2	5.2	5.1	5.0	5.4	5.3	5.0	5.5	5.4	5.0	5.5	5.0	5.1	5.25	4.99	5.34	
Verificación de la Tensión y Corriente Eléctrica	Rodrigo Mendoza	6.2	6.2	6.1	6.2	6.1	6.3	6.7	6.8	6.2	6.1	0.3	6.2	0.4	6.4	0.5	6.8	6.5	6.3	6.2	6.1	6.0	6.2	6.4	6.7	5.58	5.30	5.67	
Comprobación de los Controles del Termostato	Gabriel López	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.2	3.1	3.2	3.5	3.0	3.3	3.2	3.2	3.0	3.8	3.1	3.7	3.4	3.2	3.5	3.6	3.0	3.7	3.2	3.31	3.14	3.36	
Inspección de las Bandas del Ventilador	Junior Panta	5.0	5.4	5.3	5.3	5.1	5.3	5.8	5.4	5.3	5.2	5.3	5.1	5.2	5.1	5.3	5.4	5.1	5.2	5.3	5.1	5.2	5.1	5.2	5.3	5.25	4.99	5.34	
Verificación de los Drenajes de Condensado	Fabrizio Gallo	4.3	4.5	4.1	4.3	4.2	4.7	4.2	4.3	4.3	4.5	4.0	4.2	4.3	4.2	4.7	4.7	4.5	4.1	4.0	4.2	4.3	4.7	4.2	4.3	4.33	4.11	4.40	
Pruebas de Funcionamiento del Sistema	Javier Correa	3.0	3.0	3.1	3.2	3.5	3.0	3.3	3.2	3.5	3.6	3.0	3.7	3.2	3.3	3.5	3.0	3.4	3.1	3.7	3.7	3.2	3.3	3.2	3.4	3.30	3.13	3.35	
		46	48	49	49	51	51	54	54	55	56	51	58	52	59	56	63	64	64	65	67	67	68	69	70			<b>45.99</b>	

Post-Test Estudio de tiempos proceso de mantenimiento preventivo

FICHA DE OBSERVACIÓN DE TIEMPOS																													
Observado por: Menéndez Bajaña, Jenniffer Fernanda Rodríguez García, Danny Daniel		Estudio de Tiempos (Desempeño 95 / Desempeño 7%)																								Ruc			
Área	Servicios de Mantenimiento		<b>Ts=TN(1+Suplementos)</b>																								Indicador	TE = TN (1+FS)	
Operación	Mantenimiento																										Fecha		
Producto																											Hora		
Instrumento	Cronómetro																												
N° Actividad	Operario	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Tiempo Normal (TN)	Tiempo Estándar (TE)	Suplemento (FS)	
Inspección Visual del Equipo.	Gabriel López	4.3	4.2	4.2	4.5	4.3	4.7	4.7	4.8	4.4	4.0	4.6	4.3	4.1	4.2	4.6	4.4	4.0	4.6	4.0	4.2	4.1	4.2	4.3	4.8	4.36	4.14	4.43	
Limpieza de Filtros de Aire	Junior Panta	4.4	4.0	4.6	4.0	4.2	4.1	4.2	4.3	4.8	4.3	4.1	4.6	4.7	4.3	4.2	4.4	4.8	4.4	4.0	4.6	4.3	4.1	4.2	4.0	4.32	4.10	4.39	
Revisión de Niveles de Refrigerante	Marco Valle	2.2	2.1	2.4	2.6	2.3	2.1	2.5	2.5	2.4	2.7	2.8	2.6	2.3	2.3	2.2	2.1	2.0	2.6	2.4	2.3	2.1	2.7	2.2	2.1	2.35	2.24	2.39	
Limpieza de Bobinas del Evaporador y Condensador	Marco Valle	3.9	3.5	3.6	3.4	3.5	3.3	3.4	3.7	3.6	3.1	3.5	3.4	3.7	3.8	3.4	3.6	3.0	3.0	3.1	3.6	3.3	3.5	3.8	3.2	3.45	3.28	3.51	
Inspección y Lubricación de Componentes Mecánicos	Marco Valle	4.7	4.3	4.2	4.4	4.8	4.4	4.0	4.6	4.3	4.2	4.3	4.1	4.0	4.3	4.6	4.7	4.6	4.3	4.1	4.0	4.3	4.0	4.1	4.3	4.32	4.10	4.39	
Verificación de la Tensión y Corriente Eléctrica	Rodrigo Mendoza	5.2	5.3	5.3	5.4	5.1	5.0	5.5	5.7	5.8	5.9	5.3	5.4	5.5	5.3	5.2	5.1	5.0	5.2	5.8	5.7	5.7	5.5	5.6	5.1	5.40	5.13	5.49	
Comprobación de los Controles del Termostato	Gabriel López	2.5	2.5	2.4	2.7	2.0	2.6	2.3	2.3	2.0	2.1	2.4	2.3	2.7	2.8	2.0	3.2	2.4	2.7	2.5	2.8	2.9	2.8	3.0	3.0	2.54	2.41	2.58	
Inspección de las Bandas del Ventilador	Junior Panta	5.0	5.4	5.3	5.3	5.1	5.3	5.8	5.4	5.3	5.2	5.3	5.1	5.2	5.1	5.3	5.4	5.1	5.2	5.3	5.1	5.2	5.1	5.2	5.3	5.25	4.99	5.34	
Verificación de los Drenajes de Condensado	Fabricio Gallo	3.9	4.7	3.7	3.2	3.7	3.0	3.9	3.8	3.7	3.3	3.0	3.5	3.4	3.1	3.2	3.8	3.3	3.0	3.9	3.8	3.7	3.4	3.3	3.0	3.51	3.34	3.57	
Pruebas de Funcionamiento del Sistema	Javier Correa	2.8	2.6	2.3	2.3	2.9	2.7	2.5	2.3	2.2	2.4	2.9	2.8	2.7	2.7	2.6	2.4	2.8	2.6	2.9	2.8	2.7	2.6	2.4	2.8	2.61	2.48	2.66	
		40	41	41	42	43	43	46	47	48	47	49	50	51	52	52	55	54	56	57	59	59	60	61	62			<b>38.74</b>	

