



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Aplicación de Lean Manufacturing para incrementar la productividad  
del área logística de una empresa de mantenimiento, Lima, 2023

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

**Ingeniera Industrial**

**AUTORA:**

Torres Morales, Rosa Josselyn ([orcid.org/0000-0003-2673-2456](https://orcid.org/0000-0003-2673-2456))

**ASESOR:**

Dr. Diaz Dumont, Jorge Rafael ([orcid.org/0000-0003-0921-338X](https://orcid.org/0000-0003-0921-338X))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión Empresarial y Productiva

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA – PERÚ

2023

## **DEDICATORIA**

La presente tesis se lo dedico a Dios y a mi familia por su apoyo incondicional, ya que ellos son los que me han influenciado en mi vida, con sus consejos han ayudado a construir y forjar la persona que ahora soy.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mis padres que con sus esfuerzos he logrado culminar mis estudios; también agradecer a mis asesores, profesores que fueron mi apoyo para llevar a cabo esta tesis en la carrera profesional de Ingeniería Industrial.

Por otra parte, agradezco a la empresa Gesincop S.A.C por haberme permitido el desarrollo de la tesis dentro de su empresa.

# DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

## **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, DIAZ DUMONT JORGE RAFAEL, 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 de Lean Manufacturing para incrementar la productividad del área logística de una empresa de mantenimiento, Lima, 2023.", cuyo autor es TORRES MORALES ROSA JOSSELYN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 24 de Noviembre del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
DIAZ DUMONT JORGE RAFAEL <b>DNI:</b> 08698815 <b>ORCID:</b> 0000-0003-0921-338X	Firmado electrónicamente por: JDIAZDU el 10-12- 2023 10:40:01

Código documento Trilce: TRI - 0664672





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, TORRES MORALES ROSA JOSSELYN estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Aplicación de Lean Manufacturing para incrementar la productividad del área logística de una empresa de mantenimiento, Lima, 2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He 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 asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
TORRES MORALES ROSA JOSSELYN <b>DNI:</b> 72924407 <b>ORCID:</b> 0000-0003-2673-2456	Firmado electrónicamente por: RTORRESMO11 el 15- 01-2024 17:31:30

Código documento Trilce: INV - 1434206

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA .....	i
DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	ix
RESUMEN .....	x
ABSTRACT.....	xi
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	5
III. METODOLOGÍA .....	12
3.1 Tipo y diseño de investigación .....	13
3.2. Variables y operacionalización .....	14
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis .....	16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	17
3.5. Procedimientos .....	18
3.6. Métodos de análisis de datos .....	74
3.7. Aspectos éticos.....	74
IV. RESULTADOS .....	75
V. DISCUSIÓN.....	80
VI. CONCLUSIONES .....	85
VII. RECOMENDACIONES.....	87
REFERENCIAS.....	98
ANEXOS .....	98

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> <i>Validación por juicio de expertos</i> .....	18
<b>Tabla 2.</b> <i>Identificación de actividades</i> .....	24
<b>Tabla 3.</b> <i>Frecuencias y clasificación ABC</i> .....	25
<b>Tabla 4.</b> <i>Recolección de eficiencia febrero 2023</i> .....	27
<b>Tabla 5.</b> <i>Recolección de eficiencia marzo 2023</i> .....	28
<b>Tabla 6.</b> <i>Recolección de eficiencia abril 2023</i> .....	29
<b>Tabla 7.</b> <i>Análisis descriptivo de eficiencia</i> .....	30
<b>Tabla 8.</b> <i>Recolección de eficacia febrero 2023</i> .....	32
<b>Tabla 9.</b> <i>Recolección de eficacia marzo 2023</i> .....	33
<b>Tabla 10.</b> <i>Recolección de eficacia abril 2023</i> .....	34
<b>Tabla 11.</b> <i>Análisis descriptivo de eficacia</i> .....	35
<b>Tabla 12.</b> <i>Recolección de productividad febrero 2023</i> .....	37
<b>Tabla 13.</b> <i>Recolección de productividad marzo 2023</i> .....	38
<b>Tabla 14.</b> <i>Recolección de productividad abril 2023</i> .....	39
<b>Tabla 15.</b> <i>Análisis descriptivo de productividad</i> .....	40
<b>Tabla 16.</b> <i>Proceso de implementación de la propuesta de mejora</i> .....	42
<b>Tabla 17.</b> <i>Identificación de desperdicios iniciales</i> .....	48
<b>Tabla 18.</b> <i>Formato para el cumplimiento de actividades</i> .....	50
<b>Tabla 19.</b> <i>Identificación de desperdicios iniciales y finales</i> .....	51
<b>Tabla 20.</b> <i>Desperdicios antes y después</i> .....	51
<b>Tabla 21.</b> <i>Formato para la asistencia de capacitación</i> .....	52
<b>Tabla 22.</b> <i>Identificación de materiales de requerimientos</i> .....	53
<b>Tabla 23.</b> <i>Identificación de actividades más largas</i> .....	54
<b>Tabla 24.</b> <i>Tabla de proveedores</i> .....	55
<b>Tabla 25.</b> <i>Stock de inventarios</i> .....	56
<b>Tabla 26.</b> <i>Bill of Materials para mantenimiento de motor</i> .....	56
<b>Tabla 27.</b> <i>Diagrama de Gantt para la adquisición de materiales</i> .....	57
<b>Tabla 28.</b> <i>Recolección de eficiencia agosto 2023</i> .....	57
<b>Tabla 29.</b> <i>Recolección de eficiencia septiembre 2023</i> .....	59
<b>Tabla 30.</b> <i>Recolección de eficiencia octubre 2023</i> .....	60
<b>Tabla 31.</b> <i>Análisis descriptivo de eficiencia (post test)</i> .....	61
<b>Tabla 32.</b> <i>Recolección de eficacia agosto 2023</i> .....	63

<b>Tabla 33.</b> <i>Recolección de eficacia septiembre 2023</i> .....	64
<b>Tabla 34.</b> <i>Recolección de eficacia octubre 2023</i> .....	65
<b>Tabla 35.</b> <i>Análisis descriptivo de eficacia (post test)</i> .....	66
<b>Tabla 36.</b> <i>Recolección de productividad agosto 2023</i> .....	68
<b>Tabla 37.</b> <i>Recolección de productividad septiembre 2023</i> .....	69
<b>Tabla 38.</b> <i>Recolección de productividad octubre 2023</i> .....	70
<b>Tabla 39.</b> <i>Análisis descriptivo de productividad (post test)</i> .....	71
<b>Tabla 40.</b> Flujo económico y financiero.....	73
<b>Tabla 41.</b> Indicadores económicos .....	73
<b>Tabla 42.</b> <i>Evaluación comparativa del nivel de eficiencia</i> .....	76
<b>Tabla 43.</b> <i>Evaluación comparativa del nivel de eficacia</i> .....	77
<b>Tabla 44.</b> <i>Evaluación comparativa del nivel de productividad</i> .....	78

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Misión de la empresa de mantenimiento.....	19
Figura 2. Visión de la empresa de mantenimiento .....	19
Figura 3. Organigrama de la empresa de mantenimiento .....	20
Figura 4. Diagrama de Pareto .....	26
Figura 5. Blogspot de la agrupación de porcentajes de la eficiencia.....	30
Figura 6. Diagrama lineal de los índices de eficiencia.....	31
Figura 7. Blogspot de la agrupación de porcentajes de la eficiencia.....	35
Figura 8. Diagrama lineal de los índices de eficacia .....	36
Figura 9. Blogspot de la agrupación de porcentajes de la productividad .....	40
Figura 10. Diagrama lineal de los índices de productividad .....	41
Figura 11. Diagrama de Gantt para la propuesta de mejora .....	44
Figura 12. VSM inicial .....	47
Figura 13. VSM final.....	49
Figura 14. Blogspot de la agrupación de porcentajes de la eficiencia postest .....	61
Figura 15. Diagrama lineal de los índices de eficiencia (post test).....	62
Figura 16. Blogspot de la agrupación de porcentajes de la eficacia postest .....	67
Figura 17. Diagrama lineal de los índices de eficacia (post test).....	67
Figura 18. Blogspot de la agrupación de porcentajes de la productividad .....	72
Figura 19. Diagrama lineal de los índices de productividad postest.....	72
Figura 20. Blogspot comparativo eficiencia.....	76
Figura 21. Blogspot comparativo eficacia.....	77
Figura 22. Blogspot comparativo productividad.....	78

## RESUMEN

La presente investigación lleva por título “Aplicación de Lean Manufacturing para incrementar la productividad del área logística de una empresa de mantenimiento, Lima, 2023”. Tuvo como objetivo general determinar el efecto de la aplicación de Lean Manufacturing en la productividad del área logística de una empresa de mantenimiento; la población estuvo constituida por las actividades del proceso de mantenimiento durante los periodos de febrero, marzo y abril, la implementación llevada a cabo en enero del 2023, siendo la variable independiente las lean manufacturing y la variable dependiente la productividad.

El estudio de la investigación se desarrolló desde un enfoque cuantitativo, con un diseño pre-experimental de nivel explicativo; los instrumentos abordados para la recopilación de información fueron fichaje, registros de tiempos de actividades y productividades (formatos de recolección), cuyos resultados se presentan en tablas y figuras presentadas.

Entre las principales conclusiones se tiene que la aplicación de la herramienta lean manufacturing mejora la productividad en el área de logística de una empresa de mantenimiento, dado que la media de este valor antes de implementar la metodología (42.26%) fue menor a la media después de ser implementada (89.69%); lo que representó un incremento de 12%.

**Palabras clave:** Lean manufacturing, eficiencia, eficacia, productividad.

## **ABSTRACT**

The present investigation is entitled “Application of Lean Manufacturing to increase the productivity of the logistics area of a maintenance company, Lima, 2023”. Its general objective was to determine the effect of the application of Lean Manufacturing on the productivity of the logistics area of a maintenance company; the population was made up of the activities of the maintenance process during the periods of february, march and april, the implementation carried out in january 2023, the independent variable being lean manufacturing and the dependent variable being productivity.

The research study was developed from a quantitative approach, with a pre-experimental design at an explanatory level; the instruments addressed for the collection of information were clocking, records of activity times and productivity (collection formats), the results of which are presented in tables and figures presented.

Among the main conclusions is that the application of the lean manufacturing tool improves productivity in the logistics area of a maintenance company, given that the average of this value before implementing the methodology (42.26%) was lower than the average after if implemented (89.69%); which represented an increase of 12%.

**Keywords:** Lean Manufacturing, efficiency, effectiveness, productivity.

# I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la globalización ha forzado a las empresas de todo el mundo a enfocarse en mejorar sus procesos productivos, de tal manera que puedan sobresalir entre sí mismas, evidenciando incrementos sustanciales en la calidad de sus productos o servicios, su crecimiento físico e incluso mejorando su competitividad (Ramírez, Magaña y Ojeda 2022). Fontalvo, De La Hoz y Morelos (2018) por su parte, señalan que la productividad es un indicador clave para conocer cuán competitivas pueden llegar a ser las empresas durante un periodo de tiempo o dentro de un mercado en el que operan, los países con mejores índices de productividad empresarial son Taiwán, Singapur, Corea del Sur, Hong Kong y Malasia con indicadores entre 1.3% y 1.2% frente a países latinoamericanos que apenas llegan a 0.4% y 0.8% como lo son Chile y Colombia respectivamente. Autores como Jaimes, Luzardo y Rojas (2018) y Mandariaga (2019) precisan que el talento humano es el principal factor determinante que mantienen las empresas para garantizar adecuados niveles de productividad, ya que su importancia radica en el rendimiento que puedan desarrollar en el desarrollo de productos y/o servicios. Alrededor del mundo, se han obtenido múltiples resultados positivos tras la aplicación de las herramientas en mención, como por ejemplo los resultados de Antón y Clavijo (2019) en Ecuador, quienes, a través de la aplicación de la metodología lean manufacturing, específicamente con las herramientas 5S y Kaizen, lograron demostrar un incremento del 34% en la productividad de su empresa.

En Perú la situación es análoga a lo que pasa en el resto del mundo, pues, los empresarios mantienen el afán de querer ofrecer productos y/o servicios con un nivel alto de calidad para lograr mantener una satisfacción exitosa con los clientes, sin embargo, omiten la idea de la aplicación de alguna metodología que permita un control y a la vez un incremento sobre el indicador de productividad. Según las últimas cifras de cálculo de productividad empresarial en el Perú, el país presentó un ratio de 0.7% para el año 2020 con respecto de los demás países de Sudamérica (Céspedes, Lavado y Ramírez, 2020). Por otra parte, para visualizar el comportamiento que ha tenido la productividad empresarial en el Perú, estas cifras fueron representadas gráficamente por medio de un gráfico de frecuencias que se presenta en el anexo 8. En el referido anexo, se puede observar cómo ha ido variando la productividad en las empresas peruanas, sin embargo, si se compara

con el resto del mundo, o al menos con América Latina, el resultado sigue siendo desalentador ya que en países vecinos se tienen cifras por encima del promedio del mercado peruano, y todo ello debido a un descuido del capital humano al realizar las actividades según (Juárez et al., 2021)

En este contexto se presenta a la empresa donde se realizará el siguiente estudio, una empresa que se dedica a la prestación del servicio de mantenimiento para clientes del sector minero en el Perú desde hace aproximadamente 20 años, sin embargo, en los últimos años su productividad se ha visto sustancialmente disminuida por factores internos. Igualmente, en el anexo 9, se presentó un diagrama de Ishikawa mediante el método de las 6M con los principales problemas que han venido generando los bajos niveles de productividad según un reporte del área de logística de la empresa en mención, dichas causas fueron codificadas en el anexo 10, y se ingresaron en una matriz de correlación para determinar su relación entre ellas (ver anexo 11) considerando como puntuación 0 si no existe relación, 1 si existe una relación baja, 2 si existe una relación media y 3 si existe una relación alta, posteriormente a ello, en el anexo 12 se realizó una matriz de puntuación según lo obtenido en la matriz anterior y se procedió a realizar la priorización (ver anexo 13), con dichos datos, se realizó un diagrama de Pareto (ver anexo 14) para determinar visualmente las causas más críticas y con ello, se diseñó una matriz de estratificación (ver anexo 15) para identificar las propuestas de solución teniendo al lean manufacturing, la mejora del proceso administrativo y la aplicación del estudio del trabajo, sin embargo, al realizar la matriz de alternativas de solución (ver anexo 16) se logró determinar que la mejor alternativa sería el lean manufacturing teniendo en cuenta criterios como solución al problema, costos, tiempo y su facilidad de implementación.

Ante lo identificado, nació la necesidad de investigar, ¿Cómo la aplicación de Lean Manufacturing incrementará la productividad del área logística de una empresa de mantenimiento, Lima 2023? y los problemas específicos, ¿Cómo la aplicación de lean manufacturing incrementará la eficiencia en el tiempo del área logística de una empresa de mantenimiento – Lima, 2023? y ¿Cómo la aplicación de lean manufacturing incrementará la eficacia del cumplimiento de actividades a tiempo en el área logística de una empresa de mantenimiento – Lima, 2023? Además, se presentaron las diferentes justificaciones que apoyan a la investigación, teniendo

como justificación teórica la definición de ambas variables tanto dependiente como independiente, en conjunto con sus respectivas dimensiones e indicadores que servirán para futuras investigaciones como la necesidad de conocer sobre lean manufacturing y la productividad en un contexto empresarial peruano (Álvarez, 2020). Por otra parte, se justificó de manera práctica puesto que se buscará dar soluciones factibles al bajo nivel de productividad que se vienen identificando en la empresa de mantenimiento por medio de la aplicación de dos herramientas pertenecientes a la filosofía lean manufacturing, todo ello, con el fin de erradicar el problema o por lo menos, minimizarlo (Álvarez, 2020). Finalmente, se justificó de manera económica debido a que, con los resultados de la presente investigación por medio de la mejora de la productividad, se logrará incrementar los ingresos de la empresa demostrándose en el análisis económico en el capítulo 3 del informe (Baena, 2017). Para lograr tal fin, se diseñaron los siguientes objetivos de investigación, objetivo general: Determinar cómo la aplicación de Lean Manufacturing incrementa la productividad del área logística de una empresa de mantenimiento, Lima, 2023, así mismo, los objetivos específicos: Determinar cómo la aplicación de lean manufacturing incrementa la eficiencia en el tiempo del área logística de una empresa de mantenimiento – Lima, 2023 y Determinar cómo la aplicación de lean manufacturing incrementa la eficacia del cumplimiento de actividades a tiempo en el área logística de una empresa de mantenimiento – Lima, 2023; en conjunto con la hipótesis general: La aplicación de lean manufacturing incrementa la productividad del área logística de una empresa de mantenimiento – Lima, 2023.

## **II. MARCO TEÓRICO**

En Ecuador Naranjo y Ocaña (2022) realizaron una investigación titulada “Plan de mejoramiento de la productividad a través de herramientas lean manufacturing para la disminución de desperdicios en el proceso de empaclado y almacenamiento de la empresa Mascorona y Solog Cia”, que estuvo enfocada en mejorar la productividad de una empresa a través de las herramientas lean manufacturing. La investigación fue aplicada, de enfoque cuantitativo y con población conformada por 4 trabajadores del área de empaque y almacenamiento. Los instrumentos considerados fueron hojas de registro, matrices de recolección de datos y formatos para diagramas. Los principales hallazgos de la investigación fueron que a través del lean manufacturing, la productividad mejoró un 2.27%, es decir pasó de una medición inicial de 3.08 a una medición final de 3.15. Ante ello, los autores concluyen que la productividad de la empresa se vio mejorada con respecto de la aplicación del lean manufacturing.

Así mismo, Álava y Goya (2022) desarrollaron una investigación de maestría titulada “Implementación de herramientas Lean Manufacturing para optimizar los costos de producción y aumentar la productividad en una empresa productora de absorbentes en la ciudad de Guayaquil”, tuvo por finalidad aumentar la productividad de una empresa productora de artículos absorbentes por medio de la implementación de herramientas lean manufacturing. Dicho estudio fue aplicado, con diseño experimental y su muestra fueron 770 órdenes de producción de los años 2019 a 2022. Entre los instrumentos que se utilizaron se tuvo a la guía de entrevista y un check list. Los resultados indican que la productividad aumento un 1.75% con la implementación de las herramientas lean manufacturing. Por tanto, se concluye que mediante tal implementación, la productividad de la empresa de absorbentes se vio incrementada.

Además, Pachacama (2019) desarrolló un proyecto de investigación de maestría titulada “Mejora de la productividad, en el área de mecanizado transfer para la fabricación de grifería en la empresa Franz Viegner, mediante la implementación de la metodología Lean Manufacturing”, que tuvo como objetivo mejorar la productividad mediante la aplicación del lean manufacturing en el área de mecanizado de una empresa grifera. Asimismo, se trató de un estudio aplicado y cuantitativo mientras que la población y muestra no fueron especificadas. Los instrumentos utilizados fueron un cronómetro y unos formatos de recolección, por

tanto, los resultados principales precisan que la productividad del proceso de mecanizado se incrementó en 5.27% concluyéndose de este estudio que las herramientas implementadas de la metodología lean manufacturing incrementaron la productividad de la empresa en estudio.

En tanto, Apushón (2019) realizó un proyecto de investigación de maestría titulada “Incremento de la productividad del área de costura de la línea de producción de calzado escolar en el segmento femenino en Plasticaucho Industrial S.A. Utilizando la metodología de manufactura esbelta”, que estuvo orientado a utilizar la metodología lean manufacturing para demostrar un incremento en la productividad, para ello, se utilizó una investigación de enfoque cuantitativo. La población no fue especificada y los instrumentos fueron formatos de recolección para la productividad de los meses analizados. Los resultados apuntan a que la productividad se incrementó en un 33.3% con respecto de la implementación de las herramientas en cuestión. Se concluye que la productividad se incrementó gracias a la aplicación de tales herramientas de la filosofía lean manufacturing.

Carrillo et al. (2019) desarrollaron un artículo de investigación titulado “Lean manufacturing: 5 s y TPM, herramientas de mejora de la calidad. Caso empresa metalmecánica en Cartagena, Colombia”, que tuvo por finalidad implementar la metodología LM en una empresa metalmecánica y de mantenimiento. Tal investigación fue de tipo aplicada, la muestra fueron los registros de productividad en periodos específicos y las técnicas utilizadas fueron la observación, la encuesta y el análisis de documentos. Los principales hallazgos de los investigadores fueron que la empresa necesitaba la aplicación de las herramientas y mejoraron su efectividad en 57%. Los autores concluyen que el LM incrementa el nivel de indicadores de gestión pertinentes para las empresas de este tipo, incluyéndose a la productividad.

A nivel nacional, se presentó a Jimenez y Tavera (2022) donde su investigación titulada “Implementación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad del área administrativa de la Empresa de Transportes Los Andes S.R.L, Trujillo 2022” estuvo relacionada al área administrativa de una empresa de transportes, para mejorar su productividad mediante la aplicación de LM, su objetivo principal fue implementar las herramientas LM para mejorar lo anteriormente ya mencionado. Este estudio fue de tipo explicativa, con un diseño pre experimental y un enfoque

cuantitativo. Además, la población estuvo conformada por todos los procesos que son atendidos en el área administrativa en un tiempo de 30 días. Los instrumentos que se utilizaron fueron unos formatos de recolección para la productividad. Los resultados que se obtuvieron fue que el cumplimiento del indicador de las 5S estuvo inicialmente en 43% y mejoró a un 90%; además, el KPI de desempeño estuvo al inicio en 63% y mejoró a 97.6%; y se obtuvo un aumento de la productividad de mano de obra en 85%, en la productividad de recursos en 16% y en la productividad global una tasa de crecimiento de 55%. Se concluyó, que con la implementación de Lean Manufacturing a través de sus herramientas VSM, 5S y KPI se logró una mejora en la productividad del área administrativa de la empresa Los Andes S.R.L de un 36% a un 56%.

Hernández y Ríos (2022) realizaron una investigación titulada “Aplicación de herramientas lean manufacturing para mejorar la productividad de la empresa LT Multiservices SAC”, donde buscaron mejorar la productividad en la empresa de servicios, con la aplicación de herramientas Lean Manufacturing. La metodología de esta investigación fue de tipo aplicada, el diseño fue experimental de tipo pre experimental, el enfoque fue de tipo cuantitativo y la población fueron todos los procesos o actividades que intervienen en el área de producción de la palta, en donde se pretende realizar un estudio, Con respecto a los instrumentos utilizados fueron, guía de entrevista, ficha de registro de los problemas de la empresa, ficha de registro de la productividad multifactorial, check list de las 5s, ficha de registro de la eficiencia global de la planta y la ficha de registro para el tiempo de preparación. Los resultados obtenidos fueron que se logró mejorar la productividad aumentando un 16%. Se concluye que con la aplicación de dichas herramientas si se logró incrementar la productividad de la empresa mencionada.

De igual forma, se contó con el estudio de Ocola (2021) titulado “Implementación de Lean manufacturing para mejorar la productividad en el área de procesos de la empresa AMI Servicios S.A.C, Arequipa 2021” que estuvo enfocado en el área de procesos de una empresa, para incrementar su productividad, mediante Lean Manufacturing, su objetivo general fue determinar cómo la aplicación de LM mejora la variable dependiente ya señalada. Esta investigación fue de tipo aplicado, con un diseño experimental, en su modalidad cuasiexperimental y un enfoque

cuantitativo. Asimismo, la población de este estudio estuvo compuesta por la cantidad de órdenes atendidas y cantidad de órdenes registradas del área de procesos, en un tiempo de 11 semanas. Los instrumentos utilizados fueron los formatos para la productividad del pre test y post test, y los formatos para el análisis de las 5'S. Sus hallazgos obtenidos son que al optimizar los tiempos se logró incrementar la eficiencia de un 58% a un 75%, y la eficacia de un 58.3% a un 86%. Se concluyó que la aplicación de LM mejoró la productividad del área de procesos de la empresa AMI Servicios S.A.C un 41%, ya que pasó de un 36% a un 77%.

De igual manera, León, Medina y Méndez (2020) redactaron un artículo científico titulado “Aplicación de la mejora continua para incrementar la productividad de la empresa J.C. Astilleros-División Minera”, el cual se enfocó en mejorar el indicador de productividad de la empresa minera en mención a través de una herramienta LM. El estudio fue de tipo aplicado, el diseño experimental y la población fueron el registro de la productividad de 3 meses del año 2019, los instrumentos utilizados fueron un check list, un cuestionario y formatos de recolección. Los resultados señalan que la productividad varió en 59.25%. Finalmente, se concluye que la productividad se vio incrementada con la herramienta utilizada, demostrándose tal aumento en la prueba T aplicada.

Finalmente, Huamán (2021) en su investigación de pregrado titulada “Implementación de la metodología 5S para incrementar la productividad en el área de producción en una planta siderúrgica”, que persiguió el fin de incrementar el nivel de productividad de una planta siderúrgica utilizando una herramienta Lean Manufacturing, empleó un tipo de estudio aplicado con diseño experimental y clasificación pre experimental, la población de estudio estuvo constituida por un total de 100 colaboradores entre operarios, personal de la supervisión y jefes de área, sin embargo, al aplicar un muestreo no probabilístico por conveniencia, se estimó una muestra conformada por 40 colaboradores del área de producción de dicha planta. Para las técnicas e instrumentos de recolección de datos se utilizó el análisis documental para recopilar la información correspondiente a la productividad de los meses del pre test, así como la productividad del post test a través de unos formatos diseñados para la obtención de dicha información, además se utilizó la observación a través de un check list para evaluar el cumplimiento inicial

y final de la metodología empleada. Por otra parte, los resultados que se obtuvieron del estudio indicaron que existe una relación significativa entre las variables metodología 5S y productividad, ya que así se determinó mediante una prueba de hipótesis, además, la productividad incrementó del 82.14% al 92.94%, la eficacia paso del 90.35% al 97.44% y finalmente la eficiencia logró aumentarse del 90.90% al 95.36%. De esta forma, el autor concluye que mediante la aplicación de la metodología 5S se consigue un orden adecuado en el modelo de trabajo, la clasificación correcta de los materiales y la estandarización necesaria en los métodos de trabajo, de tal manera que estos factores impactan positivamente en la productividad.

Con respecto a las teorías relacionadas a las variables, Hernández y Sisniegas (2022) sostienen que el lean manufacturing funciona como solución factible para la reducción de los desperdicios de un proceso productivo y en relación con ello, la evolución de una mejora continua que tienen impacto significativo en la productividad, teniendo en cuenta que dicha metodología nace del Sistema de Producción Toyota. Asimismo, Sarria, Fonseca y Bocanegra (2017) precisan que esta variable se dimensiona de la siguiente forma: VSM, es una herramienta implementada que tiene como propósito mejorar el flujo de un proceso productivo de alguna empresa, desde el inicio hasta su entrega con el cliente, a través de un constante análisis y visualización.

Por otra parte, Sarria, Fonseca y Bocanegra (2017) mencionan que el Just in Time es un método utilizado para organizar la producción de una empresa, con el único objetivo de tener en cuenta la cantidad necesaria que se va a necesitar de producto, en el lugar y tiempo adecuado, ni antes y mucho menos después. Mientras que Degregori y Izquierdo (2019), lo definen como el sistema que permite organizar la producción, con el fin de elaborar la cantidad necesaria de acuerdo a los pedidos solicitados, para así disminuir el tiempo que conlleva desde que el cliente solicita algo hasta que lo recibe.

Con respecto de la variable dependiente que es productividad, Fontalvo, De La Hoz y Morelos (2017) señalan que es un indicador que evalúa la relación entre entradas y salidas de un proceso, mientras que, Isham, Mair y Jackson (2021) sostienen que puede ser incrementada mediante el aseguramiento del bienestar de los trabajadores y el ambiente de trabajo. Por otro lado, Díaz y Toscano (2022)

comentan que la productividad evalúa el rendimiento de un proceso en función a la eficiencia del tiempo y la eficacia del cumplimiento. Ante ello, Restrepo, Estrada y Ballesteros (2017) indica que maximiza lo producido con un mínimo de recursos. Por otra parte, Calvo, Pelegrín y Gil (2018) precisan el cálculo de la eficiencia a través de una fórmula matemática especificada en el capítulo tres. Así mismo, Torres, Ubaldo y Quiroz (2019) menciona que la eficacia prioriza el cumplimiento de las metas desenfocando los recursos a utilizar. Su fórmula matemática quedó expresada en el capítulo tres.

Con relación a los enfoques conceptuales de las variables, Huertas (2019) menciona que Lean Manufacturing es un sistema que permite y busca la mejora de procesos, con el único objetivo de eliminar todas las actividades que al cliente no le generan valor. Mientras que Sarria, Fonseca y Bocanegra (2017) lo define como el método que permite a una empresa organizar el trabajo y optimizar el proceso productivo, reconociendo y eliminando los desperdicios o recursos que no son de valor para el cliente. Con respecto de los enfoques conceptuales de la variable dependiente, Franco, Uribe y Agudelo (2021) mencionan que la productividad resulta ser un indicador clave para evaluar el rendimiento de un flujo productivo en función al trabajo y los recursos que se emplean.

### **III. METODOLOGÍA**

### **3.1 Tipo y diseño de investigación**

#### **Tipo de investigación**

Según Sánchez, Reyes y Mejía (2018) las investigaciones pueden ser de tipo básica y aplicada. Las investigaciones básicas hacen referencia a la generación de nuevos conocimientos en una problemática específica sin ningún objetivo de aplicación práctica. Esteban (2018) menciona que las investigaciones aplicadas son aquellas que utilizan los conocimientos que se logran en una investigación básica con el fin de proporcionar una solución a los problemas identificados en un contexto.

Dicho esto, la presente investigación fue de tipo aplicada debido a que se identificó un problema evidente en los bajos niveles de productividad en la empresa en estudio, por tanto, teniendo como base los conocimientos asociados a la metodología Lean Manufacturing, sus dimensiones e indicadores, se buscará dar una solución a esta problemática planteada.

#### **Diseño de investigación**

Según lo que mencionan Monjarás et al., (2019) las investigaciones con un tipo aplicado, pueden presentar un diseño experimental que hace referencia a los estudios donde el investigador realiza una manipulación de las variables de estudio con el fin de explicar y detallar el comportamiento de un fenómeno, por otra parte también se puede presentar un diseño observacional (no experimental) el cual está enfocado a una descripción neta de las variables en cuestión, sin involucrarse ni manipular su funcionamiento, además, Arias (2021) agrega que los diseños experimentales se logran categorizar en experimentales puros, cuasi experimentales y preexperimentales, estos últimos hacen referencia a la aplicación de una comparación de grupos en forma de pre test (antes de la aplicación) y post test (después de la aplicación), luego de haber evidenciado la aplicación de un estímulo.

En tal sentido, la investigación buscó tener una manipulación sobre la variable productividad, en un marco de aplicación del Lean Manufacturing, es decir, se tomará como punto de inicio el nivel de productividad inicial (pre test) y tras la aplicación del Lean Manufacturing, se pretenderá volver a medir la productividad final (post test) y determinar si se evidencia algún incremento. De esta forma, la

presente investigación tuvo un diseño experimental de clasificación pre experimental.

Para un mejor entendimiento, a continuación, se presenta una gráfica sobre el diseño de investigación aplicado:

### **Figura 1**

*Representación gráfica del diseño experimental – preexperimental*

O1 ----- X ----- O2

Fuente: (Hernández, Fernández y Baptista, 2014)

Dónde:

O1: hace referencia a la toma de productividad inicial antes de la aplicación del Lean Manufacturing, es decir, el pretest.

X: hace referencia a la aplicación del Lean Manufacturing, es decir, el estímulo insertado.

O2: se refiere a la toma de productividad final después de la aplicación del Lean Manufacturing, es decir, el post test.

Los enfoques de la investigación pueden ser tanto cuantitativos como cualitativos según lo que mencionan (Jiménez, Contreras y López, 2022). Además, Ñaupas et al. (2018) agrega que los enfoques cuantitativos se presentan cuando la finalidad de la investigación es corroborar el comportamiento de un fenómeno que ha sido planteado mediante la formulación de una hipótesis, todo ello por medio de la aplicación de la estadística que puede ser descriptiva o inferencial.

Por tal razón, la presente investigación tuvo un enfoque cuantitativo debido a que se planteó una hipótesis que será contrastada según los datos ingresados de los niveles de productividad y su variación por medio de la estadística inferencial.

Asimismo, una investigación presenta alcance explicativo cuando se pretende determinar un fenómeno a través de la interpretación de su comportamiento (Ramos, 2020).

### **3.2. Variables y operacionalización**

**Variable independiente:** Lean Manufacturing

### **Definición conceptual**

Conjunto de procedimientos aplicados al proceso productivo que tienen por objetivo identificar lo que realmente aporta valor hacia el cliente, además de eliminar todas aquellas actividades improductivas y establecer un flujo de trabajo continuo (Malpartida y Tarmeño, 2020)

### **Definición operacional**

Herramientas enfocadas a la mejora del diseño del flujo productivo con el fin de generar valor al proceso.

### **Indicadores**

- Para la dimensión VSM

$$VPP = \frac{ANAV}{TA}$$

Dónde:

VPP: Valor del proceso productivo.

ANAV: Actividades que no agregan valor.

TA: Total de actividades

- Para la dimensión Just in time

$$\% AT = \frac{CAAT}{TA}$$

Dónde:

AT: Actividades a tiempo

CAAT: Cumplimiento de actividades a tiempo

TA: Total de actividades

### **Escala**

Razón

**Variable dependiente:** productividad

### **Definición conceptual**

La productividad es el nivel de rendimiento que mantiene un proceso productivo desde el punto de vista de sus recursos y cómo los utiliza para la obtención de productos o servicios. (Fontalvo, De La Hoz y Morelos 2017)

### **Definición operacional**

La productividad comprenderá las dimensiones con sus indicadores de eficiencia en el tiempo de mantenimiento y eficacia en el cumplimiento de la planificación del servicio de mantenimiento.

Indicadores

- Para la dimensión eficiencia

$$\% \text{ Eficiencia} = \frac{TT}{TD} \times 100\%$$

Dónde:

TT: Tiempo real trabajado en el área logística

TD: Tiempo diario

Medición: mensual

- Para la dimensión eficacia

$$\% \text{ Eficacia} = \frac{ACT}{TAA} \times 100\%$$

Dónde:

ACT: actividades cumplidas a tiempo

TAA: total de actividades del área

Medición: mensual

### **3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis**

#### **Población**

Ventura (2017) comenta que la población de un estudio está determinada por el conjunto universo de los elementos a investigar. Usualmente la población debe ser lo más general posible y abarca todo tipo de elementos que el investigador crea conveniente estudiar.

En tal sentido, la población estuvo conformada por el total de productividades diarias calculadas respecto a los tiempos y actividades realizadas en el área de logística.

- Criterios de inclusión

Se incluirán el total de productividades calculadas respecto a los tiempos y actividades realizadas en el área de logística.

- Criterios de exclusión

Se excluirán el total de productividades calculadas respecto a los tiempos y actividades realizadas en condiciones excepcionales (pedidos especiales o complementarios, trabajo fuera del horario normal).

### **Muestra**

Por otro lado, según Cortés et al. (2020) la muestra es una porción calculada de la población de estudio que sirve para poder aplicarse los instrumentos de la manera más óptima posible. Dicho esto, la muestra de la investigación fueron el total de productividades diarias calculadas respecto a los tiempos y actividades realizadas en el área de logística durante 88 días para el pretest y 88 días para el post test (ver anexo 17)

### **Muestreo**

Según Otzen y Manterola (2017) el muestreo es el procedimiento que se realiza para calcular la muestra del estudio. Puede ser probabilístico o no probabilístico, este último incluye un método llamado por conveniencia, que hace referencia a la estimación de la muestra según el interés del autor y el propósito de su investigación.

Es así que para calcular la muestra de la investigación se realizó un muestreo probabilístico especificada en el anexo 17 de los cuales se obtuvo un total de 88 días de recolección de productividades respecto a los tiempos y actividades del área logística.

### **Unidad de análisis**

La unidad de análisis según Medina (2022) es la descripción del elemento como tal que se va a evaluar, estudiar o analizar en una investigación.

Por tanto, la unidad de análisis estuvo conformada por una productividad diaria calculadas respecto a los tiempos y actividades realizadas en el área de logística.

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

Observación. Según Vizcarra, Rekalde y Macazaga (2014) la observación es una técnica muy utilizada en la investigación debido a que proporciona estados iniciales para el estudio, así como el seguimiento adecuado para el cumplimiento posterior de los procedimientos aplicados.

Fichaje. Según Loayza (2021) el fichaje es una técnica que sirve para filtrar y recopilar información conveniente para la investigación según la conveniencia del trabajador y lo que se tenga como objetivos.

Registros de tiempos de actividades y productividades (formatos de recolección). Cisneros et al. (2022) señalan que son piezas clave para la obtención de información de manera ordenada. Permiten al investigador recopilar la información necesaria siguiendo una estructura que facilite el cumplimiento de los objetivos.

Este instrumento fue utilizado para recopilar información sobre la eficiencia, eficacia y productividad en los meses para el pre y post test. Ver anexo 2.

Con respecto a la validez de los instrumentos, se dio por medio del método de Juicio de expertos donde se obtuvo la participación de tres ingenieros industriales especialistas en el rubro, en tal sentido, Arias (2021) señala que la validez de contenido es aquella que garantiza el grado de medición que muestran los instrumentos.

A continuación, se presenta el detalle

**Tabla 1.** *Validación por juicio de expertos*

<b>Experto</b>	<b>Grado</b>	<b>Aprueba/desaprueba</b>
Díaz Dumont, Jorge Rafael	Doctor	Aprobado
Montoya Cárdenas, Gustavo Adolfo	Magíster	Aprobado
Franco Medina, Jorge Lázaro	Magíster	Aprobado

Fuente: elaboración propia.

Por otra parte, Arias (2021) señala que la confiabilidad es la consistencia que tienen un instrumento con respecto de su elaboración y su posterior aplicación.

En la presente investigación se utilizaron como instrumentos unos formatos de recolección para los tiempos de actividades, eficiencia, eficacia y productividad para reflejar el estado inicial y final de la empresa que ya son estándares.

### **3.5. Procedimientos**

#### **Empresa**

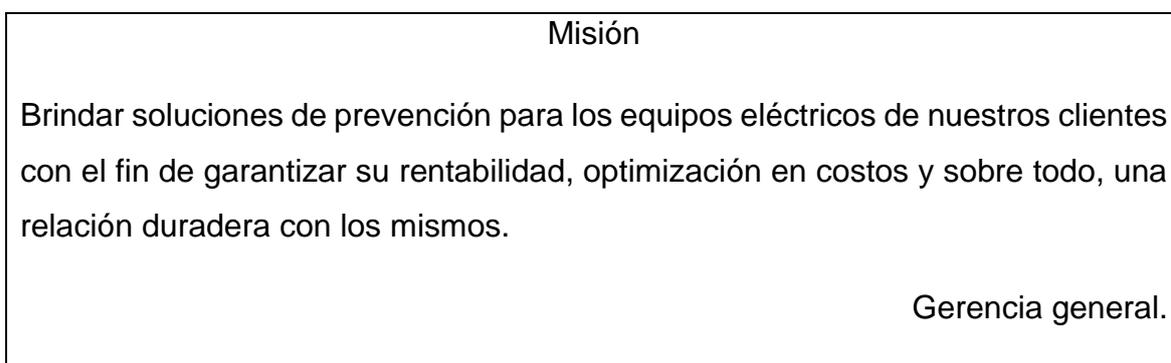
La empresa en estudio es una organización enfocada a la prestación de sus servicios en materia de mantenimiento para equipos eléctricos de mineras. Inició sus actividades desde el año 2018 y desde entonces, viene brindando soluciones

tecnológicas e innovadoras para el desarrollo sostenible teniendo presencia en múltiples proyectos del Perú.

Su actividad productiva está centrada en la ejecución de mantenimientos para equipos eléctricos en empresas del sector minero. Para ello, programa distintas actividades logísticas y de operaciones para garantizar la obtención de los recursos económicos, materiales y humanos necesarios para lograr cumplir con los objetivos del mantenimiento.

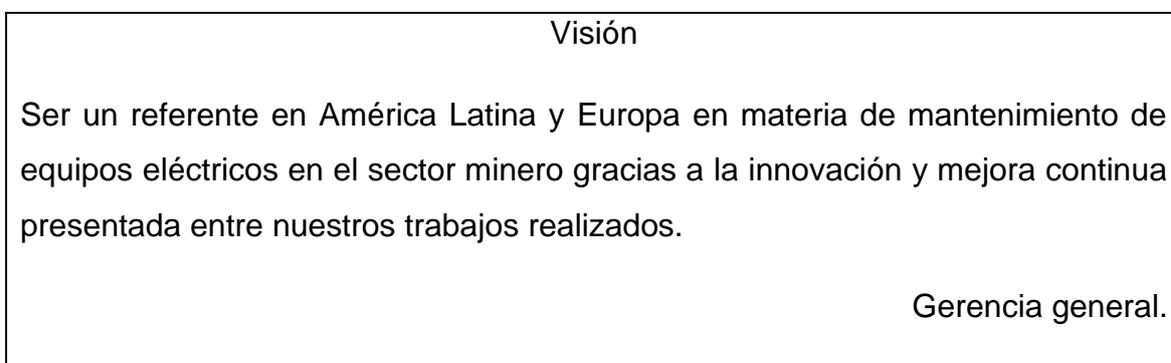
### **Misión, visión y valores asociados a la empresa**

**Figura 1.** *Misión de la empresa de mantenimiento*



Fuente: empresa de mantenimiento.

**Figura 2.** *Visión de la empresa de mantenimiento*



Fuente: empresa de mantenimiento.

### **Valores**

**Compromiso:** para con los clientes y nuestros colaboradores que día a día se encargan de garantizar un adecuado trabajo en las instalaciones de nuestros potenciales clientes.

**Puntualidad:** es un valor que lo asociamos con la responsabilidad que tenemos con nuestros clientes al cumplir con los servicios de mantenimiento en el periodo de tiempo establecido.

Garantía: es un valor que asignamos a nuestros servicios asegurando que el trabajo que se realiza se estructura de una manera impecable logrando satisfacer la necesidad de arreglo de nuestros clientes.

Mejora continua: es un valor moderno que añadimos a nuestra lista de valores y lo asociamos con que estamos en constantes cambios, adaptaciones y mejoras que requiere y existe el mercado para poder cumplir de manera efectiva con nuestros clientes y asegurando el bienestar de nuestros colaboradores.

### Estructura organizacional

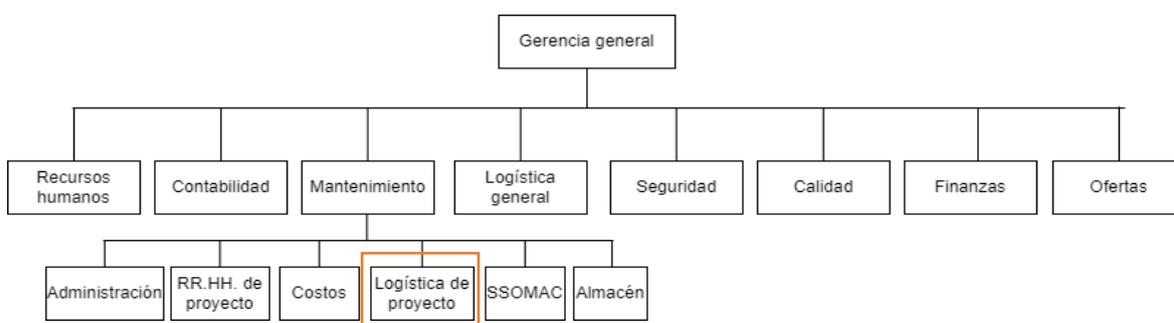
La empresa de mantenimiento que se está estudiando presenta una adecuada y ordenada estructura organizacional que se ha mantenido durante todos estos años, sin embargo, ha sufrido algunos cambios mínimos que no intervienen en la estructura final.

El organigrama se compone de:

- Gerencia general.
- Áreas como recursos humanos, contabilidad, mantenimiento, logística general, seguridad, calidad, finanzas y ofertas.
- El área de mantenimiento se subdivide en administración, recursos humanos de proyecto, costos, logística de proyecto, SSOMAC y el almacén.
- A su vez, el área de logística de proyecto es la encargada de cotizar, adquirir y suministrar los requerimientos necesarios que requiere el proyecto que se va a ejecutar. Cabe resaltar que esta área es el núcleo de la presente investigación.

A continuación, se representa de manera gráfica lo antes mencionado:

**Figura 3.** Organigrama de la empresa de mantenimiento



Fuente: empresa de mantenimiento.