Tabla 10. Pretest y post test de la eficiencia del mantenimiento preventivo de equipos HVAC, Lima

Escenario	Mes	Horas hombre programadas	Horas hombre utilizadas	% Utilización de mano de obra	Eficiencia
Pre - test	Ene-23	48,000.0	56,570.0	84.9	84.1
	Feb-23	46,080.0	55,898.0	82.4	
	Mar-23	51,840.0	60,571.0	85.6	
	Abr-23	44,160.0	54,316.0	81.3	
	May-23	49,920.0	59,126.0	84.4	
	Jun-23	48,000.0	55,753.0	86.1	
Pos - test	Jul-23	46,080.0	50,576.0	91.1	92.4
	Ago-23	49,920.0	53,760.0	92.9	
	Set-23	49,920.0	54,620.0	91.4	
	Oct-23	49,920.0	53,926.0	92.6	
	Nov-23	48,000.0	51,575.0	93.1	
	Dic-23	44,160.0	47,293.0	93.4	

**Mejora**

**9.8%**

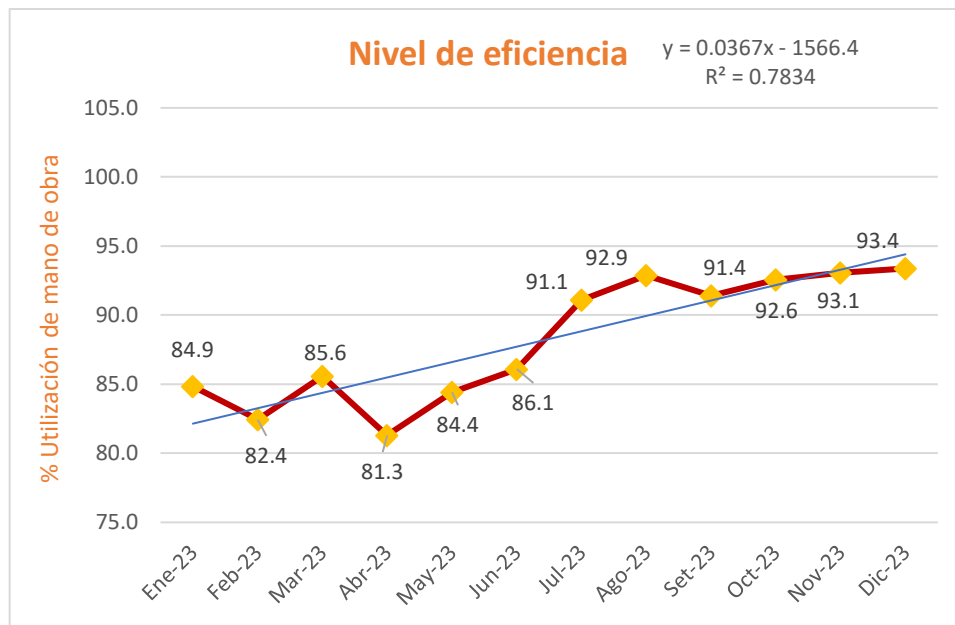


Figura 4. Nivel de eficiencia pretest y post test

Tabla 11. Pretest y post test de la eficacia del mantenimiento preventivo de equipos HVAC, Lima

Escenario	Mes	Mantenimientos preventivos programados	Mantenimientos preventivos ejecutados	% Mantenimientos preventivos ejecutados	Eficacia
Pre - test	Ene-23	56.0	65.0	86.2	83.6
	Feb-23	53.0	62.0	85.5	
	Mar-23	59.0	70.0	84.3	
	Abr-23	50.0	60.0	83.3	
	May-23	55.0	67.0	82.1	
	Jun-23	52.0	65.0	80.0	
Pos - test	Jul-23	62.0	67.0	92.5	92.9
	Ago-23	68.0	73.0	93.2	
	Set-23	68.0	73.0	93.2	
	Oct-23	67.0	73.0	91.8	
	Nov-23	65.0	70.0	92.9	
	Dic-23	60.0	64.0	93.8	

**Mejora 11.1%**

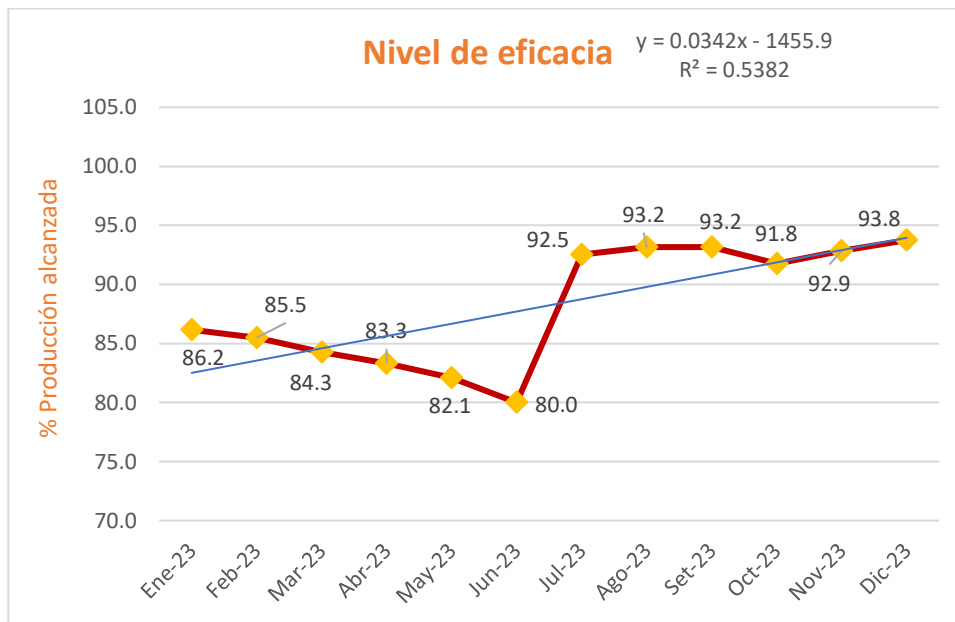


Figura 5. Nivel de eficacia pretest y post test



Tabla 12. Pretest y post test de la productividad del mantenimiento preventivo de equipos HVAC, Lima

Escenario	Mes	Número de mantenimientos preventivos ejecutados	Hora hombre utilizadas	Rendimiento de la mano de obra	Productividad
Pre - test	Ene-23	56.0	56570.0	0.000990	0.000949
	Feb-23	53.0	55898.0	0.000948	
	Mar-23	59.0	60571.0	0.000974	
	Abr-23	50.0	54316.0	0.000921	
	May-23	55.0	59126.0	0.000930	
	Jun-23	52.0	55753.0	0.000933	
Pos - test	Jul-23	62.0	50576.0	0.001226	0.001251
	Ago-23	68.0	53760.0	0.001265	
	Set-23	68.0	54620.0	0.001245	
	Oct-23	67.0	53926.0	0.001242	
	Nov-23	65.0	51575.0	0.001260	
	Dic-23	60.0	47293.0	0.001269	