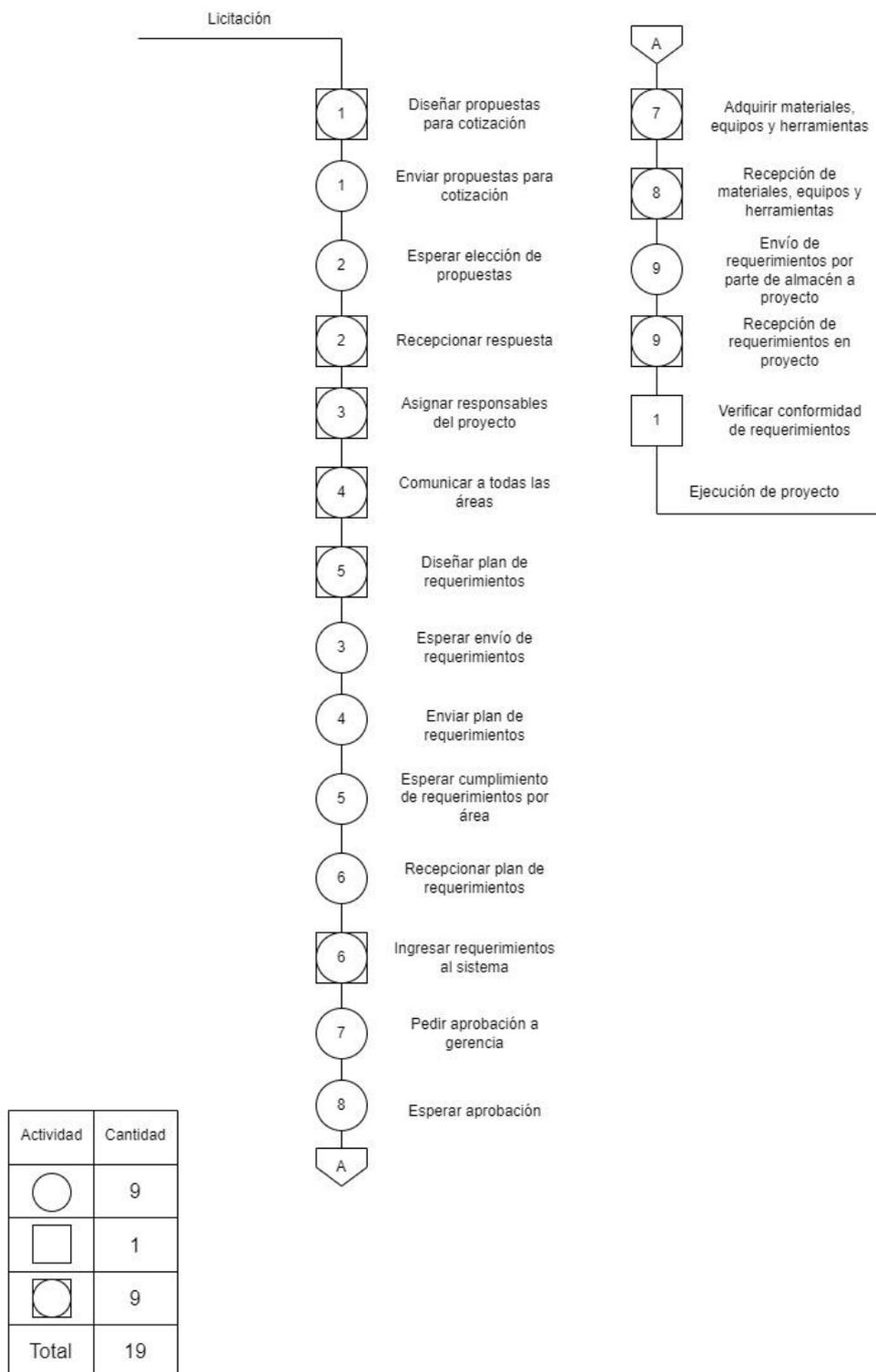
Como se observa en la figura anterior, la estructura organizacional de la empresa de mantenimiento está dada por un total de 8 áreas generales, mientras que el área de mantenimiento se subdivide en 6 departamentos, en los cuales se encuentra el de logística de proyecto

### **Definición del objeto de estudio**

El objeto de estudio es la productividad y su tendencia decreciente en el área logística de la empresa de mantenimiento, producto de múltiples causas relacionadas con la existencia de desperdicios que generan dicho comportamiento (verificar en anexo 9).

## Diagrama de Operaciones del Proceso

Figura 4. DOP del proceso

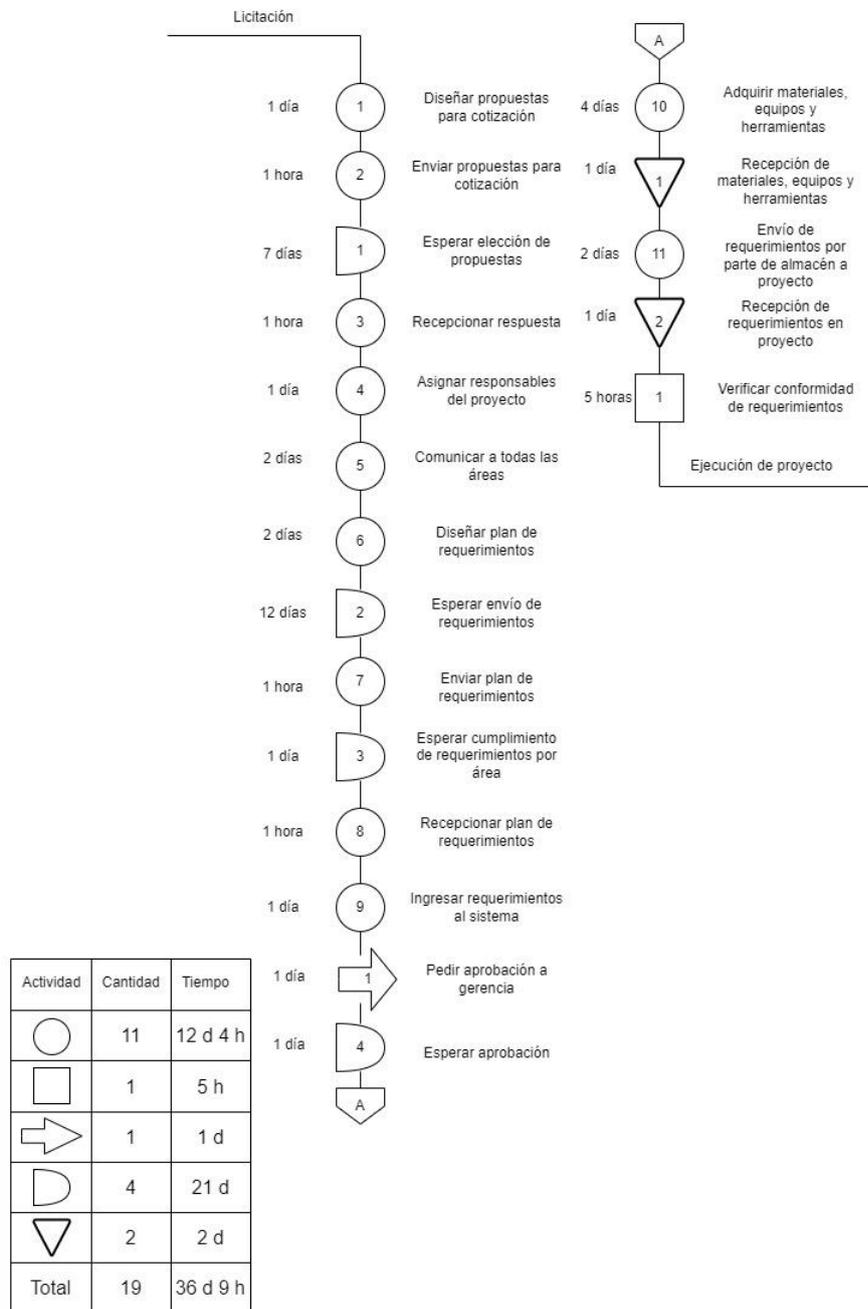


Fuente: empresa de mantenimiento.

Con relación a la figura anterior, el DOP cuenta con un total de 9 operaciones, 1 inspección y 9 combinados, lo que hace un total de 19 actividades en el proceso.

## Diagrama de Actividades del Proceso

Figura 5. DAP del proceso



Fuente: empresa de mantenimiento.

Con relación a la figura anterior, se observa que el DAP contiene un total de 11 operaciones con una duración total de 12 días y 4 horas, mientras que una inspección que tiende a demorar 5 horas, además de 1 transporte que generalmente dura 1 día, 4 esperas de 21 días y 2 almacenamientos de 2 días, dando una duración total de 36 días con 9 horas para la toma de requerimientos en el área logística de la empresa de mantenimiento.

## Identificación de actividades críticas

**Tabla 2.** *Identificación de actividades*

Código	Actividades Completas	Tiempos (h)
A1	Diseñar propuestas para cotización	8
A2	Enviar propuestas para cotización	1
A3	Esperar elección de propuestas	56
A4	Recepcionar respuesta	1
A5	Asignar responsables del proyecto	56
A6	Comunicar a todas las áreas	16
A7	Diseñar un plan de requerimientos	16
A8	Esperar envío de requerimientos	96
A9	Enviar plan de requerimientos	1
A10	Esperar cumplimiento de requerimientos por área	8
A11	Recepcionar plan de requerimientos	1
A12	Ingresar requerimientos del sistema	8
A13	Pedir aprobación de gerencia	8
A14	Esperar aprobación	8
A15	Adquirir materiales, equipos y herramientas	32
A16	Recepción de materiales, equipos y herramientas	8
A17	Envío de requerimientos por parte del almacén al proyecto	16
A18	Recepción de requerimientos en proyecto	8
A19	Verificar conformidad de requerimientos.	5

Fuente: empresa de mantenimiento

Como se observa en la tabla anterior, se identificaron las actividades según su tiempo de duración para ser ordenadas según su criticidad en la siguiente matriz de priorización.

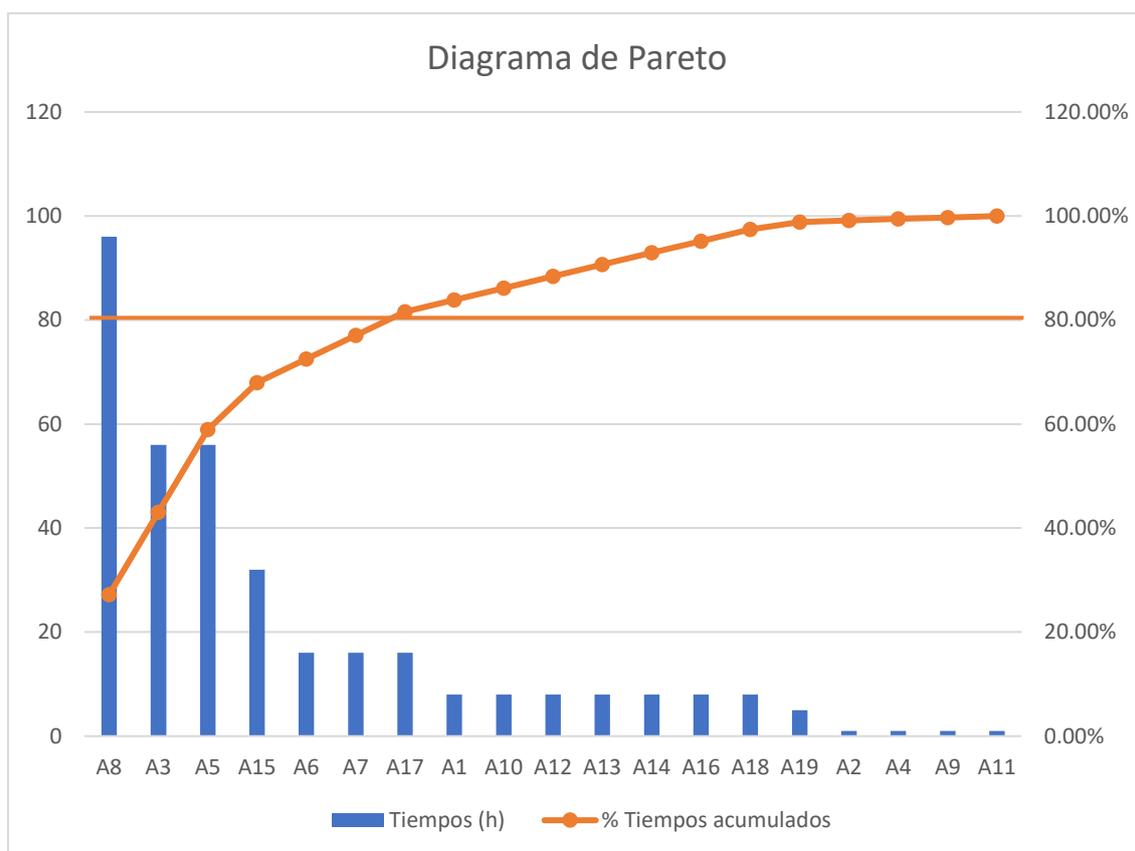
**Tabla 3. Frecuencias y clasificación ABC**

Código	Actividades Completas	Tiempo s (h)	% Tiempo s	% Tiempos acumulados	Clasificación ABC
A8	Esperar envío de requerimientos	96	27.20%	27.20%	
A3	Esperar elección de propuestas	56	15.86%	43.06%	
A5	Asignar responsables del proyecto	56	15.86%	58.92%	
A15	Adquirir materiales, equipos y herramientas	32	9.07%	67.99%	A
A6	Comunicar a todas las áreas	16	4.53%	72.52%	
A7	Diseñar un plan de requerimientos	16	4.53%	77.05%	
A17	Envío de requerimientos por parte del almacén al proyecto	16	4.53%	81.59%	
A1	Diseñar propuestas para cotización	8	2.27%	83.85%	
A10	Esperar cumplimiento de requerimientos por área	8	2.27%	86.12%	B
A12	Ingresar requerimientos del sistema	8	2.27%	88.39%	
A13	Pedir aprobación de gerencia	8	2.27%	90.65%	
A14	Esperar aprobación	8	2.27%	92.92%	
A16	Recepción de materiales, equipos y herramientas	8	2.27%	95.18%	
A18	Recepción de requerimientos en proyecto	8	2.27%	97.45%	
A19	Verificar conformidad de requerimientos.	5	1.42%	98.87%	C
A2	Enviar propuestas para cotización	1	0.28%	99.15%	
A4	Recepcionar respuesta	1	0.28%	99.43%	
A9	Enviar plan de requerimientos	1	0.28%	99.72%	
A11	Recepcionar plan de requerimientos	1	0.28%	100.00%	
		353	100.00%		

Fuente: tabla de identificación de actividades

Como se observa en la tabla anterior, se ordenaron las actividades del proceso en relación de mayor a menor con respecto de su tiempo de duración, donde se pudo obtener que las actividades más críticas son: esperar envío de requerimientos con un porcentaje de 27.20%, esperar elección de propuestas con un porcentaje de 43.06%, asignar responsables del proyecto con un porcentaje de 58.92%, adquirir materiales, equipos y herramientas con un porcentaje de 67.99%, comunicar a todas las áreas con un porcentaje de 72.52% y diseñar un plan de requerimientos con un porcentaje de 77.05%, siendo estas actividades las que corresponden a la clasificación A que representan el 80% de la criticidad del proceso de la empresa de mantenimiento.

**Figura 6.** Diagrama de Pareto



Fuente: tabla de frecuencias y clasificación ABC.

De igual forma, como se observa en la figura anterior, el diagrama de Pareto indica todas las actividades que corresponden al nivel de criticidad más alto, las cuales fueron según su codificación: A8, A3, A5, A15, A6, A7 y A17, todo ello en función a su tiempo de duración como actividad.

Posteriormente, se procedió a calcular los niveles de eficiencia (ver anexo 13), eficacia (ver anexo 14) para los meses del periodo del pre test que fueron febrero, marzo y abril. Dicho cálculo estuvo relacionado con datos extraídos del proceso productivo en función del tiempo trabajado diariamente en estos periodos, el tiempo disponible que se tuvo diariamente, las actividades que se cumplieron a tiempo y las actividades que se planificaron en total. Finalmente, la productividad para los meses del periodo del pre test fue calculada mediante la multiplicación de la eficiencia por la eficacia para obtener el resultado final.

A continuación, se muestran las tablas mencionadas:

**Tabla 4. Recolección de eficiencia febrero 2023**

<b>Empresa</b>	Empresa de mantenimiento	<b>Área</b>	Logística	FECHA DE INICIO
<b>Elaborado por:</b>	Torres Morales, Rosa Josselyn	<b>Aprobado por:</b>		
<b>Formato: Recolección de eficiencia (pretest)</b>				
Febrero	Tiempo trabajado	Tiempo diario (min)	Eficiencia	
1	390.00	480	81.25%	
2	450.00	480	93.75%	
3	450.00	480	93.75%	
4	420.00	480	87.50%	
5	480.00	480	100.00%	
6	420.00	480	87.50%	
7	450.00	480	93.75%	
8	390.00	480	81.25%	
9	450.00	480	93.75%	
10	390.00	480	81.25%	
11	420.00	480	87.50%	
12	420.00	480	87.50%	
13	390.00	480	81.25%	
14	390.00	480	81.25%	
15	390.00	480	81.25%	
16	390.00	480	81.25%	
17	420.00	480	87.50%	
18	540.00	480	112.50%	
19	420.00	480	87.50%	
20	390.00	480	81.25%	
21	390.00	480	81.25%	
22	420.00	480	87.50%	
23	390.00	480	81.25%	
24	390.00	480	81.25%	
25	390.00	480	81.25%	
26	450.00	480	93.75%	
27	390.00	480	81.25%	
28	420.00	480	87.50%	
Promedio	417.86	480	87.05%	

Fuente: área de operaciones de la empresa de mantenimiento

**Tabla 5. Recolección de eficiencia marzo 2023**

<b>Empresa</b>	Empresa de mantenimiento	<b>Área</b>	Logística	<b>FECHA DE INICIO</b>
<b>Elaborado por:</b>	Torres Morales, Rosa Josselyn	<b>Aprobado por:</b>		
<b>Formato: Recolección de eficiencia (pretest)</b>				
Marzo	Tiempo trabajo	Tiempo diario (min)	Eficiencia	
1	450.00	480	93.75%	
2	420.00	480	87.50%	
3	390.00	480	81.25%	
4	420.00	480	87.50%	
5	450.00	480	93.75%	
6	540.00	480	112.50%	
7	450.00	480	93.75%	
8	390.00	480	81.25%	
9	420.00	480	87.50%	
10	390.00	480	81.25%	
11	450.00	480	93.75%	
12	420.00	480	87.50%	
13	450.00	480	93.75%	
14	390.00	480	81.25%	
15	420.00	480	87.50%	
16	480.00	480	100.00%	
17	390.00	480	81.25%	
18	420.00	480	87.50%	
19	450.00	480	93.75%	
20	420.00	480	87.50%	
21	390.00	480	81.25%	
22	450.00	480	93.75%	
23	480.00	480	100.00%	
24	390.00	480	81.25%	
25	480.00	480	100.00%	
26	420.00	480	87.50%	
27	450.00	480	93.75%	
28	420.00	480	87.50%	
29	390.00	480	81.25%	
30	420.00	480	87.50%	
Promedio		480	89.58%	

Fuente: área de operaciones de la empresa de mantenimiento

**Tabla 6. Recolección de eficiencia abril 2023**

Empresa	Empresa de mantenimiento	Área	Logística	FECHA DE INICIO
Elaborado por:	Torres Morales, Rosa Josselyn	Aprobado por:		
Formato: Recolección de eficiencia (pretest)				
Abril	Tiempo trabajo	Tiempo diario (min)	Eficiencia	
1	420.00	480	87.50%	
2	390.00	480	81.25%	
3	420.00	480	87.50%	
4	450.00	480	93.75%	
5	390.00	480	81.25%	
6	450.00	480	93.75%	
7	420.00	480	87.50%	
8	450.00	480	93.75%	
9	390.00	480	81.25%	
10	420.00	480	87.50%	
11	450.00	480	93.75%	
12	390.00	480	81.25%	
13	390.00	480	81.25%	
14	420.00	480	87.50%	
15	510.00	480	106.25%	
16	450.00	480	93.75%	
17	420.00	480	87.50%	
18	390.00	480	81.25%	
19	450.00	480	93.75%	
20	390.00	480	81.25%	
21	450.00	480	93.75%	
22	420.00	480	87.50%	
23	480.00	480	100.00%	
24	390.00	480	81.25%	
25	420.00	480	87.50%	
26	450.00	480	93.75%	
27	390.00	480	81.25%	
28	420.00	480	87.50%	
29	390.00	480	81.25%	
30	420.00	480	87.50%	
Promedio	423.00	480	88.13%	

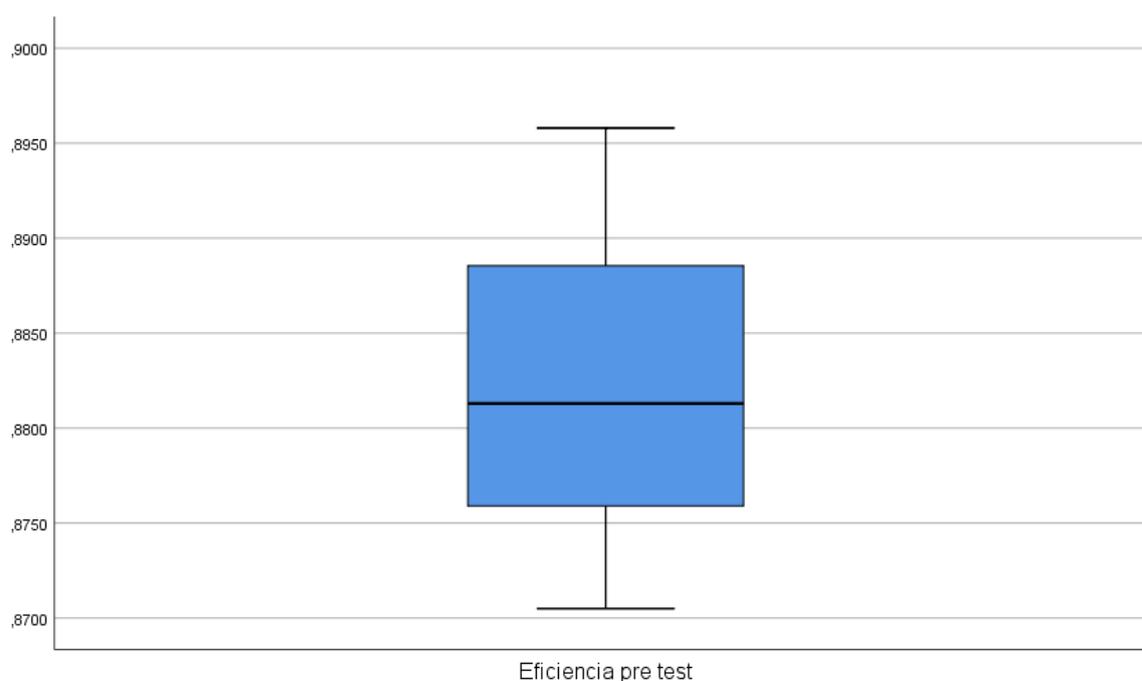
Fuente: área de operaciones de la empresa de mantenimiento

**Tabla 7. Análisis descriptivo de eficiencia**

Estadístico	Resultado
Media	88.25
Mediana	88.13
Desv. Desviación	1.26
Mínimo	85.05
Máximo	89.58
Rango	2.53

Fuente: Registro de eficiencia. Base de datos SPSS.