**Mejora 31.8%**

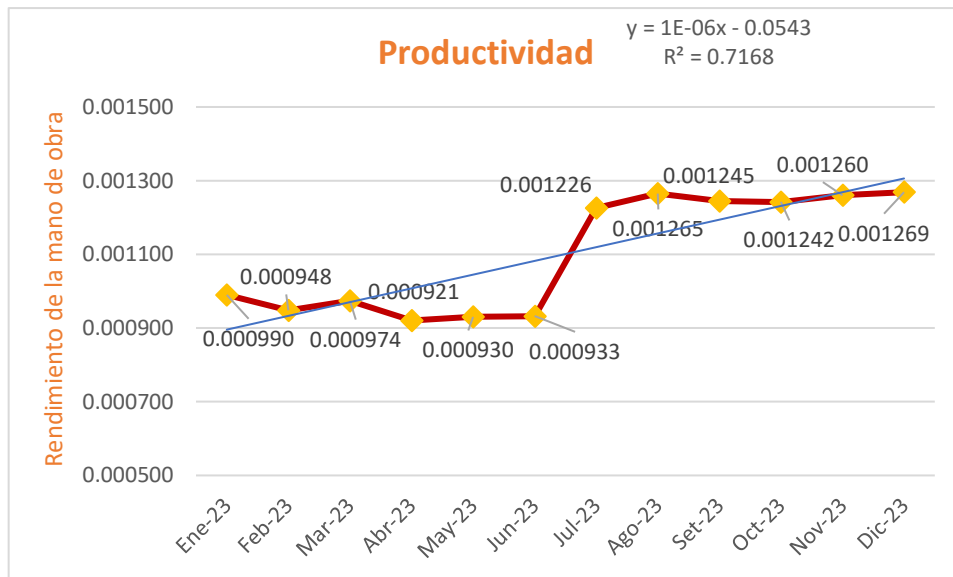


Figura 6. Nivel de productividad pretest y post test

## Flujo de caja

Descripción	Mes0	DATOS RECOGIDOS						DATOS ESTIMADOS					
		Mes1	Mes2	Mes3	Mes4	Mes5	Mes6	Mes7	Mes8	Mes9	Mes10	Mes11	Mes12
Mejora del ingreso Valor venta (mantenimiento) x mejora de productividad		S/ 4,116.67	S/ 4,116.67	S/ 4,116.67	S/ 4,116.67	S/ 4,116.67	S/ 4,116.67	S/ 4,116.67	S/ 4,116.67	S/ 4,116.67	S/ 4,116.67	S/ 4,116.67	S/ 4,116.67
Costo de la Implementación Compra de HIDROLAVADORA Eléctrica 1.6kW120Bar K3 Power Control Kaercher	S/ 3,813.56												
<b>Personal contratado</b> <b>Costos de Mantenimiento</b>													
<b>FLUJO DE CAJA</b>	<b>S/ 3,813.56</b>	S/ 4,116.67	S/ 4,116.67	S/ 4,116.67	S/ 4,116.67	S/ 4,116.67	S/ 4,116.67	S/ 4,116.67	S/ 4,116.67	S/ 4,116.67	S/ 4,116.67	S/ 4,116.67	S/ 4,116.67

<b>Tasa de Descuento (mensual)</b>	<b>0.70%</b>
<b>Valor Actual Neto - VAN</b>	S/ 43,419.82 <b>Proyecto Viable</b>
<b>Tasa Interna de Retorno - TIR</b>	<b>108%</b> <b>Proyecto Viable</b>
<b>Análisis Beneficio / Costo - B/C</b>	S/ 12.39 <b>Se recomienda Invertir</b>
<b>Per. Rec. Inversión - PRI</b>	0.93
<b>Meses</b>	0.00
<b>Días</b>	28

### TASA DE INTERÉS a la cual se financia la empresa

Tasa Anual (%) BCP  
Préstamos de 181 a360 días 8.69% - Grandes empresas  
Conversión de la tasa efectiva anual a su equivalente mensual  
 $TEM = [(1+TEA)^{1/n}] - 1$   
 Donde:  
 TEA es la tasa efectiva anual expresada en forma decimal (es decir, 6% = 0,06)  
 n es el número de periodos en un año (en este caso, 12 meses)  
 $TEM = [(1+0,0869)^{1/12}] - 1$   
 TEM = 0.0069683  
 TEM = 0.697 %

### ESCENARIO

Pre test 54.2 Número de mantenimientos preventivos ejecutados  
 Post test 65.0 Número de mantenimientos preventivos ejecutados  
 Mejora de la productividad 31.8 mantenimiento preventivos ejecutados / Hh  
 Mejora de la productividad 10.8 equipos/mes  
 Valor venta (mantenimiento) 380.0 soles/equipo HVAC  
 Valor venta (mantenimiento) 4,116.7 soles/mes

### HIDROLAVADORAS

[https://sodimac.falabella.com.pe/sodimac-pe/category/CAT614278/Hidrolavadoras-y-Accesorios?sid=SO\\_HO\\_BPL\\_69083](https://sodimac.falabella.com.pe/sodimac-pe/category/CAT614278/Hidrolavadoras-y-Accesorios?sid=SO_HO_BPL_69083)

Fuente. elaboración propia

## Anexo 8. Información adicional referente al estudio

### A. Diseño de la investigación

$$E = O1 \nabla \quad X \nabla \quad O2$$

Donde:

E: Grupo experimental

O1: Observación de la variable antes de la mejora

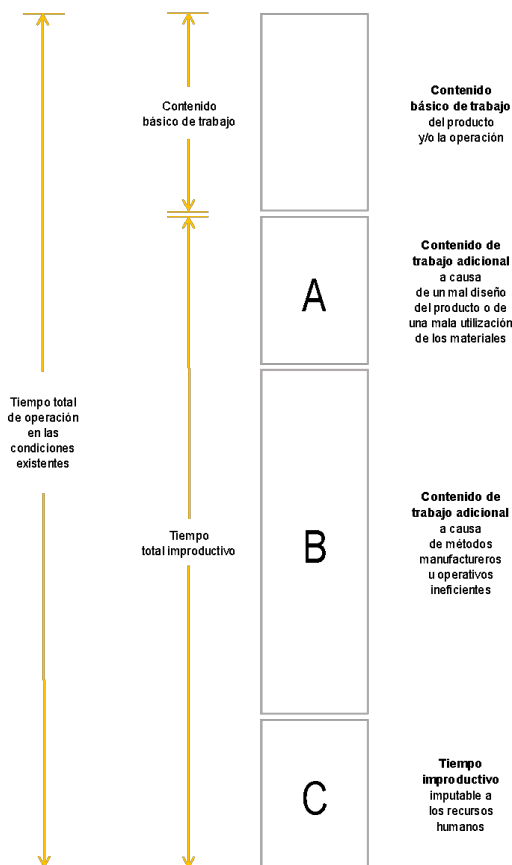
X: Variable independiente

O2: Observación de la variable después de la mejora

### B. Tiempo de trabajo

Figura 7.

#### *Descomposición del tiempo de trabajo*

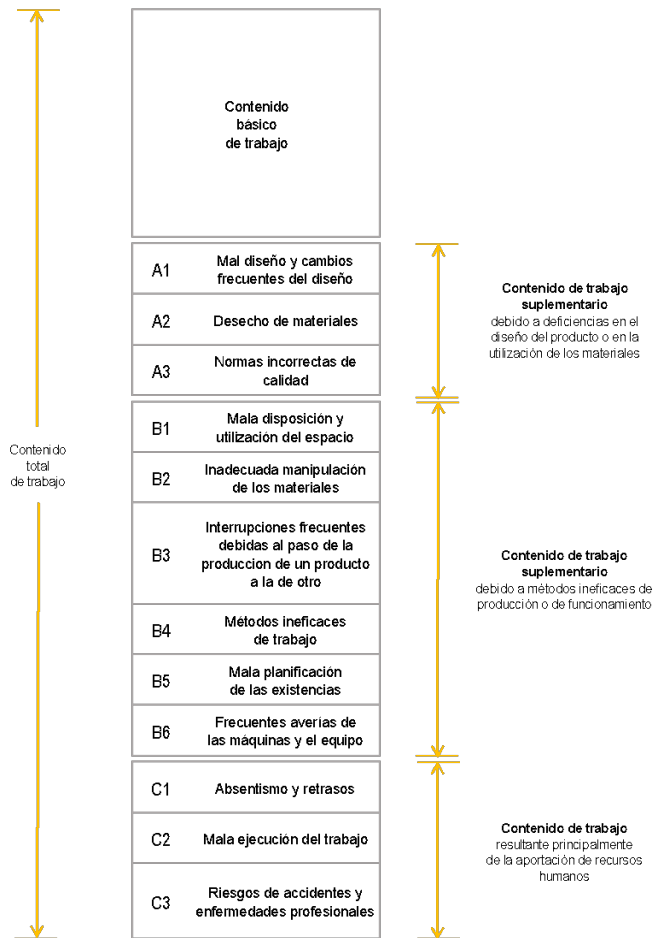


*Nota.* Introducción al Estudio del Trabajo (OIT, 1998).