**Figura 7. Blogspot de la agrupación de porcentajes de la eficiencia**

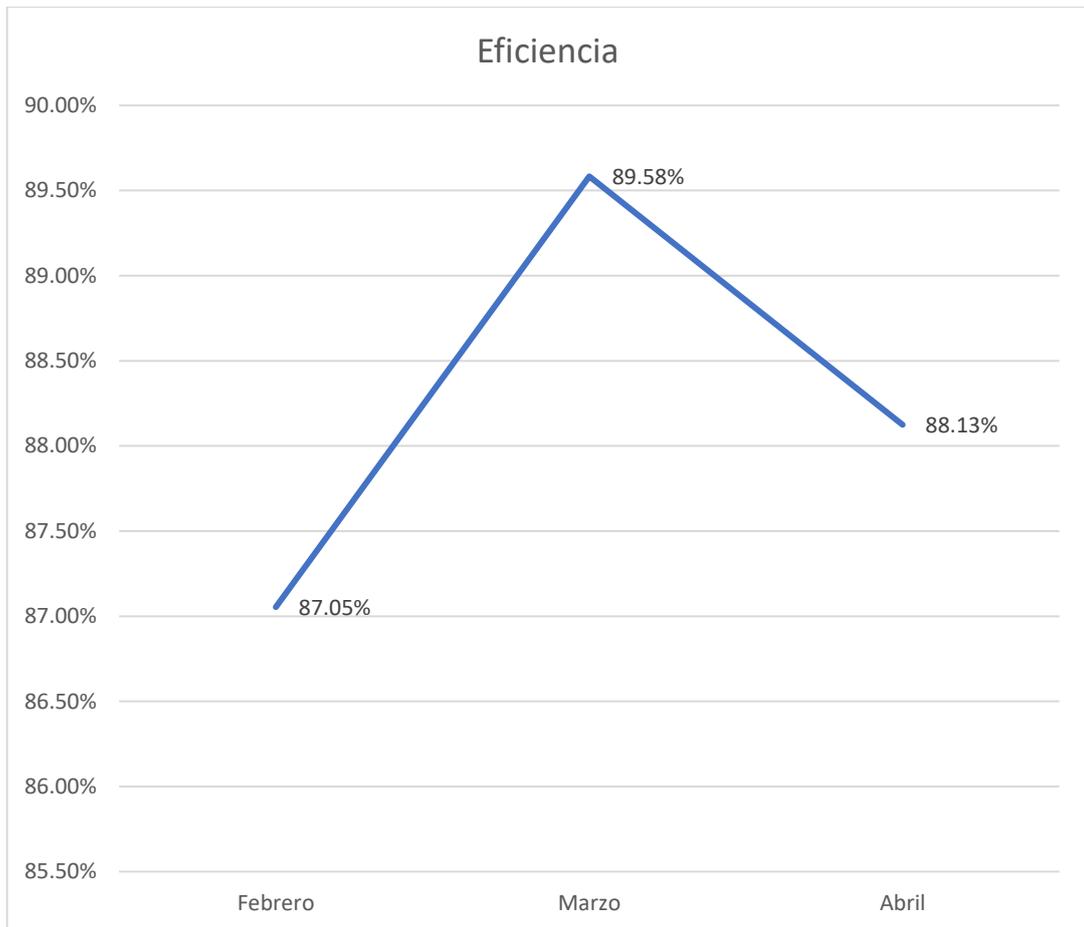


Fuente: Registro de eficiencia. Base de datos SPSS.

Como se observa en la tabla 12 y figura 3, la media de la eficiencia en el pretest es de 88,25%, por otra parte, la mediana y la desviación estándar corresponden a 88,13% y 1,26% respectivamente, así mismo el valor máximo de dicho indicador resulta de 89,58% y el mínimo de 85,05%, presentándose un rango entre ambas medidas de 2,53%.

Los datos pertenecientes al tiempo trabajado de la eficiencia corresponden a tomas de tiempos ejecutadas por el área de operaciones, quienes brindaron dicha información para el cálculo inicial de la productividad.

**Figura 8.** *Diagrama lineal de los índices de eficiencia*



Fuente: base de datos eficiencia

Como se observa en la figura anterior, la eficiencia para el mes de febrero fue de 87.05%, mientras que para el mes de marzo subió a 89.58%, sin embargo, para el último mes del periodo del pre test disminuyó a 88.13%. Todo ello demuestra una eficiencia inicial inestable con caídas en dos puntos de la medición.

**Tabla 8. Recolección de eficacia febrero 2023**

Empresa	Empresa de mantenimiento	Área	Logística	FECHA DE INICIO
Elaborado por:	Torres Morales, Rosa Josselyn	Aprobado por:		
Formato: Formato: Recolección de eficacia (pretest)				
Febrero	Actividades cumplidas a tiempo	Total de actividades	Eficacia	
1	5	19	26.32%	
2	16	19	84.21%	
3	8	19	42.11%	
4	11	19	57.89%	
5	7	19	36.84%	
6	13	19	68.42%	
7	10	19	52.63%	
8	6	19	31.58%	
9	18	19	94.74%	
10	12	19	63.16%	
11	15	19	78.95%	
12	9	19	47.37%	
13	19	19	100.00%	
14	8	19	42.11%	
15	16	19	84.21%	
16	10	19	52.63%	
17	7	19	36.84%	
18	14	19	73.68%	
19	11	19	57.89%	
20	9	19	47.37%	
21	13	19	68.42%	
22	16	19	84.21%	
23	8	19	42.11%	
24	15	19	78.95%	
25	11	19	57.89%	
26	17	19	89.47%	
27	6	19	31.58%	
28	9	19	47.37%	
Promedio	11	19	59.96%	

Fuente: área de operaciones de la empresa de mantenimiento

**Tabla 9. Recolección de eficacia marzo 2023**

Empresa	Empresa de mantenimiento	Área	Logística	FECHA DE INICIO
Elaborado por:	Torres Morales, Rosa Josselyn	Aprobado por:		
Formato: Formato: Recolección de eficacia (pretest)				
Marzo	Actividades cumplidas a tiempo	Total de actividades	Eficacia	
1	10	19	53%	
2	9	19	47%	
3	11	19	58%	
4	16	19	84%	
5	12	19	63%	
6	7	19	37%	
7	19	19	100%	
8	14	19	74%	
9	5	19	26%	
10	13	19	68%	
11	17	19	89%	
12	11	19	58%	
13	9	19	47%	
14	11	19	58%	
15	17	19	89%	
16	10	19	53%	
17	13	19	68%	
18	18	19	95%	
19	6	19	32%	
20	12	19	63%	
21	17	19	89%	
22	15	19	79%	
23	11	19	58%	
24	10	19	53%	
25	9	19	47%	
26	15	19	79%	
27	7	19	37%	
28	12	19	63%	
29	12	19	63%	
30	12	19	63%	
Promedio	12	19	63.16%	

Fuente: área de operaciones de la empresa de mantenimiento

**Tabla 10. Recolección de eficacia abril 2023**

Empresa	Empresa de mantenimiento	Área	Logística	FECHA DE INICIO
Elaborado por:	Torres Morales, Rosa Josselyn	Aprobado por:		
Formato: Formato: Recolección de eficacia (pretest)				
Abril	Actividades cumplidas a tiempo	Total de actividades	Eficacia	
1	15	19	78.95%	
2	7	19	36.84%	
3	11	19	57.89%	
4	16	19	84.21%	
5	10	19	52.63%	
6	13	19	68.42%	
7	9	19	47.37%	
8	15	19	78.95%	
9	11	19	57.89%	
10	6	19	31.58%	
11	13	19	68.42%	
12	18	19	94.74%	
13	14	19	73.68%	
14	8	19	42.11%	
15	17	19	89.47%	
16	19	19	100.00%	
17	16	19	84.21%	
18	9	19	47.37%	
19	15	19	78.95%	
20	5	19	26.32%	
21	14	19	73.68%	
22	13	19	68.42%	
23	15	19	78.95%	
24	11	19	57.89%	
25	13	19	68.42%	
26	9	19	47.37%	
27	15	19	78.95%	
28	17	19	89.47%	
29	17	19	89.47%	
30	16	2	84.21%	
Promedio	13	19	67.89%	

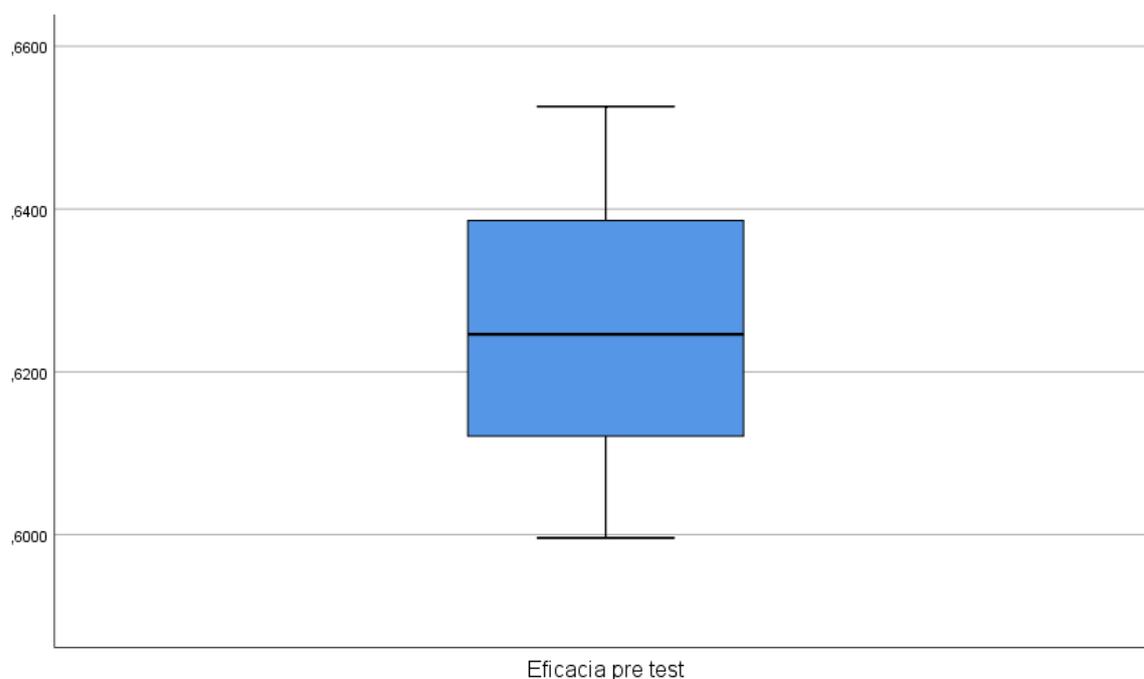
Fuente: área de operaciones de la empresa de mantenimiento

**Tabla 11. Análisis descriptivo de eficacia**

Estadístico	Resultado
Media	62.56
Mediana	62.46
Desv. Desviación	2.65
Mínimo	59.96
Máximo	65.26
Rango	5.30

Fuente: Registro de eficacia. Base de datos SPSS.

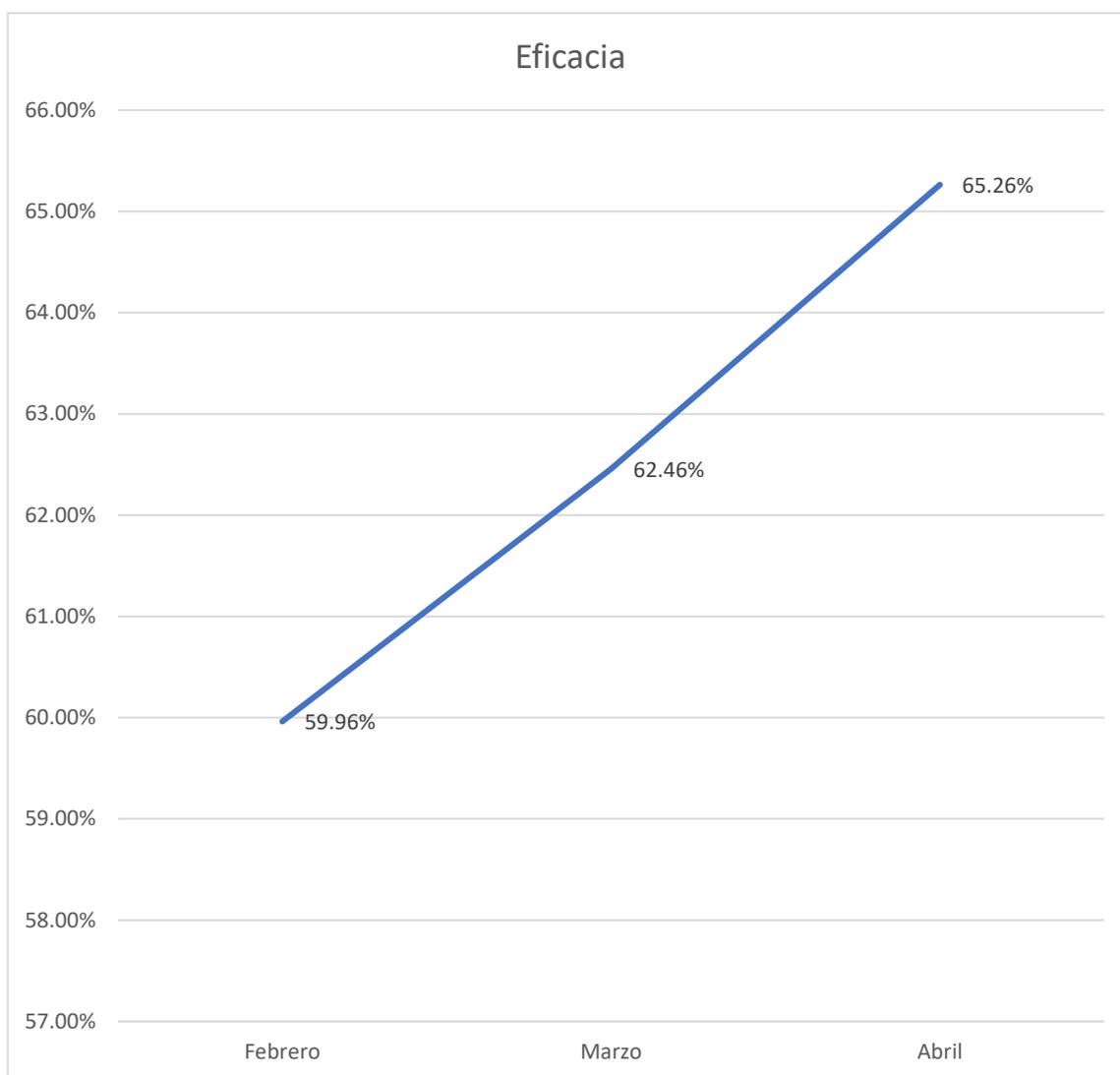
**Figura 9. Blogspot de la agrupación de porcentajes de la eficacia**



Fuente: Registro de eficacia. Base de datos SPSS.

Como se observa en la tabla 11 y figura 7, la media de la eficacia en el pretest es de 62.56%, por otra parte, la mediana y la desviación estándar corresponden a 62.46% y 2,65% respectivamente, así mismo el valor máximo de dicho indicador resulta de 65.26% y el mínimo de 59.96%, presentándose un rango entre ambas medidas de 5.30%.

**Figura 10.** Diagrama lineal de los índices de eficacia



Fuente: base de datos eficacia.

Como se observa en la figura anterior, la eficacia para el mes de febrero fue de 59.96%, mientras que para el mes de marzo subió a 62.46%, sin embargo, para el último mes del periodo del pre test incrementó a 65.26%. Todo ello demuestra una eficacia en crecimiento, sin embargo, es baja con relación a las cifras de la eficiencia inicial.

**Tabla 12. Recolección de productividad febrero 2023**

Empresa	Empresa de mantenimiento	Área	Logística	FECHA DE INICIO
Elaborado por:	Torres Morales, Rosa Josselyn	Aprobado por:		
<b>Formato: Recolección de productividad (pretest)</b>				
Febrero	Producción	Eficiencia	Eficacia	Productividad
1		81.25%	26.32%	21.38%
2		93.75%	60.50%	56.72%
3		93.75%	77.50%	72.66%
4		87.50%	71.50%	62.56%
5		100.00%	76.50%	76.50%
6		87.50%	76.00%	66.50%
7		93.75%	75.50%	70.78%
8		81.25%	76.00%	61.75%
9		93.75%	88.50%	82.97%
10		81.25%	78.50%	63.78%
11		87.50%	74.00%	64.75%
12		87.50%	66.00%	57.75%
13		81.25%	63.50%	51.59%
14		81.25%	76.00%	61.75%
15		81.25%	62.50%	50.78%
16		81.25%	78.50%	63.78%
17		87.50%	63.50%	55.56%
18		112.50%	87.00%	97.88%
19		87.50%	70.00%	61.25%
20		81.25%	86.50%	70.28%
21		81.25%	70.50%	57.28%
22		87.50%	76.50%	66.94%
23		81.25%	61.00%	49.56%
24		81.25%	64.00%	52.00%
25		81.25%	62.00%	50.38%
26		93.75%	87.50%	82.03%
27		81.25%	83.00%	67.44%
28		87.50%	67.00%	58.63%
Promedio		87.05%	71.64%	62.69%

Fuente: área de operaciones de la empresa de mantenimiento

**Tabla 13. Recolección de productividad marzo 2023**

Empresa	Empresa de mantenimiento	Área	Logística	FECHA DE INICIO
Elaborado por:	Torres Morales, Rosa Josselyn	Aprobado por:		
<b>Formato: Recolección de productividad (pretest)</b>				
Marzo	Operaciones	Eficiencia	Eficacia	Productividad
1		93.75%	52.63%	49.34%
2		87.50%	47.37%	41.45%
3		81.25%	57.89%	47.04%
4		87.50%	84.21%	73.68%
5		93.75%	63.16%	59.21%
6		112.50%	36.84%	41.45%
7		93.75%	100.00%	93.75%
8		81.25%	73.68%	59.87%
9		87.50%	26.32%	23.03%
10		81.25%	68.42%	55.59%
11		93.75%	89.47%	83.88%
12		87.50%	57.89%	50.66%
13		93.75%	47.37%	44.41%
14		81.25%	57.89%	47.04%
15		87.50%	89.47%	78.29%
16		100.00%	52.63%	52.63%
17		81.25%	68.42%	55.59%
18		87.50%	94.74%	82.89%
19		93.75%	31.58%	29.61%
20		87.50%	63.16%	55.26%
21		81.25%	89.47%	72.70%
22		93.75%	78.95%	74.01%
23		100.00%	57.89%	57.89%
24		81.25%	52.63%	42.76%
25		100.00%	47.37%	47.37%
26		87.50%	78.95%	69.08%
27		93.75%	36.84%	34.54%
28		87.50%	63.16%	55.26%
29		81.25%	63.16%	51.31%
30		87.50%	63.16%	55.26%
Promedio		89.58%	62.46%	55.52%

Fuente: área de operaciones de la empresa de mantenimiento

**Tabla 14. Recolección de productividad abril 2023**

Empresa	Empresa de mantenimiento	Área	Logística	FECHA DE INICIO
Elaborado por:	Torres, Josselyn	Aprobado por:		
<b>Formato: Recolección de productividad (pretest)</b>				
Abril	Operaciones	Eficiencia	Eficacia	Productividad
1		87.50%	78.95%	69.08%
2		81.25%	36.84%	29.93%
3		87.50%	57.89%	50.66%
4		93.75%	84.21%	78.95%
5		81.25%	52.63%	42.76%
6		93.75%	68.42%	64.14%
7		87.50%	47.37%	41.45%
8		93.75%	78.95%	74.01%
9		81.25%	57.89%	47.04%
10		87.50%	31.58%	27.63%
11		93.75%	68.42%	64.14%
12		81.25%	94.74%	76.97%
13		81.25%	73.68%	59.87%
14		87.50%	42.11%	36.84%
15		106.25%	89.47%	95.07%
16		93.75%	100.00%	93.75%
17		87.50%	84.21%	73.68%
18		81.25%	47.37%	38.49%
19		93.75%	78.95%	74.01%
20		81.25%	26.32%	21.38%
21		93.75%	73.68%	69.08%
22		87.50%	68.42%	59.87%
23		100.00%	78.95%	78.95%
24		81.25%	57.89%	47.04%
25		87.50%	68.42%	59.87%
26		93.75%	47.37%	44.41%
27		81.25%	78.95%	64.14%
28		87.50%	89.47%	78.29%
29		81.25%	89.47%	72.69%
30		87.50%	84.21%	73.68%
Promedio		88.13%	65.26%	58.07%

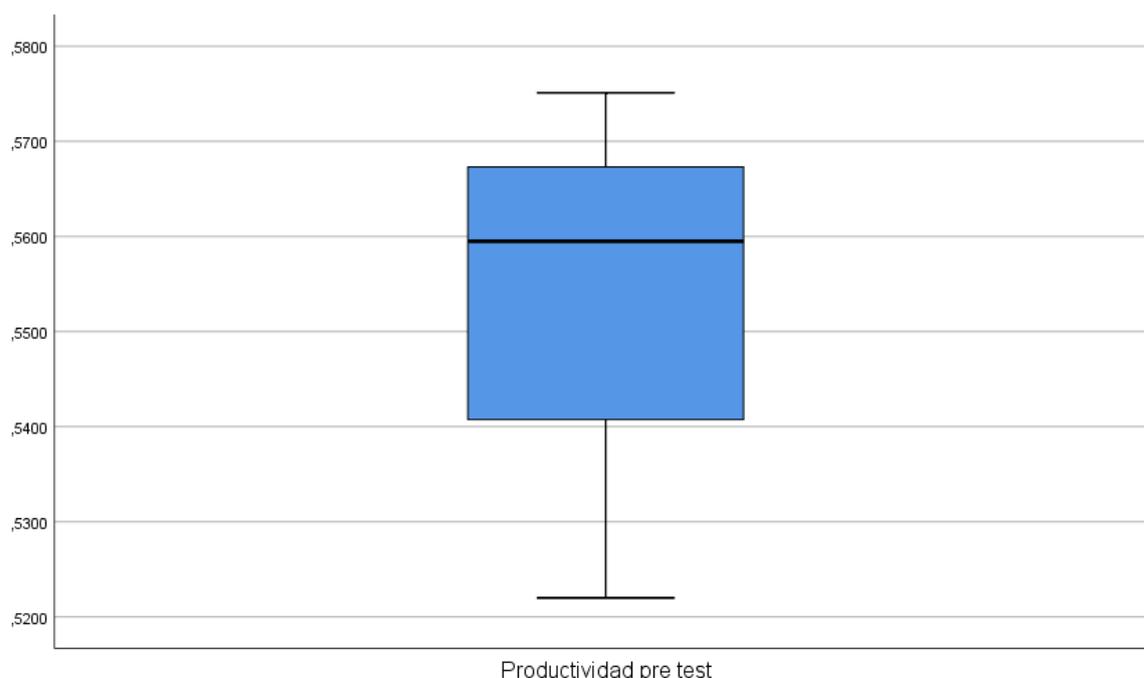
Fuente: área de operaciones de la empresa de mantenimiento

**Tabla 15.** *Análisis descriptivo de productividad*

Estadístico	Resultado
Media	55.22
Mediana	55.95
Desv. Desviación	2.72
Mínimo	52.20
Máximo	57.51
Rango	5.31

Fuente: Registro de productividad. Base de datos SPSS.