## C. Trabajo básico y suplementario

Figura 8.

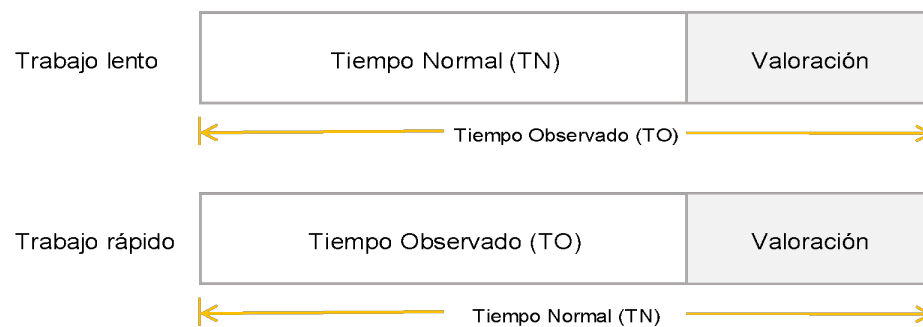
### Contenido de trabajo básico y suplementario



Nota. Introducción al Estudio del Trabajo (OIT, 1998).

Figura 9.

### Contenido de trabajo básico y suplementario



Nota. Técnicas para el estudio del trabajo (Noriega y Díaz, 1998).