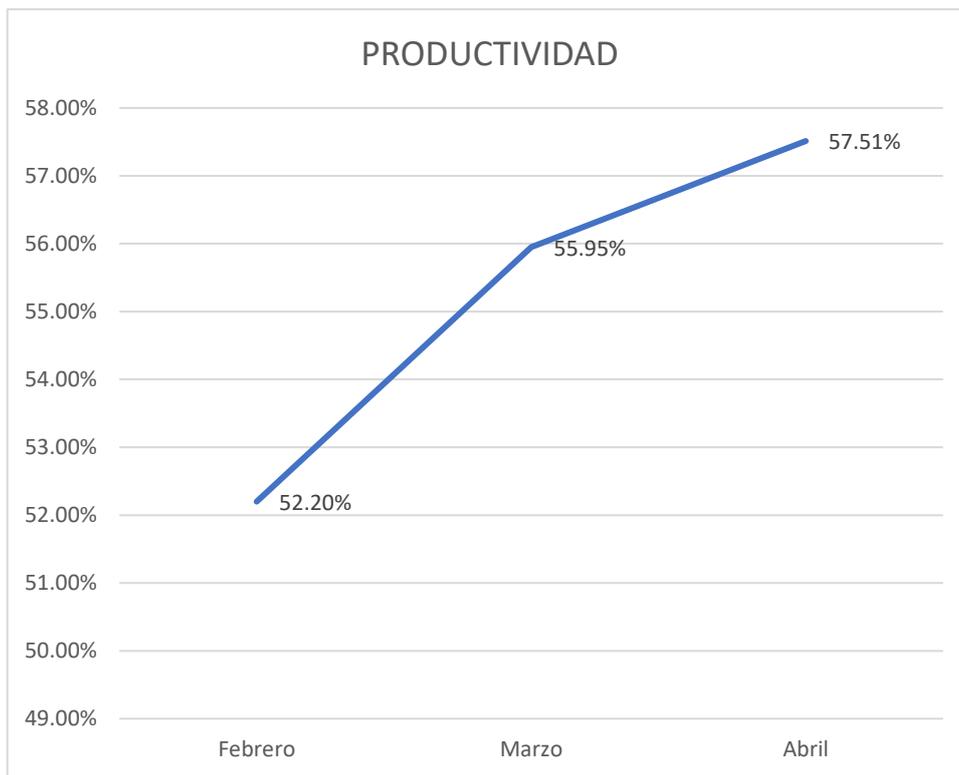
**Figura 11.** *Blogspot de la agrupación de porcentajes de la productividad*



Fuente: Registro de productividad. Base de datos SPSS.

Como se observa en la tabla 15 y figura 9, la media de la productividad en el pretest es de 55.22%, por otra parte, la mediana y la desviación estándar corresponden a 55.95% y 2.72% respectivamente, así mismo el valor máximo de dicho indicador resulta de 57.51% y el mínimo de 52.20%, presentándose un rango entre ambas medidas de 5.31%.

**Figura 12.** Diagrama lineal de los índices de productividad



Fuente: Registro de eficacia. Base de datos SPSS.

Como se observa en la figura anterior, la productividad para el mes de febrero fue de 52.20%, mientras que para el mes de marzo subió a 59.95%, sin embargo, para el último mes del periodo del pre test incrementó a 57.51%. Todo ello demuestra una productividad en crecimiento, sin embargo es baja con relación a las cifras promedio de la productividad de una empresa de mantenimiento.

### **Propuesta de mejora**

La aplicación del Lean Manufacturing es por excelencia un método que está enfocado en la calidad del proceso interno, así como en la calidad del producto final y la satisfacción del cliente, por tanto, su objetivo principal apunta a la mejora de la productividad para que, en consecuencia, de ello, se logre un nivel adecuado de competitividad en el mercado.

Por medio del presente estudio se pretende aplicar la metodología Lean Manufacturing por medio de las herramientas VSM y Just in time, por tanto, el desglose de aplicación de cada herramienta será tomado como el paso a paso para diseñar la propuesta de mejora.

A continuación, se muestra una tabla donde se especifican los pasos que se realizarán para el desarrollo de la mejora:

**Tabla 16.** *Proceso de implementación de la propuesta de mejora*

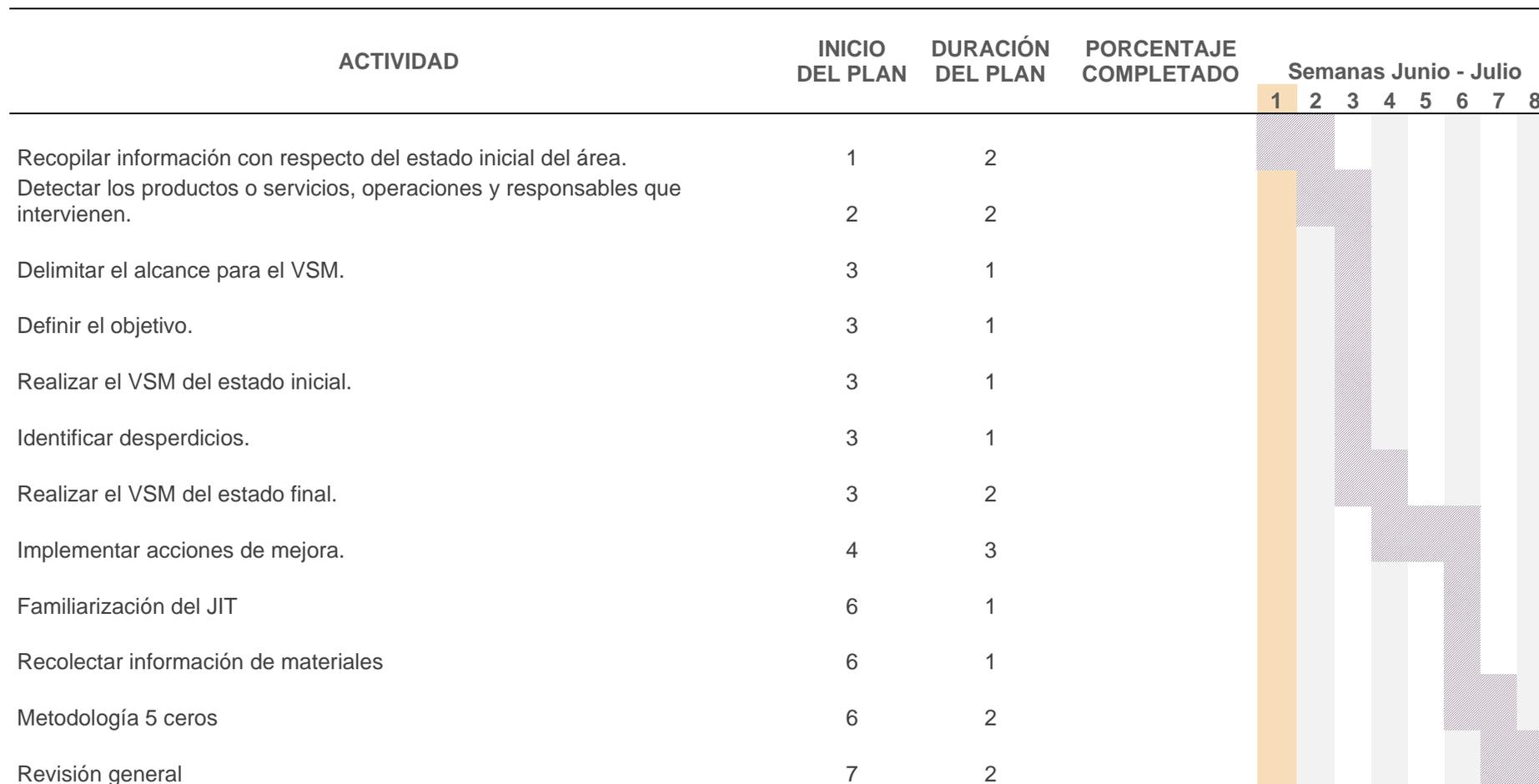
Herramienta LM	Actividad	Tiempo planificado
<b>VSM</b>	Recopilar información con respecto del estado inicial del área.	Del 1 al 7 de junio.
	Detectar los productos o servicios, operaciones y responsables que intervienen.	Del 8 al 10 de junio.
	Delimitar el alcance para el VSM.	10 de junio.
	Definir el objetivo.	10 de junio.
	Realizar el VSM del estado inicial.	Del 10 al 15 de junio.
	Identificar desperdicios.	15 de junio.
	Realizar el VSM del estado final.	Del 15 al 20 de junio.
<b>Just in Time</b>	Implementar acciones de mejora.	Del 21 al 30 de junio.
	Familiarización del JIT	Del 1 al 2 de julio.
	Recolectar información de materiales	3 de julio.
	Aplicación de adaptación de metodología 5 ceros	Del 4 al 11 de julio.

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla anterior, la propuesta de mejora estuvo delimitada por un total de 12 actividades que fueron desarrolladas durante un periodo aproximado de 2 meses (del 1 de junio al 19 de julio).

Por otra parte, para representar gráficamente lo mencionado anteriormente, se procedió a realizar un diagrama de Gantt que se muestra a continuación:

**Figura 13. Diagrama de Gantt para la propuesta de mejora**



Fuente: proceso de implementación de la propuesta de mejora

## **Desarrollo de la propuesta de mejora**

Teniendo en cuenta la información inicial de la empresa, así como la información cuantitativa con respecto del proceso productivo se procedió a desarrollar las etapas de la implementación de la mejora con relación al lean manufacturing para que de esta forma se pueda generar un cambio en la empresa con respecto del diagnóstico inicial.

Por tanto, tras haber conversado con los representantes de la empresa de mantenimiento se procedió con la aplicación, los resultados se muestran a continuación:

### **Recopilar información con respecto del estado inicial del área.**

El área de logística es la parte esencial de la empresa de mantenimiento debido a que recibe los requerimientos necesarios para la ejecución de los diferentes proyectos. Se indica que en el mes pueden recibir hasta 15 requerimientos los cuales son derivados a distintas subáreas que permiten concretar la adquisición de los recursos materiales necesarios. Esta área trabaja durante 8 horas laborales por día en un solo turno, además, consta de 7 etapas que definen su funcionamiento.

### **Detectar los productos o servicios, operaciones y responsables que intervienen.**

Los servicios que ofrece el área de logística en la empresa de mantenimiento están determinados con la formulación de requerimientos hasta la adquisición de materiales para la ejecución de un proyecto.

Las principales operaciones que intervienen en este proceso son:

- El diseño de propuestas para la cotización de requerimientos,
- El envío de dichas propuestas,
- La asignación del personal responsable,
- El diseño del plan de requerimientos,
- El envío del plan de requerimientos,
- La recepción de los mismos y
- La adquisición de requerimientos según lo planificado.

### **Delimitar el alcance para el VSM.**

El proceso logístico en la empresa de mantenimiento es presentado como el cuello de botella de toda la organización debido a su amplia demora para la adquisición de los materiales necesarios para la adquisición de un proyecto, por lo tanto, la necesidad es identificar lo que no agrega valor al proceso para eliminarlo.

En tal sentido, el alcance de este mapa de flujo de valor es determinar los desperdicios que intervienen en el proceso logístico de la empresa de mantenimiento con el fin de extraer aquello que resulta innecesario y de esta manera establecer una mejora.

### **Definir el objetivo.**

Identificar los desperdicios que intervienen en el proceso logístico de la empresa de mantenimiento.

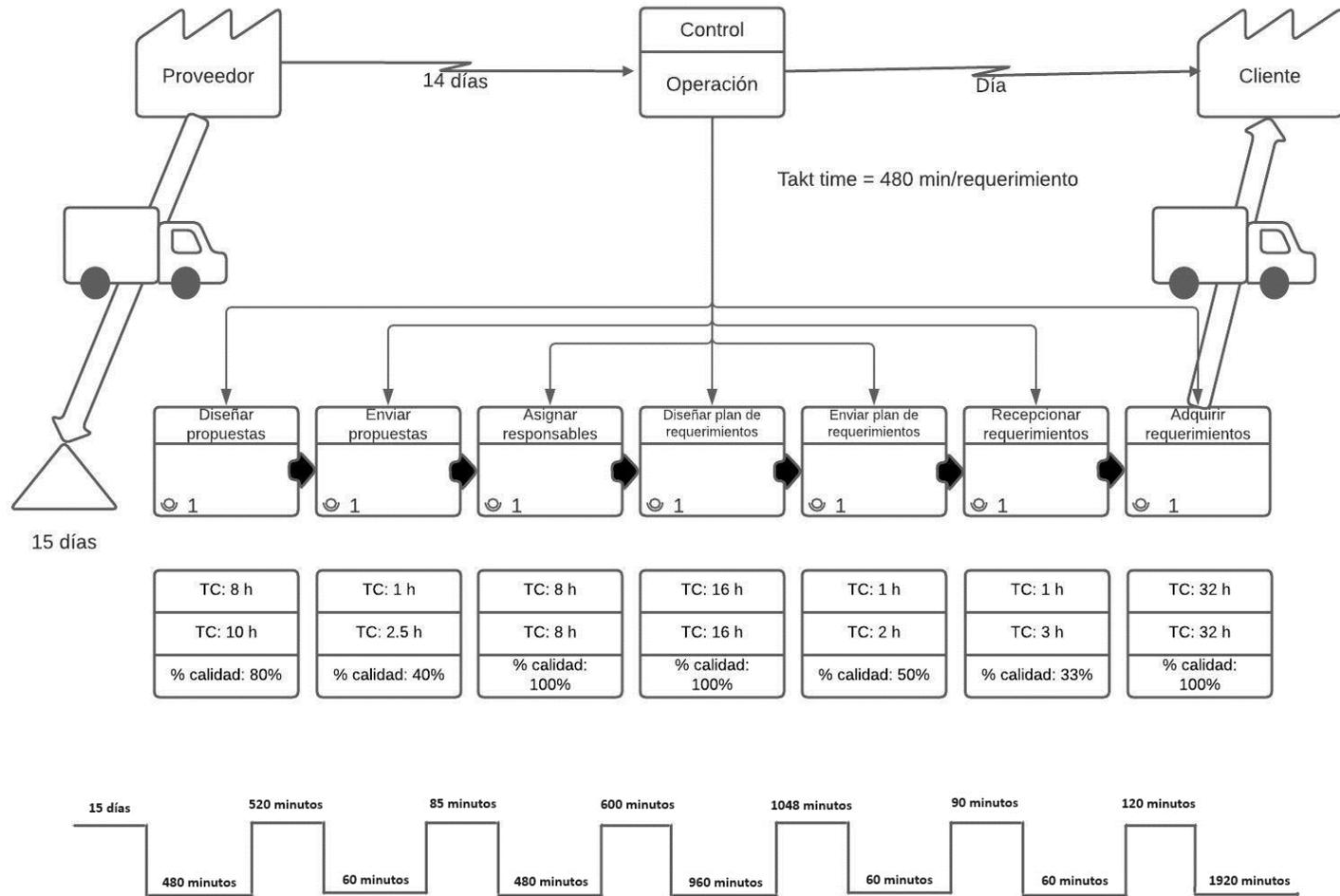
Con este objetivo se pretende extraer los elementos que no agregan valor al proceso productivo logístico de la empresa que pueden estar relacionados con la sobreproducción, el reproceso, los altos inventarios o esperas, el exceso de transportes o el retraso de la mano de obra por actividades improductivas.

Así mismo, se busca tomar como base todas las acciones necesarias que permitan eliminar lo identificado a fin de lograr un impacto positivo en la productividad del área logística y en consecuencia de ello, una mejora en la productividad de la empresa debido a que como se menciona en líneas arriba, el área logística es considerada como el cuello de botella de tal organización.

Para la ejecución del diseño del mapa de flujo de valor, se procederá a identificar los requerimientos de los clientes, así como el contacto con los proveedores para establecer plazos de entrega, así como el cálculo del Takt time. Adicionalmente, se mapearán los procesos que intervienen en el proceso logístico con sus respectivos tiempos e índices de calidad. Finalmente se procederá a establecer la simbología y toda la estructura del mapa de flujo de valor con el objetivo de plasmar de manera gráfica todos los datos considerados anteriormente.

**Realizar el VSM del estado inicial**

**Figura 14. VSM inicial**



Fuente: elaboración propia.

## Identificar desperdicios.

Del diseño del VSM se pudo obtener:

- El Takt time resultó ser de 480 minutos (8 horas) para la atención de un requerimiento.
- El enlace entre el proveedor y la adquisición de los requerimientos dura aproximadamente 14 días.
- El enlace entre los requerimientos adquiridos y el cliente final dura aproximadamente 1 día.
- El diseño de las propuestas de los requerimientos dura generalmente 8 horas y representa un índice de calidad del 80%.
- El envío de las propuestas de los requerimientos dura generalmente 1 hora y representa un índice de calidad del 40%.
- La asignación de los responsables dura generalmente 8 horas y representa un índice de calidad del 100%.
- El diseño del plan de requerimientos dura aproximadamente 16 horas y mantiene un índice de calidad del 100%.
- El envío del plan de requerimientos dura aproximadamente 1 hora y tiene un índice de calidad del 50%.
- La recepción de los requerimientos por parte del área logística dura aproximadamente 1 hora y representa un índice de calidad del 33%.
- La adquisición de requerimientos dura aproximadamente 32 horas y mantiene un índice de calidad del 100%.

Por tanto:

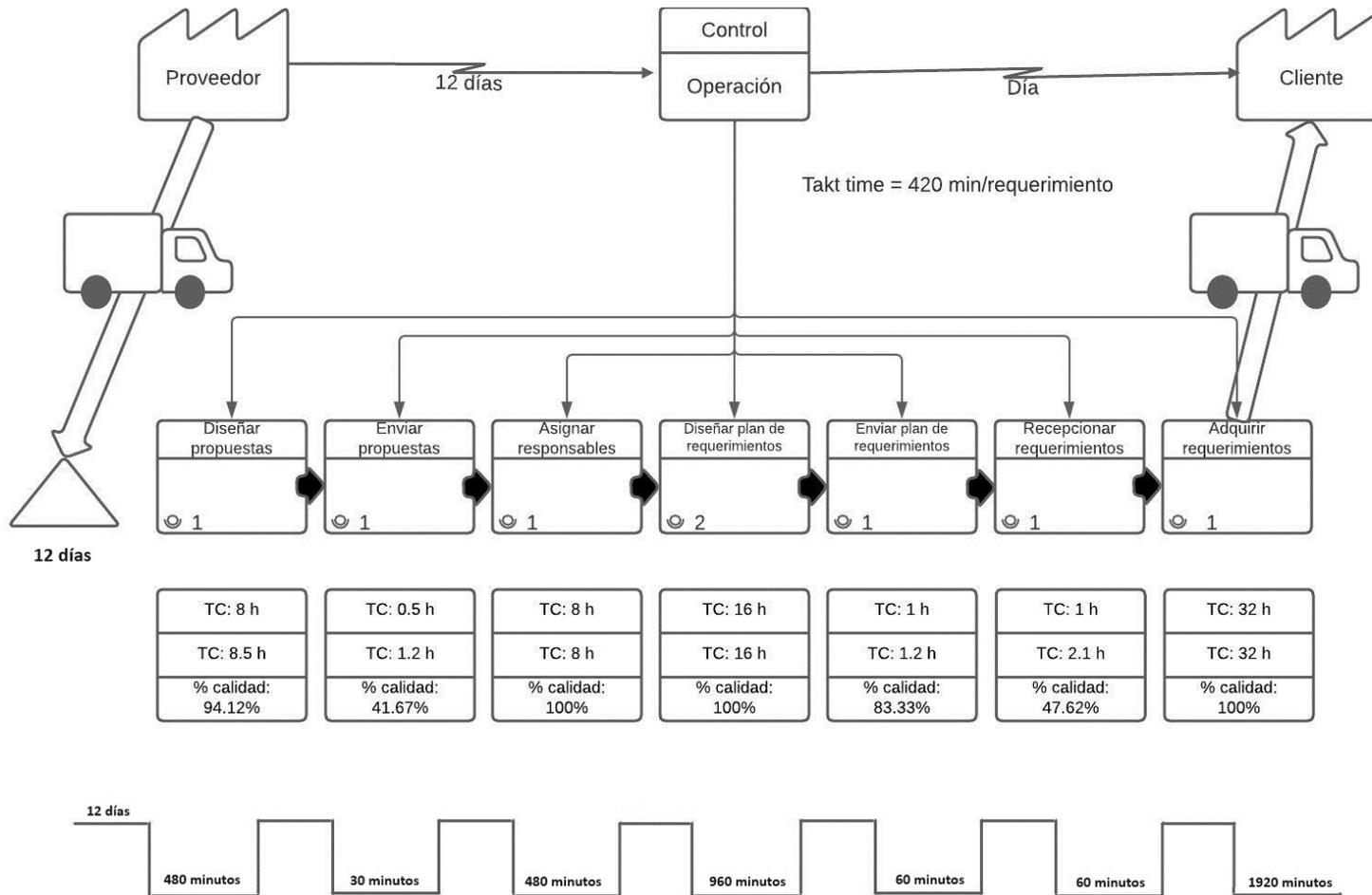
**Tabla 17.** *Identificación de desperdicios iniciales*

Descripción	Cantidad	% participación
Desperdicios	5	50.00%
No desperdicios	5	50.00%
Total	10	100.00%

Fuente: elaboración propia

Realizar el VSM del estado final.

Figura 15. VSM final



Fuente: elaboración propia.

## Implementar acciones de mejora.

Reevaluación de proveedores: se conversó con los 4 proveedores principales de la empresa de mantenimiento para ajustar los plazos de entrega, así como los tiempos de reposición debido a que se mantenía un promedio de 15 días, sin embargo, se logró mejorar esta cifra a 12 días de espera significando un ahorro de tiempo sustancial.

Aplicación de formatos: se diseñaron y aplicaron formatos estructurados para el cumplimiento de las tareas diarias en el tiempo máximo establecido por el área logística.

**Tabla 18.** *Formato para el cumplimiento de actividades*

EMPRESA DE MANTENIMIENTO	FORMATO PARA EL CUMPLIMIENTO DE ACTIVIDADES			
	Elaborado por:	Josselyn Torres	Código	FCA-001
			Fecha:	Del 10 al 22 de agosto
	Revisado por:		Página	1 de 1
Actividades	A tiempo	No a tiempo	Obs.	
El diseño de propuestas para la cotización de requerimientos	X			
El envío de dichas propuestas	X			
La asignación del personal responsable,	X			
El diseño del plan de requerimientos	X			
El envío del plan de requerimientos	X			
La recepción de los requerimientos		X		
La adquisición de requerimientos según lo planificado	X			
Total semana 1	6	1		
El diseño de propuestas para la cotización de requerimientos	X			
El envío de dichas propuestas	X			
La asignación del personal responsable,		X		
El diseño del plan de requerimientos		X		
El envío del plan de requerimientos	X			
La recepción de los requerimientos	X			

La adquisición de requerimientos según lo planificado	X		
Total semana 2	5	2	
El diseño de propuestas para la cotización de requerimientos	X		
El envío de dichas propuestas	X		
La asignación del personal responsable,	X		
El diseño del plan de requerimientos	X		
El envío del plan de requerimientos	X		
La recepción de los requerimientos	X		
La adquisición de requerimientos según lo planificado	X		
Total semana 3	7	0	
Total	18	3	

Fuente: elaboración propia.

Ante ello:

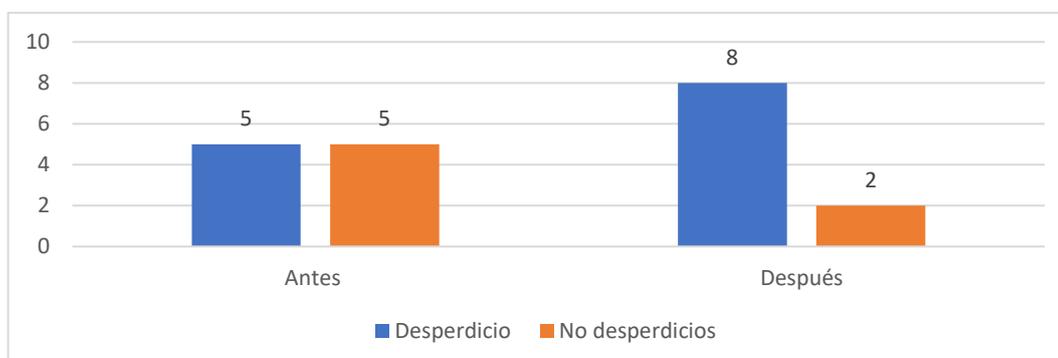
**Tabla 19.** *Identificación de desperdicios iniciales y finales*

Descripción	Iniciales	% participación	Finales	% participación
Desperdicios	5	50.00%	2	20.00%
No desperdicios	5	50.00%	8	80.00%
Total	10	100.00%	10	100.00%

Fuente: elaboración propia

A continuación, se presenta una figura donde se detalla la variación de los desperdicios iniciales y finales:

**Tabla 20.** *Desperdicios antes y después*



Fuente: elaboración propia.

Por otra parte, se presenta la implementación del Just in Time (JIT)

### Conformidad de la implementación

Como primera etapa de la implementación del Just in Time se procedió a conversar con las personas encargadas dentro de la empresa de mantenimiento para dar conformidad de lo implementado, además de asegurar su compromiso con la ejecución y post evaluación del método.

### Familiarización de la implementación

Con relación a la familiarización de la implementación del método Just in time se programaron 2 reuniones en facultad de capacitación con el equipo para la implementación y se tocaron puntos tales como:

Just in time y su finalidad.

Ventajas del Just in time.

Etapas de implementación.

Eliminación de desperdicios.

Finalmente, se procedió a diseñar y llenar un formato de asistencia a la capacitación con los integrantes del equipo.

**Tabla 21.** *Formato para la asistencia de capacitación*

EMPRESA DE MANTENIMIENTO		FORMATO PARA LA ASISTENCIA DE CAPACITACIÓN			
		Elaborado por:	Rosa Torres	CÓDIGO:	FAC-001
				FECHA:	15 de julio
		Revisado por:		PÁGINA:	1 de 1
Capacitador:	Josselyn Torres				
Temas:	Just in time y su finalidad. Ventajas del Just in time. Etapas de implementación. Eliminación de desperdicios.				
Hora inicio:		Hora fin:			

Nombre	Asistió	DNI	Firma
Rosa Josselyn Torres Morales	X		
Trabajador 1	X		
Trabajador 2	X		
Trabajador 3	X		
Trabajador 4	X		
Trabajador 5	X		
Trabajador 6	X		
Trabajador 7			
Trabajador 8	X		
Trabajador 9	X		
Trabajador 10	X		
Total	10		

Fuente: elaboración propia.

### Recolectar información de materiales

Para la recolección de materiales se procedió a diseñar una tabla con los siguientes parámetros:

**Tabla 22.** *Identificación de materiales de requerimientos*

Categoría	Producto	Cantidad	Unidades
Repuesto	Bandejas	10	Unid.
Repuesto	Juego de destornilladores	20	Unid.
Repuesto	Juego de alicates aislados	20	Unid.
Repuesto	Filtros de aceite IVECO	15	Unid.
Urgente	Grasa SKF o Polyrex	4	Docenas
Repuesto	Trapo industrial	10	Unid.
Repuesto	Refrigerantes	1	Docena
Urgente	Cinta aislante negro	5	Docenas
Repuesto	Pernos y abrazaderas	2	Mill.

Repuesto	Discos completos	10	Unid.
Repuesto	Filtro de combustible	4	Unid.
Repuesto	Terminal de caja de cambios	6	Unid.
Repuesto	Rodajes	4	Unid
Repuesto	Placas	1	Unid
Repuesto	Filtro de combustible XM3	2	Unid.
Repuesto	Filtros de aceite TRAX	10	Unid.
Urgente	Mangueras	2	Docenas

Fuente: elaboración propia.

## Adaptación de la teoría de los 5 ceros

### Cero defectos

Para el cumplimiento de esta aplicación, se procedió priorizar de menor a mayor las actividades que demandan mayor tiempo para poner el énfasis necesario en el alcance de los requerimientos con mayor anticipación. De esta forma, se podrá asegurar que haya menos equivocaciones y el proceso sea más fluido:

**Tabla 23.** *Identificación de actividades más largas*

Actividades Completas	Tiempos (h)
Esperar envío de requerimientos	96
Esperar elección de propuestas	56
Asignar responsables del proyecto	56
Adquirir materiales, equipos y herramientas	32
Comunicar a todas las áreas	16
Diseñar un plan de requerimientos	16
Envío de requerimientos por parte del almacén al proyecto	16
Diseñar propuestas para cotización	8
Esperar cumplimiento de requerimientos por área	8
Ingresar requerimientos del sistema	8
Pedir aprobación de gerencia	8
Esperar aprobación	8
Recepción de materiales, equipos y herramientas	8

Recepción de requerimientos en proyecto	8
Verificar conformidad de requerimientos.	5
Enviar propuestas para cotización	1
Recepcionar respuesta	1
Enviar plan de requerimientos	1
Recepcionar plan de requerimientos	1

Fuente: elaboración propia.

De la tabla anterior, se pudo obtener que las actividades que generan mayor tiempo son la espera de envío de requerimientos, la espera de elección de propuestas, la asignación de responsables del proyecto, la adquisición de materiales, equipos y herramientas y la comunicación de lo acordado a todas las áreas, por lo tanto, se procedió a reducir las esperas iniciales determinando un programa de incentivos para mejorar estos tiempos.

Con relación a la asignación de responsables del proyecto no se logró aplicar una mejora debido a que esta actividad si demanda el tiempo necesario para su realización, sin embargo, para la adquisición de materiales, equipos y herramientas, se consideró la fidelización de proveedores con el fin de garantizar los elementos necesarios en tiempos acelerados.

**Tabla 24.** *Tabla de proveedores*

Proveedor	Material	Locación
Imdico	Bandejas, pernos, filtros y abrazaderas	Lima
Provinsur	Refrigerantes, aceites	Lima
Isopetrol	Aceites, grasas, filtros	Lima

Fuente: elaboración propia

### **Cero inventarios**

Para ello, se registró la cantidad de existencia mínima y máxima que debe de haber en el almacén con el fin de optimizar el proceso, tomando en cuenta una holgura del 30% para cada uno de ellos:

**Tabla 25.** Stock de inventarios

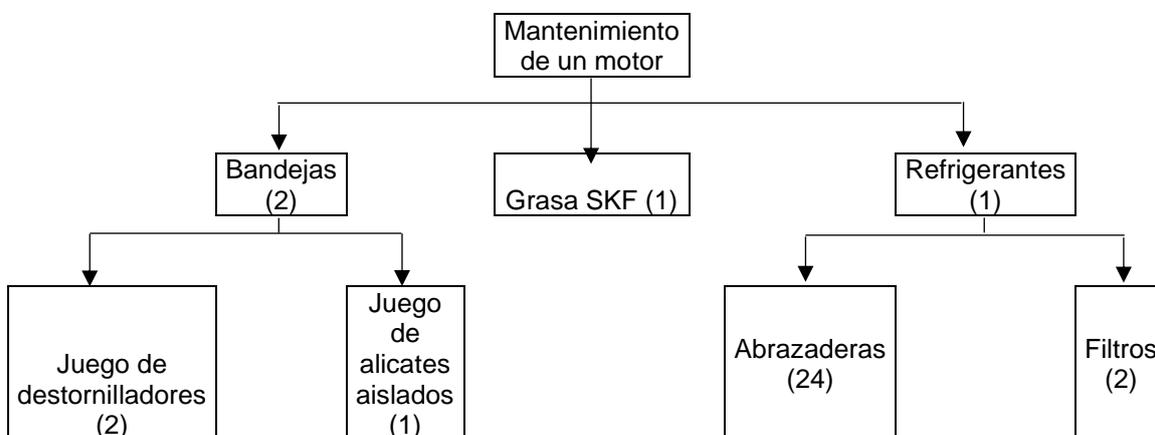
Categoría	Producto	Familia de productos	Cantidad mínima de stock	Cantidad máxima de stock
Repuesto	Bandejas	Parte externa de motor	10	13
Repuesto	Juego de destornilladores	Adicionales	20	26
Repuesto	Juego de alicates aislados	Adicionales	20	26
Repuesto	Filtros de aceite IVECO	Parte interna de motor	15	20
Urgente	Grasa SKF o Polyrex	Parte interna de motor	4	5
Repuesto	Trapo industrial	Parte externa de motor	10	13
Repuesto	Refrigerantes	Parte interna de motor	1	1
Urgente	Cinta aislante negro	Parte externa de motor	5	7
Repuesto	Pernos y abrazaderas	Adicionales	2	3
Repuesto	Discos completos	Adicionales	10	13
Repuesto	Filtro de combustible	Parte interna de motor	4	5
Repuesto	Terminal de caja de cambios	Parte interna de motor	6	8
Repuesto	Rodajes	Parte interna de motor	4	5
Repuesto	Placas	Parte externa de motor	1	1
Repuesto	Filtro de combustible XM3	Parte interna de motor	2	3
Repuesto	Filtros de aceite TRAX	Parte interna de motor	10	13
Urgente	Mangueras	Parte externa de motor	2	3

Fuente: elaboración propia.

### Cero retrasos

Para lograr ello, se procedió a planificar la adquisición de materiales a través del registro de un BOM (Bill of materials) y un diagrama de Gantt:

**Tabla 26.** Bill of Materials para mantenimiento de motor



Fuente: elaboración propia.

**Tabla 27.** Diagrama de Gantt para la adquisición de materiales

Materiales		Agosto - Diciembre 2023									
Bandejas	Completado (%)	Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre	
		Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2
Juego de destornilladores		■									
Juego de alicates aislados		■									
Filtros de aceite IVECO			■		■		■		■		■
Grasa SKF o Polyrex			■			■			■		
Trapo industrial		■	■		■	■		■	■		
Refrigerantes		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Cinta aislante negro		■								■	
Pernos y abrazaderas		■	■	■	■	■	■				
Discos completos		■		■		■		■		■	
Filtro de combustible		■		■		■		■		■	
Terminal de caja de cambios		■			■			■			■
Rodajes		■				■				■	
Placas						■	■				
Filtro de combustible XM3		■		■		■		■		■	
Filtros de aceite TRAX			■		■		■		■		■
Mangueras		■				■				■	

Fuente: elaboración propia

Finalmente, luego de la ejecución de la propuesta de mejora, se procedió a volver a calcular los índices de eficiencia, eficacia y productividad de la empresa para el periodo de post test en los meses de agosto, septiembre y octubre

**Tabla 28.** Recolección de eficiencia agosto 2023

<b>Empresa</b>	Empresa de mantenimiento	<b>Área</b>	Logística	FECHA DE INICIO
<b>Elaborado por:</b>	Torres Morales, Rosa Josselyn	<b>Aprobado por:</b>		
<b>Formato: Recolección de eficiencia (postest)</b>				
Agosto	Tiempo trabajado	Tiempo diario (min)	Eficiencia	
1	480	480	100.00%	
2	451	480	93.96%	
3	452	480	94.17%	
4	460	480	95.83%	
5	475	480	98.96%	
6	470	480	97.92%	
7	470	480	97.92%	
8	400	480	83.33%	
9	420	480	87.50%	
10	390	480	81.25%	
11	420	480	87.50%	
12	420	480	87.50%	
13	480	480	100.00%	
14	480	480	100.00%	
15	480	480	100.00%	
16	470	480	97.92%	
17	480	480	100.00%	
18	480	480	100.00%	
19	510	480	106.25%	
20	480	480	100.00%	
21	470	480	97.92%	
22	465	480	96.88%	
23	380	480	79.17%	
24	389	480	81.04%	
25	390	480	81.25%	
26	410	480	85.42%	
27	480	480	100.00%	
28	420	480	87.50%	
29	470	480	97.92%	

30	490	480	102.08%
Promedio	451.06667	480	93.97%

Fuente: área de operaciones de la empresa de mantenimiento

**Tabla 29. Recolección de eficiencia septiembre 2023**

<b>Empresa</b>	Empresa de mantenimiento	<b>Área</b>	Logística	FECHA DE INICIO
<b>Elaborado por:</b>	Torres Morales, Rosa Josselyn	<b>Aprobado por:</b>		
<b>Formato: Recolección de eficiencia (postest)</b>				
Septiembre	Tiempo trabajo	Tiempo diario (min)	Eficiencia	
1	480	480	100.00%	
2	480	480	100.00%	
3	480	480	100.00%	
4	450	480	93.75%	
5	460	480	95.83%	
6	480	480	100.00%	
7	480	480	100.00%	
8	510	480	106.25%	
9	550	480	114.58%	
10	400	480	83.33%	
11	480	480	100.00%	
12	480	480	100.00%	
13	480	480	100.00%	
14	420	480	87.50%	
15	400	480	83.33%	
16	310	480	64.58%	
17	369	480	76.88%	
18	399	480	83.13%	
19	400	480	83.33%	
20	450	480	93.75%	
21	480	480	1.00	
22	480	480	1.00	
23	470	480	0.98	
24	480	480	1.00	

25	490	480	1.02
26	455	480	0.95
27	390	480	0.81
28	390	480	0.81
29	395	480	0.82
30	400	480	0.83
Promedio	446.26667	480	92.97%

Fuente: área de operaciones de la empresa de mantenimiento

**Tabla 30.** *Recolección de eficiencia octubre 2023*

<b>Empresa</b>	Empresa de mantenimiento	<b>Área</b>	Logística	FECHA DE INICIO
<b>Elaborado por:</b>	Torres Morales, Rosa Josselyn	<b>Aprobado por:</b>		
<b>Formato:</b> Recolección de eficiencia (postest)				
Octubre	Tiempo trabajo	Tiempo diario (min)	Eficiencia	
1	490	480	102.08%	
2	385	480	80.21%	
3	400	480	83.33%	
4	480	480	100.00%	
5	480	480	100.00%	
6	480	480	100.00%	
7	480	480	100.00%	
8	510	480	106.25%	
9	500	480	104.17%	
10	500	480	104.17%	
11	480	480	100.00%	
12	480	480	100.00%	
13	480	480	100.00%	
14	480	480	100.00%	
15	480	480	100.00%	
16	470	480	97.92%	
17	470	480	97.92%	
18	480	480	100.00%	
19	490	480	102.08%	

20	495	480	103.13%
21	400	480	83.33%
22	420	480	87.50%
23	450	480	93.75%
24	420	480	87.50%
25	450	480	93.75%
26	450	480	93.75%
27	450	480	93.75%
28	470	480	97.92%
29	480	480	100.00%
30	440	480	91.67%
Promedio	464.66667	480	96.81%

Fuente: área de operaciones de la empresa de mantenimiento

### **Análisis descriptivo de eficiencia**

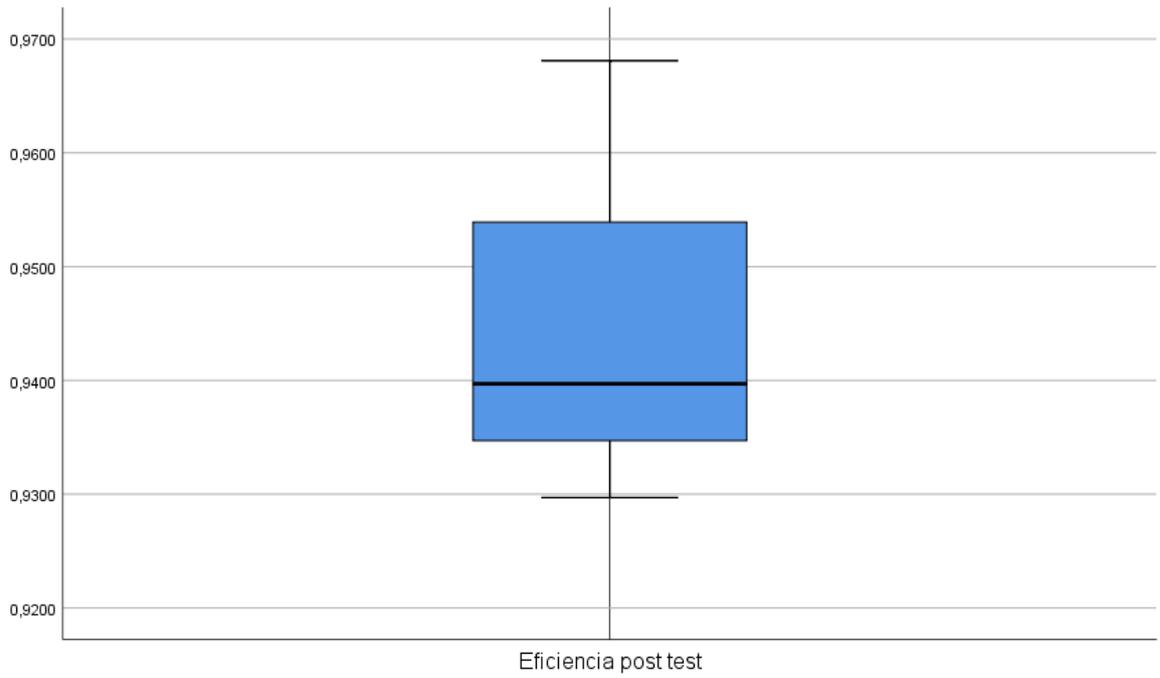
**Tabla 31.** *Análisis descriptivo de eficiencia (post test)*

Estadístico	Resultado
Media	94.58
Mediana	93.97
Desv. Desviación	1.992
Mínimo	92.97
Máximo	96.81
Rango	3.840

Fuente: Registro de eficiencia. Base de datos SPSS.

Como se observa en la tabla anterior, la media de los resultados del post test de eficiencia es 94.58, mientras que la mediana es 93.97, la desviación estándar asciende a 1.992, el mínimo fue de 92.97 y el máximo de 96.81, presentando un rango de 3.840.

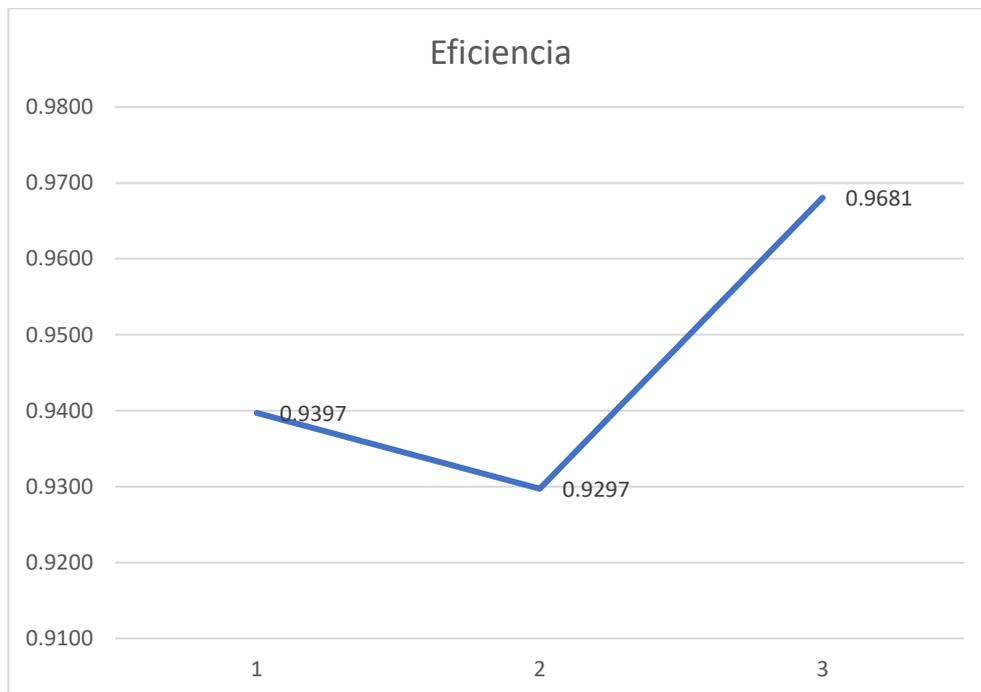
**Figura 16.** *Blogspot de la agrupación de porcentajes de la eficiencia postest*



Fuente: SPSS v25.