## D. Análisis de la realidad mediante Ishikawa, Vester y Pareto

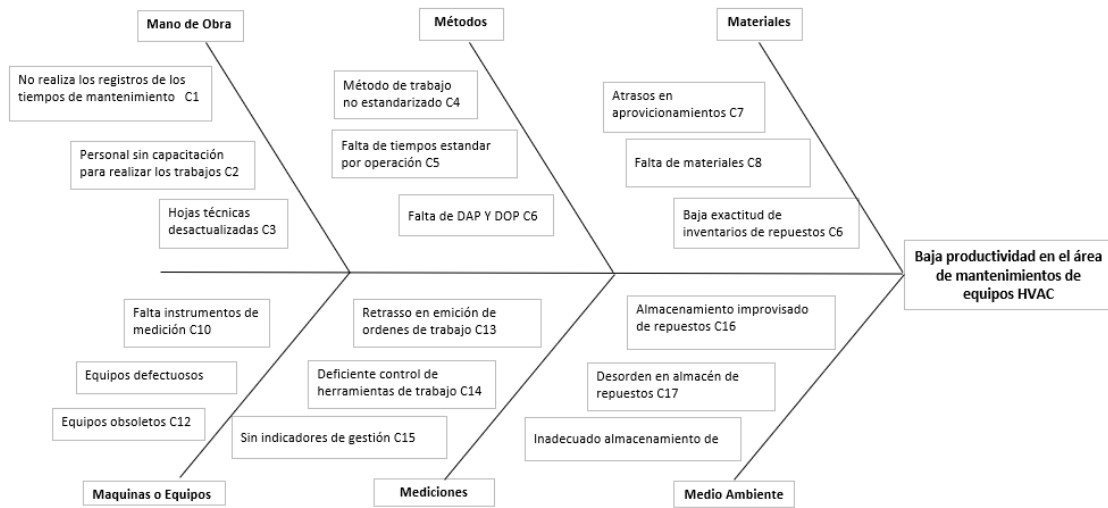


Figura 10.  
Diagrama de Ishikawa

Tabla 13. Matriz de Vester

Principales causas de la baja productividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Correlación
Sin programación de los mantenimientos	1	5	5	5	5	5	5	3	1	1	0	1	0	0	0	0	3	3	3	3	0	0	1	1	50
No se registra los tiempos de mantenimiento	2	5	3	3	5	3	3	3	0	0	0	1	0	0	0	3	1	1	1	1	0	0	0	0	33
Personal sin capacitación para realizar los trabajos	3	5	3	3	3	5	3	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	28
Falta de control de los trabajos de mantenimiento	4	5	3	3	3	5	5	3	0	0	0	5	0	0	0	0	3	3	3	3	0	0	0	0	44
Método de trabajo no estandarizado	5	5	5	3	3	5	5	1	0	0	0	3	0	0	0	3	3	3	3	1	0	0	0	0	43
Falta tiempos estándar por operación	6	5	3	5	5	5	5	0	0	0	0	3	0	0	0	3	3	1	3	0	0	0	0	0	41
Falta DAP y DOP de mantenimiento preventivo	7	5	3	3	5	5	5	0	0	0	0	1	0	0	0	3	5	3	3	1	0	0	0	0	42
Excesivo despilfarro en los procesos	8	3	3	1	3	1	0	0	1	0	0	3	1	0	0	1	3	3	3	1	0	0	0	0	27
Atrasos en aprovisionamiento de repuestos	9	1	0	0	0	0	0	0	1	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
Falta control de materiales del mantenimiento	10	1	0	0	0	0	0	0	0	3	5	0	0	0	0	0	0	1	1	1	3	1	1	1	18
Baja exactitud de inventarios de repuestos	11	0	0	0	0	0	0	0	0	3	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1	1	1	17
Hojas técnicas desactualizadas	12	1	1	1	5	3	3	1	3	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	24
Sin registro actualizado de equipos y herramientas	13	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	7
Equipos obsoletos	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Equipos defectuosos	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Falta instrumentos de medición	16	0	3	1	0	3	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
Sin registros de trabajos pendientes	17	3	1	1	3	3	3	5	3	0	0	0	1	1	0	0	0	3	3	3	3	0	0	0	36
Sin indicadores de gestión de mantenimiento	18	3	1	1	3	3	1	3	3	0	1	0	1	1	0	0	0	3	3	1	1	0	0	0	29
Sin índices de cargas de trabajo	19	3	1	1	3	3	3	3	0	1	0	1	1	0	0	0	3	3	1	1	0	0	0	0	30
Retraso en emisión de órdenes de trabajo	20	3	1	0	3	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	3	1	1	1	1	1	3	1	23
Sin control del nivel de existencias	21	0	0	0	0	0	0	0	0	3	5	0	0	0	0	0	3	1	0	1	5	5	5	5	28
Inadecuado almacenamiento de repuestos	22	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	5	5	5	18
Desorden en almacén de repuestos	23	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	5	5	5	5	21
Almacenamiento improvisado de repuestos	24	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	5	5	5	19
TOTAL	50	33	28	44	43	41	42	27	8	18	17	24	7	1	1	14	36	29	30	23	28	18	21	19	602

Tabla 14. Cálculo diagrama de Pareto

Causas de la baja productividad del mantenimiento preventivo		Escala de ponderaciones	F rel %	F Acum	F Acum %
Falta de control de los trabajos de mantenimiento	C4	308	14.0	308	14.0
Método de trabajo no estandarizado	C5	301	13.6	609	27.6
Falta DAP y DOP de mantenimiento preventivo	C7	294	13.3	903	40.9
Falta tiempos estándar por operación	C6	287	13.0	1190	53.9
Sin índices de cargas de trabajo	C19	210	9.5	1400	63.5
Sin programación de los mantenimientos	C1	150	6.8	1550	70.3
Sin registros de trabajos pendientes	C17	108	4.9	1658	75.2
No se registra los tiempos de mantenimiento	C2	99	4.5	1757	79.6
Sin indicadores de gestión de mantenimiento	C18	87	3.9	1844	83.6
Sin control del nivel de existencias	C21	84	3.8	1928	87.4
Hojas técnicas desactualizadas	C12	72	3.3	2000	90.7
Personal sin capacitación para realizar los trabajos	C3	28	1.3	2028	91.9
Excesivo despilfarro en los procesos	C8	27	1.2	2055	93.2
Retraso en emisión de órdenes de trabajo	C20	23	1.0	2078	94.2
Desorden en almacén de repuestos	C23	21	1.0	2099	95.1
Almacenamiento improvisado de repuestos	C24	19	0.9	2118	96.0
Inadecuado almacenamiento de repuestos	C22	18	0.8	2136	96.8
Falta control de materiales del mantenimiento	C10	18	0.8	2154	97.6
Baja exactitud de inventarios de repuestos	C11	17	0.8	2171	98.4
Falta instrumentos de medición	C16	14	0.6	2185	99.0
Atrasos en aprovisionamiento de repuestos	C9	8	0.4	2193	99.4
Sin registro actualizado de equipos y herramientas	C13	7	0.3	2200	99.7
Equipos defectuosos	C15	3	0.1	2203	99.9
Equipos obsoletos	C14	3	0.1	2206	100.0
<b>TOTAL</b>		<b>2,206</b>	<b>100.0%</b>		