### Diagrama lineal de los índices de eficiencia

**Figura 17.** *Diagrama lineal de los índices de eficiencia (post test)*



Fuente: elaboración propia

De la figura anterior, se puede obtener que los índices de eficiencia variaron entre 0.9397 para el primer mes, 0.9297 para el segundo mes y 0.9681 para el tercer mes.

**Tabla 32.** *Recolección de eficacia agosto 2023*

<b>Empresa</b>	Empresa de mantenimiento	<b>Área</b>	Logística	FECHA DE INICIO
<b>Elaborado por:</b>	Torres Morales, Rosa Josselyn	<b>Aprobado por:</b>		
<b>Formato:</b> Formato: Recolección de eficacia (postest)				
Agosto	Actividades cumplidas a tiempo	Total de actividades	Eficacia	
1	13	19	0.6842	
2	15	19	0.7895	
3	15	19	0.7895	
4	14	19	0.7368	
5	19	19	1.0000	
6	16	19	0.8421	
7	10	19	0.5263	
8	12	19	0.6316	
9	12	19	0.6316	
10	16	19	0.8421	
11	15	19	0.7895	
12	15	19	0.7895	
13	14	19	0.7368	
14	14	19	0.7368	
15	19	19	1.0000	
16	13	19	0.6842	
17	17	19	0.8947	
18	10	19	0.5263	
19	18	19	0.9474	
20	17	19	0.8947	
21	15	19	0.7895	
22	13	19	0.6842	
23	17	19	0.8947	
24	18	19	0.9474	

25	18	19	0.9474
26	12	19	0.6316
27	17	19	0.8947
28	15	19	0.7895
29	14	19	0.7368
30	11	19	0.5789
Promedio	15	19	77.89%

Fuente: área de operaciones de la empresa de mantenimiento

**Tabla 33.** *Recolección de eficacia septiembre 2023*

<b>Empresa</b>	Empresa de mantenimiento	<b>Área</b>	Logística	FECHA DE INICIO
<b>Elaborado por:</b>	Torres Morales, Rosa Josselyn	<b>Aprobado por:</b>		
<b>Formato:</b> Formato: Recolección de eficacia (postest)				
Septiembre	Actividades cumplidas a tiempo	Total de actividades	Eficacia	
1	10	19	52.63%	
2	13	19	68.42%	
3	16	19	84.21%	
4	11	19	57.89%	
5	11	19	57.89%	
6	11	19	57.89%	
7	19	19	100.00%	
8	15	19	78.95%	
9	13	19	68.42%	
10	12	19	63.16%	
11	11	19	57.89%	
12	11	19	57.89%	
13	19	19	100.00%	
14	14	19	73.68%	
15	16	19	84.21%	
16	19	19	100.00%	
17	14	19	73.68%	
18	17	19	89.47%	
19	10	19	52.63%	

20	12	19	63.16%
21	12	19	63.16%
22	18	19	94.74%
23	18	19	94.74%
24	18	19	94.74%
25	12	19	63.16%
26	13	19	68.42%
27	16	19	84.21%
28	16	19	84.21%
29	18	19	94.74%
30	11	19	57.89%
Promedio	14	19	74.74%

Fuente: área de operaciones de la empresa de mantenimiento

**Tabla 34.** *Recolección de eficacia octubre 2023*

<b>Empresa</b>	Empresa de mantenimiento	<b>Área</b>	Logística	FECHA DE INICIO
<b>Elaborado por:</b>	Torres Morales, Rosa Josselyn	<b>Aprobado por:</b>		
<b>Formato:</b> Formato: Recolección de eficacia (pretest)				
Octubre	Actividades cumplidas a tiempo	Total de actividades	Eficacia	
1	15	19	78.95%	
2	7	19	36.84%	
3	11	19	57.89%	
4	16	19	84.21%	
5	10	19	52.63%	
6	13	19	68.42%	
7	9	19	47.37%	
8	15	19	78.95%	
9	11	19	57.89%	
10	6	19	31.58%	
11	13	19	68.42%	
12	18	19	94.74%	
13	14	19	73.68%	
14	8	19	42.11%	

15	17	19	89.47%
16	19	19	100.00%
17	16	19	84.21%
18	9	19	47.37%
19	15	19	78.95%
20	5	19	26.32%
21	14	19	73.68%
22	13	19	68.42%
23	15	19	78.95%
24	11	19	57.89%
25	13	19	68.42%
26	9	19	47.37%
27	15	19	78.95%
28	17	19	89.47%
29	7	19	36.84%
30	11	19	57.89%
Promedio	12.4	19	65.26%

Fuente: área de operaciones de la empresa de mantenimiento

### **Análisis descriptivo de eficacia (post test)**

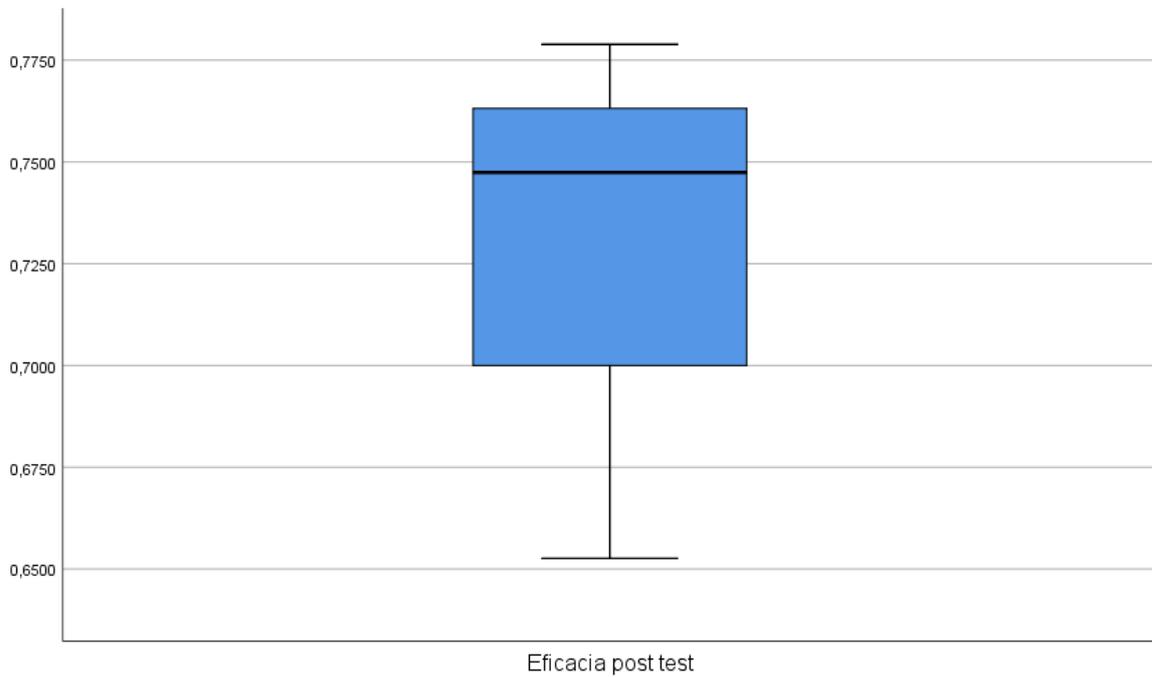
**Tabla 35. Análisis descriptivo de eficacia (post test)**

Estadístico	Resultado
Media	72.63
Mediana	74.74
Desv. Desviación	6.574
Mínimo	65.26
Máximo	77.89
Rango	12.63

Fuente: Registro de eficacia. Base de datos SPSS.

Como se observa en la tabla anterior, la media de los resultados del post test de eficacia es 72.63, mientras que la mediana es 74.74, la desviación estándar asciende a 6.574, el mínimo fue de 65.26 y el máximo de 77.89, presentando un rango de 12.63.

**Figura 18.** Blogspot de la agrupación de porcentajes de la eficacia posttest



Fuente: SPSS v25.

### Diagrama lineal de los índices de eficacia

**Figura 19.** Diagrama lineal de los índices de eficacia (post test)



Fuente: elaboración propia

De la figura anterior, se puede obtener que los índices de eficacia variaron entre 0.7789 para el primer mes, 0.7474 para el segundo mes y 0.6526 para el tercer mes.

**Tabla 36. Recolección de productividad agosto 2023**

<b>Empresa</b>	Empresa de mantenimiento	<b>Área</b>	Logística	<b>FECHA DE INICIO</b>
<b>Elaborado por:</b>	Torres Morales, Rosa Josselyn	<b>Aprobado por:</b>		
<b>Formato: Recolección de productividad (pretest)</b>				
Agosto	Producción	Eficiencia	Eficacia	Productividad
1		100.00%	68.42%	68.42%
2		93.96%	78.95%	74.18%
3		94.17%	78.95%	74.34%
4		95.83%	73.68%	70.61%
5		98.96%	100.00%	98.96%
6		97.92%	84.21%	82.46%
7		97.92%	52.63%	51.54%
8		83.33%	63.16%	52.63%
9		87.50%	63.16%	55.26%
10		81.25%	84.21%	68.42%
11		87.50%	78.95%	69.08%
12		87.50%	78.95%	69.08%
13		100.00%	73.68%	73.68%
14		100.00%	73.68%	73.68%
15		100.00%	100.00%	100.00%
16		97.92%	68.42%	67.00%
17		100.00%	89.47%	89.47%
18		100.00%	52.63%	52.63%
19		106.25%	94.74%	100.66%
20		100.00%	89.47%	89.47%
21		97.92%	78.95%	77.30%
22		96.88%	68.42%	66.28%
23		79.17%	89.47%	70.83%
24		81.04%	94.74%	76.78%

25		81.25%	94.74%	76.97%
26		85.42%	63.16%	53.95%
27		100.00%	89.47%	89.47%
28		87.50%	78.95%	69.08%
29		97.92%	73.68%	72.15%
30		102.08%	57.89%	59.10%
Promedio		93.97%	77.89%	73.20%

Fuente: área de operaciones de la empresa de mantenimiento

**Tabla 37. Recolección de productividad septiembre 2023**

<b>Empresa</b>	Empresa de mantenimiento	<b>Área</b>	Logística	FECHA DE INICIO
<b>Elaborado por:</b>	Torres Morales, Rosa Josselyn	<b>Aprobado por:</b>		
<b>Formato: Recolección de productividad (pretest)</b>				
Septiembre	Operaciones	Eficiencia	Eficacia	Productividad
1		100.00%	52.63%	52.63%
2		100.00%	68.42%	68.42%
3		100.00%	84.21%	84.21%
4		93.75%	57.89%	54.28%
5		95.83%	57.89%	55.48%
6		100.00%	57.89%	57.89%
7		100.00%	100.00%	100.00%
8		106.25%	78.95%	83.88%
9		114.58%	68.42%	78.40%
10		83.33%	63.16%	52.63%
11		100.00%	57.89%	57.89%
12		100.00%	57.89%	57.89%
13		100.00%	100.00%	100.00%
14		87.50%	73.68%	64.47%
15		83.33%	84.21%	70.18%
16		64.58%	100.00%	64.58%
17		76.88%	73.68%	56.64%
18		83.13%	89.47%	74.38%
19		83.33%	52.63%	43.86%

20		93.75%	63.16%	59.21%
21		100.00%	63.16%	63.16%
22		100.00%	94.74%	94.74%
23		97.92%	94.74%	92.76%
24		100.00%	94.74%	94.74%
25		102.08%	63.16%	64.47%
26		94.79%	68.42%	64.86%
27		81.25%	84.21%	68.42%
28		81.25%	84.21%	68.42%
29		82.29%	94.74%	77.96%
30		83.33%	57.89%	48.25%
Promedio		92.97%	74.74%	69.48%

Fuente: elaboración propia

**Tabla 38. Recolección de productividad octubre 2023**

<b>Empresa</b>	Empresa de mantenimiento	<b>Área</b>	Logística	FECHA DE INICIO
<b>Elaborado por:</b>	Torres, Josselyn	<b>Aprobado por:</b>		
<b>Formato: Recolección de productividad (pretest)</b>				
Octubre	Operaciones	Eficiencia	Eficacia	Productividad
1		102.08%	78.95%	80.59%
2		80.21%	36.84%	29.55%
3		83.33%	57.89%	48.25%
4		100.00%	84.21%	84.21%
5		100.00%	52.63%	52.63%
6		100.00%	68.42%	68.42%
7		100.00%	47.37%	47.37%
8		106.25%	78.95%	83.88%
9		104.17%	57.89%	60.31%
10		104.17%	31.58%	32.89%
11		100.00%	68.42%	68.42%
12		100.00%	94.74%	94.74%
13		100.00%	73.68%	73.68%
14		100.00%	42.11%	42.11%
15		100.00%	89.47%	89.47%
16		97.92%	100.00%	97.92%

17		97.92%	84.21%	82.46%
18		100.00%	47.37%	47.37%
19		102.08%	78.95%	80.59%
20		103.13%	26.32%	27.14%
21		83.33%	73.68%	61.40%
22		87.50%	68.42%	59.87%
23		93.75%	78.95%	74.01%
24		87.50%	57.89%	50.66%
25		93.75%	68.42%	64.14%
26		93.75%	47.37%	44.41%
27		93.75%	78.95%	74.01%
28		97.92%	89.47%	87.61%
29		100.00%	36.84%	36.84%
30		91.67%	57.89%	53.07%
Promedio		96.81%	65.26%	63.18%

### **Análisis descriptivo de productividad (post test)**

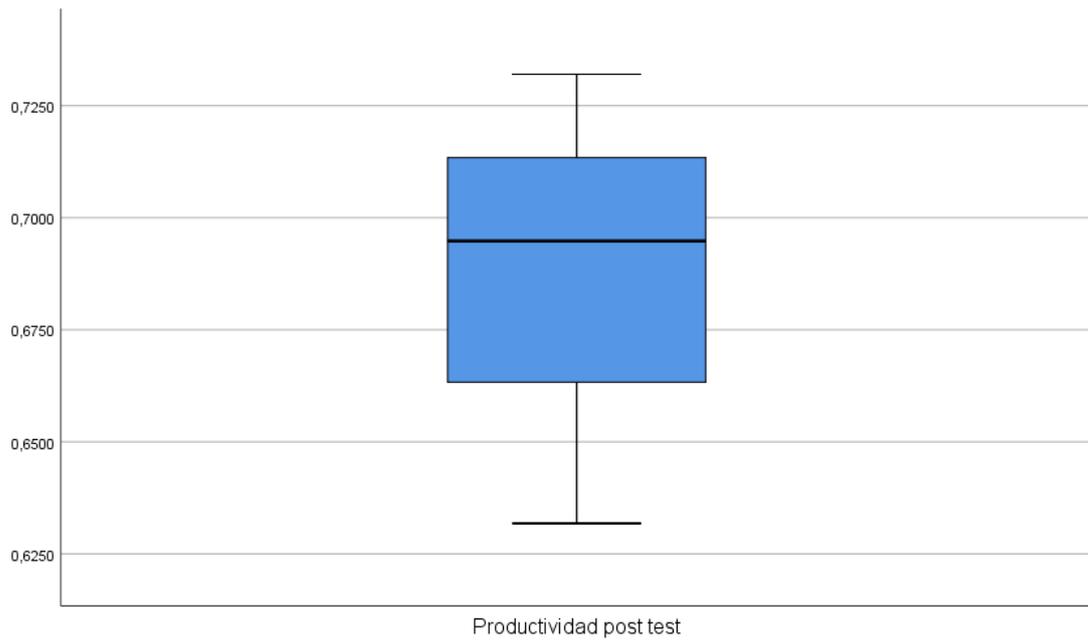
**Tabla 39.** *Análisis descriptivo de productividad (post test)*

Estadístico	Resultado
Media	68.62
Mediana	69.48
Desv. Desviación	5.065
Mínimo	63.18
Máximo	73.20
Rango	10.02

Fuente: Registro de eficiencia. Base de datos SPSS.

Como se observa en la tabla anterior, la media de los resultados del post test de productividad es 68.62, mientras que la mediana es 69.48, la desviación estándar asciende 5.065, el mínimo fue de 63.18 y el máximo de 73.20, presentando un rango de 10.02

**Figura 20.** Blogspot de la agrupación de porcentajes de la productividad



Fuente: SPSS v25.

### Diagrama lineal de los índices de productividad

**Figura 21.** Diagrama lineal de los índices de productividad posttest



Fuente: elaboración propia

De la figura anterior, se puede obtener que los índices de productividad variaron entre 0.7320 para el primer mes, 0.6948 para el segundo mes y 0.6318 para el tercer mes.

### Análisis económico y financiero

A continuación, se diseñó un flujo de caja para 6 meses durante la ejecución de la implementación y el desarrollo de proyectos de la empresa de mantenimiento.

**Tabla 40.** Flujo económico y financiero

Flujo de caja							
Descripción	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Mejora del ingreso							
Proyectos aceptados		1 proyecto	2 proyectos	1 proyecto	1 proyecto	1 proyecto	1 proyecto
Ingreso por proyecto aceptado mensual		S/ 86,500.00	S/ 150,000.00	S/ 86,500.00	S/ 86,500.00	S/ 86,500.00	S/ 86,500.00
Ingreso total		S/ 86,500.00	S/ 300,000.00	S/ 86,500.00	S/ 86,500.00	S/ 86,500.00	S/ 86,500.00
Costo de la Implementación							
Adquisición de insumos y repuestos		S/ 38,900.00	S/ 75,300.00	S/ 38,900.00	S/ 38,900.00	S/ 38,900.00	S/ 38,900.00
Mano de obra directa		S/ 20,900.00	S/ 38,500.00	S/ 20,900.00	S/ 20,900.00	S/ 20,900.00	S/ 20,900.00
Mano de obra indirecta		S/ 28,250.00	S/ 30,000.00	S/ 28,250.00	S/ 28,250.00	S/ 28,250.00	S/ 28,250.00
Servicios de producción		S/ 1,500.00	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00
Implementación	S/ 9,500.00						
Sostenimiento mensual		S/ 1,200.00	S/ 1,200.00	S/ 1,200.00	S/ 1,200.00	S/ 1,200.00	S/ 1,200.00
<b>INVERSIÓN INICIAL</b>	S/ 50,000.00						
<b>COSTO TOTAL</b>		S/ 90,750.00	S/ 146,500.00	S/ 90,750.00	S/ 90,750.00	S/ 90,750.00	S/ 90,750.00
<b>FLUJO DE CAJA</b>	<b>-S/ 59,500.00</b>	<b>-S/ 4,250.00</b>	<b>S/ 153,500.00</b>	<b>-S/ 4,250.00</b>	<b>-S/ 4,250.00</b>	<b>-S/ 4,250.00</b>	<b>-S/ 4,250.00</b>
<b>FLUJO DE CAJA ACUMULADO</b>	<b>-S/ 59,500.00</b>	<b>-S/ 63,750.00</b>	<b>S/ 89,750.00</b>	<b>S/ 85,500.00</b>	<b>S/ 81,250.00</b>	<b>S/ 77,000.00</b>	<b>S/ 72,750.00</b>

Fuente: elaboración propia

**Tabla 41.** Indicadores económicos

Tasa de Descuento (mensual)	1.25%
Valor Actual Neto - VAN	S/ 69,958.44
Tasa Interna de Retorno - TIR	54%
Análisis Beneficio / Costo - B/C	S/ 2.18
PRI	1.2

Fuente: elaboración propia

### **3.6. Métodos de análisis de datos**

Según Seoane et al. (2017) los datos que se obtienen en los resultados de una investigación de tipo aplicada con un enfoque cuantitativo, pueden analizarse mediante dos tipos de estadística: descriptiva e inferencial.

Estadística descriptiva:

Los datos obtenidos sobre los registros de tiempos y productividades (formatos de recolección) se someterán al software Microsoft Excel para obtener las respectivas gráficas y análisis de medias.

Estadística inferencial:

Por otra parte, los datos obtenidos de la productividad del pre test y post test luego de la aplicación del Lean Manufacturing, serán sometidos a pruebas de normalidad (Kolmogórov-Smirnov o Shapiro-Wilk según corresponda), posteriormente a ello, tras determinar si proceden de una distribución normal, se someterán a una prueba de hipótesis (Prueba T, Wilcoxon, etc., según corresponda) para contrastar la hipótesis general.

### **3.7. Aspectos éticos**

Sobre la propiedad intelectual escrita, Díaz (2018) señala que se deben respetar ideas y frases tomadas de otras investigaciones brindándoles los créditos respectivos por medio de las citas y referencias, tal información se puede corroborar en el reporte turnitin puesto en el anexo 12.

Por otra parte, cada cita y referencia en la investigación estuvo elaborada por medio de la norma ISO 690-2, obtenidas a través de la plataforma bibliográfica MyLoft.

Finalmente, cada información puesta en la investigación tiene los permisos correspondientes y fue utilizada con fines académicos e investigativos que contribuyen con una mejora en la empresa en cuestión, asimismo se indica que la realización del presente estudio estuvo apoyada en los lineamientos proporcionados por la RVI N° 062 brindada por la Universidad César Vallejo.

## **IV. RESULTADOS**

## 4.1. Estadística descriptiva

### 4.1.1. Dimensión eficiencia

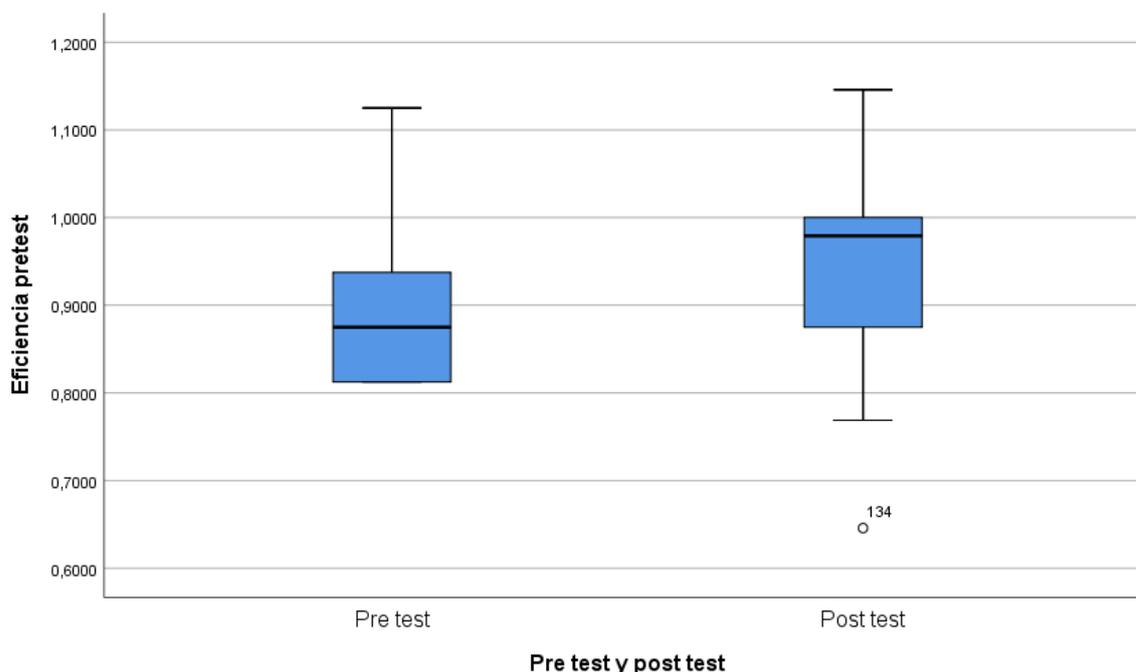
**Tabla 42.** Evaluación comparativa del nivel de eficiencia

	Grupo	Pre Test	Post Test
Nivel de eficiencia	N	88	88
	Media	88.28	94.54
	Desv. Desviación	7.07	8.61

Fuente: SPSS V25

De la tabla anterior se puede obtener que la eficiencia del pre test fue de 88.28%, mientras que para el post test fue de 94.54%, evidenciándose un incremento del 7.09%. Asimismo, se observa que la desviación estándar incrementó ligeramente de un 7.07 a un 8.61 desde el pre test al post test, lo que quiere decir una mayor dispersión en los valores de la eficiencia.