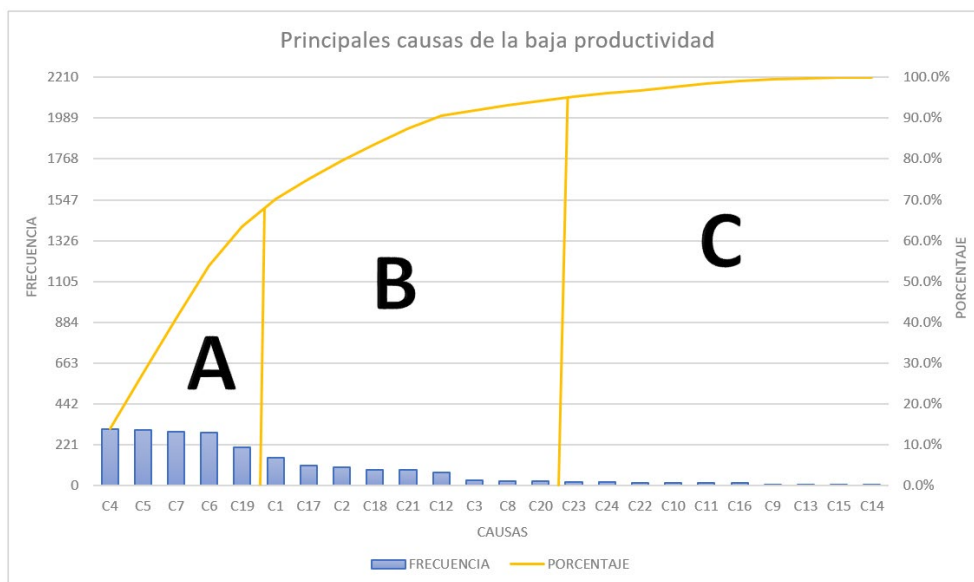


Figura 11. Diagrama de Pareto

## Anexo 9. Cálculos adicionales

### Estudio de tiempos

Elemento de Trabajo	Descripción	Tiempo Observado (min)	Tiempo Normal (min)	Factor de Desempeño	Tiempo Estándar (min)
1	Preparación de materiales	5	5	1	5
2	Montaje inicial	10	10	0.9	9
3	Procesamiento principal	20	20	1.1	22
4	Inspección y ajustes	8	8	1	8
5	Limpieza y finalización	7	7	1.1	7.7
<b>Total Tiempo Observado</b>		<b>50</b>			
<b>Total Tiempo Normal</b>			<b>50</b>		
<b>Tiempo de Descanso (15%)</b>					<b>7.5</b>
<b>Tiempo Estándar Total</b>					<b>57.5</b>

### Calibración de cronómetro

eba	Tiempo Real (min)	Tiempo Registrado (min)	Desviación (seg)	Nota
1	1:00	1:00	0	Correcto
2	2:00	1:59	-1	Ajuste necesario
3	3:30	3:31	1	Correcto
4	5:00	5:02	2	Ajuste necesario
5	10:00	9:59	-1	Correcto
6	15:00	15:01	1	Correcto
7	30:00:00	30:03:00	3	Ajuste necesario



## Cálculos de productividad

Productividad = eficiencia \* eficacia

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Insumos programados}}{\text{Insumos utilizados}}$$

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Productos logrados}}{\text{Meta}}$$

## Cálculos de Tiempos

El tiempo estándar de una operación es igual al tiempo normal más el tiempo de recuperación o suplementos.

$$T_N = \frac{\text{Velocidad de trabajo observado} \times \text{tiempo observado}}{\text{Velocidad de trabajo normal}}$$

$$\text{Tiempo Normal} = \frac{\text{Tiempo representativo} \times \text{Calificación representativa}}{\text{Calificación normal}}$$

TIEMPO ESTÁNDAR = TIEMPO NORMAL + TIEMPO DE RECUPERACIÓN

TS = TN + SUPLEMENTOS

TS = TN x COEFICIENTE DE RECUPERACIÓN

Fórmula de población limitada

$$n = \frac{543 * 1,83^2 * 0.5 * 0.5}{(543 - 1) * 0.05^2 + * 0.5 * 0.5} = 56$$

$$n = 56$$