**Figura 22.** Blogspot comparativo eficiencia



Fuente: elaboración propia

#### 4.1.2. Dimensión eficacia

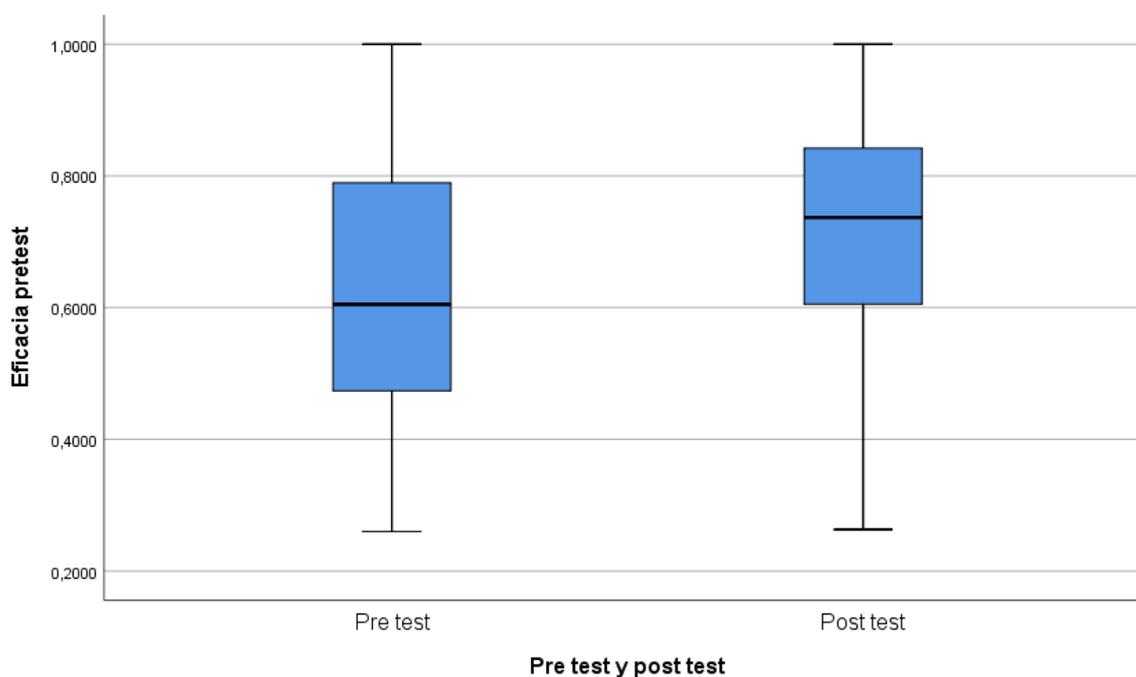
**Tabla 43.** Evaluación comparativa del nivel de eficacia

Nivel de eficacia	Grupo	Pre Test	Post Test
	N	88	88
	Media	62.60	73.20
	Desv. Desviación	20.20	16.90

Fuente: SPSS V25

De la tabla anterior se puede obtener que la eficacia del pre test fue de 62.60%, mientras que para el post test fue de 73.20%, evidenciándose un incremento del 16.93%. Asimismo, se observa que la desviación estándar cayó considerablemente desde un 20.20 en el pre test a un 16.90 en el post test, lo que quiere decir una menor dispersión en los valores de la eficacia.

**Figura 23.** Blogspot comparativo eficacia



Fuente: elaboración propia

### 4.1.3. Dimensión productividad

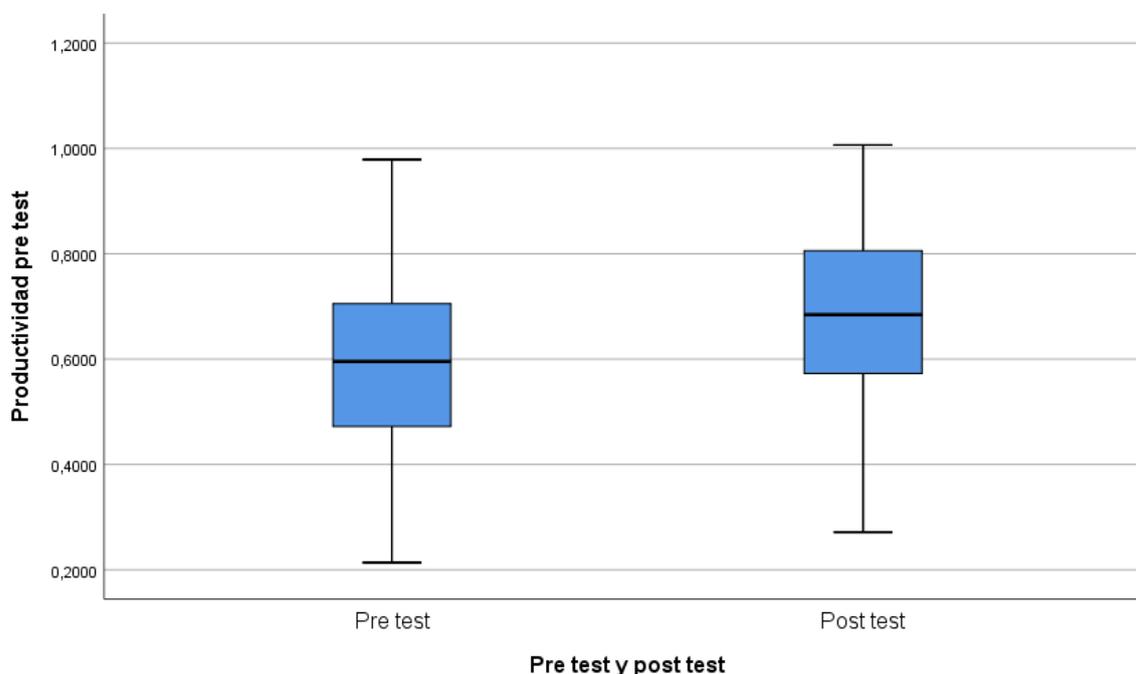
**Tabla 44.** Evaluación comparativa del nivel de productividad

Nivel de productividad	Grupo	Pre Test	Post Test
	N	88	88
	Media	58.66	69.04
	Desv. Desviación	17.26	16.80

Fuente: SPSS V25

De la tabla anterior se puede obtener que la productividad del pre test fue de 58.66%, mientras que para el post test fue de 69.04%, evidenciándose un incremento del 17.69%. Asimismo, se observa que la desviación estándar disminuyó desde un 17.26 en el pre test a un 16.80 en el post test, lo que quiere decir una menor dispersión en los valores de la productividad.

**Figura 24.** Blogspot comparativo productividad



Fuente: elaboración propia

## **4.2. Estadística inferencial**

### **4.2.1. Pruebas de normalidad para productividad**

Para la elaboración de la prueba de normalidad se procedió a ingresar los datos de la productividad del pre test y post test (ver anexo 20) utilizando la prueba de Kolmogórov – Smirnov debido a que la cantidad de datos ingresados fueron 88. Se este estudio se obtuvo una procedencia normal de la productividad inicial y final (pvalor = 0,200 y 0,200), por tanto, se utilizó la prueba T-Student.

### **4.2.2. Contrastación de hipótesis productividad**

Por otra parte, de la contrastación de hipótesis (ver anexo 21) se obtuvo un valor de significancia de 0,000 por lo tanto, al ser menor que 0,05 se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la alterna donde indica que el LM incrementa la productividad del área logística de la empresa de mantenimiento.

### **4.2.3. Prueba de normalidad para eficiencia**

Con relación a la prueba de normalidad para la eficiencia se ingresaron los datos del pre y post test (ver anexo 22) y se obtuvieron valores de 0,000 y 0,000 por lo tanto, al determinarse la no normalidad de dichos datos, se utilizó la prueba de hipótesis Wilcoxon.

### **4.2.4. Contrastación de hipótesis eficiencia**

Con relación a la contrastación de hipótesis para la eficiencia (ver anexo 23) se obtuvieron valores de 0,000, por lo tanto, al ser menor que 0,05 también se rechazó la hipótesis nula y se aceptó que el LM incrementa la eficiencia del área logística de la empresa de mantenimiento.

### **4.2.5. Prueba de normalidad para eficacia**

Finalmente, se ingresaron los datos de eficacia del pre y post test (ver anexo 24) y se obtuvieron datos de 0,012 y 0,033, por lo tanto, se estableció la no normalidad de dichos valores y se procedió a utilizar la prueba Wilcoxon.

### **4.2.6. Contrastación de hipótesis eficacia**

La contrastación de hipótesis de la eficacia (ver anexo 25) indicó un resultado de 0,000 que resulta ser menor que 0,05, por lo tanto, también rechazó la hipótesis nula y aceptó que el LM incrementa la eficacia del área logística de la empresa de mantenimiento.

## **V. DISCUSIÓN**

En relación con los resultados principales de la investigación, de la hipótesis general se indica que su nivel de significancia bilateral de la prueba de T-Student fue de  $p\text{valor} = 0,000$  lo cual resulta ser menor a  $0,05$ , por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, en tal sentido se indica que la aplicación de lean manufacturing incrementa la productividad del área logística de una empresa de mantenimiento – Lima, 2023, aceptándose la hipótesis alterna, todo ello se indica en los resultados descriptivos de esta variable mostrándose que la productividad pasó de un  $58,66\%$  identificada en el pre test a un  $69,04\%$  que se identificó en el post test, determinándose un incremento porcentual del  $17.69\%$ . De igual forma con relación al diagrama Box Plot se observa que existe una mejor agrupación de puntajes en el post test con respecto de lo que se obtuvo en el pre test así como una disminución en la dispersión de los valores de la productividad.

Estos resultados se comparan con los obtenidos de Martínez (2017) quien realizó un estudio enfocado al incremento del indicador de productividad en el departamento de mantenimiento de una empresa ecuatoriana mediante la aplicación de las herramientas Lean Manufacturing, en dicha investigación se logró un incremento de la productividad del  $53\%$ . Asimismo, se asocian con los resultados de Carrillo et al. (2019) quienes desarrollaron un artículo de investigación que estuvo enfocado a la evaluación de la implementación de herramientas lean en una empresa del sector metalmecánico y mantenimiento en la ciudad de Cartagena y lograron un incremento de la productividad del  $57\%$ . En el mismo sentido, Beltrán y Soto (2017) realizaron un informe de investigación donde aplicaron herramientas Lean Manufacturing y se plantearon como objetivo mejorar los procesos e incrementar los niveles de productividad en la empresa HLF Romero S.A.S y lograron un aumento en la productividad del  $36.82\%$ , además, Romero (2017) registró un aumento del  $84.6\%$ , en la productividad de la empresa de mantenimiento Talma. Así también, los resultados se comparan con los de Jimenez y Tavera (2022) quienes realizaron una investigación relacionada al área administrativa de una empresa de transportes, para mejorar su productividad mediante la aplicación de Lean Manufacturing, en tal estudio se evidenció un incremento en la productividad global con una tasa de crecimiento de  $55\%$ , es decir, pasó de un  $36\%$  a un  $56\%$  en este indicador. Por otra parte, Ocola (2021) mejoró la productividad del área de procesos de la empresa AMI Servicios S.A.C un  $41\%$ ,

ya que pasó de un 36% a un 77%, de igual forma León, Medina y Méndez (2020) obtuvo un incremento de la productividad del 85.4%, Bances (2017) por su parte, logró mejorar la productividad en 24% y Huamán (2021) evidenció una mejora desde un 82.14% a 92.94%, o en otras palabras, un 13.14%.

Finalmente, se relacionan con lo que aseguran Díaz y Toscano (2022) los cuales indican que la productividad está relacionada con la eficiencia del flujo y la eficacia del mismo, siendo ésta calculada mediante el producto de ambas dimensiones. Además, Franco, Uribe y Agudelo (2021) añaden que tal indicador evalúa el desempeño del flujo productivo y proporciona niveles significativos de competitividad de las empresas en un mercado donde operan. En ese sentido, la empresa de mantenimiento logró mejorar sus índices de eficiencia, eficacia y por ende, se logró un incremento significativo en la productividad, lo cual se corrobora en el análisis estadístico descriptivo e inferencial del presente informe de investigación. Por otra parte, se añade que el estudio mantiene un aporte sustancial para la comunidad investigadora debido a que se demuestra que la filosofía lean puede ser aplicada a una empresa de servicios por medio de sus herramientas tradicionales.

Por otro lado, se obtuvo con relación a la hipótesis específica 1 que su nivel de significancia bilateral de la prueba de Wilcoxon fue de  $p\text{-valor} = 0,000$  lo cual resulta ser menor a 0,05, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, en tal sentido se indica que la aplicación de lean manufacturing incrementa la eficiencia del área logística de una empresa de mantenimiento – Lima, 2023, aceptándose la hipótesis alterna, todo ello se indica en los resultados descriptivos de esta dimensión mostrándose que la eficiencia pasó de 88,28% identificada en el pre test a un 94,54% que se identificó en el post test, determinándose un incremento porcentual del 7.09%. De igual forma con relación al diagrama Box Plot se observa que existe una mejor agrupación de puntajes en el post test con respecto de lo que se obtuvo en el pre test así como una disminución en la dispersión de los valores de la eficiencia.

Estos resultados logran contrastarse con los hallazgos de Romero (2017) quien realizó una investigación enfocada a mejorar la productividad del área de mantenimiento de la empresa Talma a través de la aplicación de herramientas Lean Manufacturing, en dicho estudio la eficiencia se vio mejorada en 93.8% a través de

la filosofía lean manufacturing, a su vez, esto se corrobora con los resultados obtenidos en la investigación de Ocola (2021) quien se enfocó en un análisis en el área de procesos de una empresa, para incrementar su productividad, mediante Lean Manufacturing, debido a que sus hallazgos obtenidos son que al optimizar los tiempos se logró incrementar la eficiencia de un 58% calculado en el pre test a un 75% calculado en el post test, es decir, se evidenció un incremento porcentual del 29.31%. En relación con ello, se compara también con los resultados obtenidos por Bancos (2017) quien pretendió determinar una mejora en el índice de productividad con la implementación de Lean Manufacturing en la empresa metalmecánica Wensay Aceros S.A, en dicha investigación, la eficiencia se vio incrementada en 6.9% con respecto de las herramientas implementadas. Finalmente, el autor Huamán (2021) en su investigación que persiguió el fin de incrementar el nivel de productividad de una planta siderúrgica utilizando una herramienta Lean Manufacturing, logró incrementar su eficiencia logró desde un 90.90% a un 95.36%, determinándose una variación porcentual de 4.90% en la empresa.

Tras analizar los datos cuantitativos, los resultados de la eficiencia de la presente investigación se vieron mejorados de acuerdo con la optimización de los recursos humanos y de tiempo, además, se indica que la implementación del lean manufacturing se presentó por medio del diseño de un Value Stream Mapping y el Just in time, en relación con ello, Martínez (2017) aplicó las herramientas VSM y 5S para lograr un incremento en tal indicador, además, Beltrán y Soto (2017)

Diseñaron un diagrama VSM coincidiendo con Romero (2017) quienes lograron mejorar la eficiencia promedio de hasta un 93.8% y Jimenez y Tavera (2022) lograron una optimización de los recursos por medio del VSM en hasta un 16%, corroborándose la teoría de Galvan y Garcia (2019) quienes señalan que la eficiencia es un indicador que mide el desempeño de una empresa con respecto del cumplimiento de sus metas y el manejo de sus recursos, es decir, la empresa resulta ser más eficiente cuando cumple sus objetivos propuestos con la menor cantidad de recursos.

Asimismo, en relación con los resultados principales de la hipótesis específica 2 se indica que su nivel de significancia bilateral de la prueba de Wilcoxon fue de  $p\text{-valor} = 0,000$  lo cual resulta ser menor a 0,05, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula,

en tal sentido se indica que la aplicación de lean manufacturing incrementa la eficacia del área logística de una empresa de mantenimiento – Lima, 2023, aceptándose la hipótesis alterna, todo ello se indica en los resultados descriptivos de esta dimensión mostrándose que la eficacia pasó de 62,60% identificada en el pre test a un 73,20% que se identificó en el post test, determinándose un incremento porcentual del 17.04%. De igual forma con relación al diagrama Box Plot se observa que existe una mejor agrupación de puntajes en el post test con respecto de lo que se obtuvo en el pre test así como una disminución en la dispersión de los valores de la eficacia.

En tal sentido, estos resultados se comparan con los hallazgos de Romero (2017) quien logró mejorar su eficacia en un 90.24% con relación a la aplicación de herramientas lean manufacturing. Por otra parte, también se comparan con los resultados de Ocola (2021) quien logró un incremento en la eficacia y pasó de un 58.3% inicial a un 86% final, demostrándose un aumento porcentual del 47.51%. En la misma línea, Bances (2017) aumentó su eficacia hasta en un 15% debido a que se planteó como objetivo determinar un incremento en la productividad de una empresa. Finalmente, Huamán (2021) en su investigación que persiguió el fin de incrementar el nivel de productividad de una planta siderúrgica utilizando una herramienta Lean Manufacturing, logró que la eficacia pasara desde un 90.35% a un 97.44%, es decir, se evidenció un incremento significativo del 7.28%

Asimismo, con respecto de la teoría de la eficacia, se logró mejorar este indicador a través de mejoras relacionadas con la planificación de actividades, optimización de tiempos y la adaptación de la metodología 0 defectos, corroborándose con lo que menciona Bolaños (2020) quien precisa que la eficacia es un indicador que mide el cumplimiento de los objetivos sin considerar los recursos que se puedan emplear, en tanto, se indica que los objetivos propuestos fueron cumplidos con respecto de la planificación y se consideró el uso de todos los recursos de tiempo que cuenta la empresa.

## **VI. CONCLUSIONES**

1. Con relación al objetivo general, se puede concluir que la metodología lean manufacturing logró mejorar la productividad en el área logística de la empresa de mantenimiento, ya que se pudo evidenciar por medio del análisis descriptivo que la productividad pasó desde una primera medición en el pre test de 58.66% a un 69.04% en una segunda medición en el post test, es decir, se evidencia una mejora del 17.69%.
  
2. Con relación al primer objetivo específico se puede concluir que la metodología lean manufacturing logró mejorar la eficiencia en el área logística de la empresa de mantenimiento, ya que se pudo evidenciar por medio del análisis descriptivo que la eficiencia pasó desde una primera medición en el pre test de 88,28% a un 94,54% en una segunda medición en el post test, es decir, se evidencia una mejora del 7.091%.
  
3. Por otra parte, con relación al segundo objetivo específico se puede concluir que la metodología lean manufacturing logró mejorar la eficacia en el área logística de la empresa de mantenimiento, ya que se pudo evidenciar por medio del análisis descriptivo que la eficacia pasó desde una primera medición en el pre test de 62.60% a un 73.20% en una segunda medición en el post test, es decir, se evidencia una mejora del 17.04%.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. La primera recomendación va dirigida hacia la empresa de mantenimiento, donde se le incentiva a seguir implementando las diversas herramientas pertenecientes a la filosofía lean manufacturing ya que se han evidenciado en múltiples estudios que resulta ser una herramienta clave para el mejoramiento del desempeño de la empresa, así como en la productividad, teniendo en cuenta que todas las empresas que son productivas, tienden a ser competitivas, y en esa misma línea, se asegura que pueden subsistir en el mercado.
  
2. La segunda recomendación va dirigida también hacia la empresa donde se sugiere que diseñen y apliquen indicadores de gestión debido a que se debe garantizar un control adecuado de lo que se produce y los recursos que se emplean. De esta forma, también se promueve una gestión de la productividad.
  
3. Finalmente, se recomienda a la comunidad investigadora que continúen formulando investigaciones con relación al lean manufacturing, sus herramientas, la productividad y sus dimensiones para conseguir mayores resultados en las empresas del Perú y el mundo. Además, se recomienda aplicar la metodología VSM para identificar los problemas iniciales de la empresa e identificar los desperdicios del proceso.

## REFERENCIAS

AGUILERA, Armando y VIDAL, Gelmar. Eficacia y Eficiencia, premisas indispensables para la Competitividad. Centro de Informacion y Gestion Tecnologica de Santiago de Cuba. Santiago de Cuba: Ciencia Holguin. [en línea]. Septiembre 2017. vol. 18, no: 3, pp. 1–14. [Fecha de consulta: 05 de abril de 2023]. Disponible en: <https://qrpel.com/d57c3>

ISSN: 1027-2127

ÁLAVA, Ramón y GOYA, Adriany. Implementación de herramientas Lean Manufacturing para optimizar los costos de producción y aumentar la productividad en una empresa productora de absorbentes en la ciudad de Guayaquil. Tesis de maestría en producción y operaciones industriales. Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana, 2022. Disponible en: <https://qrpel.com/70a57>

ANTÓN, Luis y CLAVIJO, Óscar. Mejoramiento de la productividad mediante la aplicación e implementación de herramientas Lean Manufacturing en la línea de producción de puertas enrollables en Industrias Metálicas Vilema en el cantón Guano. Tesis de maestría en operación y producción industriales. Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2019. Disponible en: <https://qrpel.com/1e7ce>

APUSHÓN, María. Incremento de la productividad del área de costura de la línea de producción de calzado escolar en el segmento femenino en Plasticaucho Industrial S.A. Utilizando la metodología de manufactura esbelta. Tesis de maestría en Ingeniería Industrial y Productividad (FIQA). Quito: Escuela Politécnica Nacional, 2019. Disponible en: <https://qrpel.com/403b1>

ARIAS, José, 2021. Diseño y metodología de la investigación [en línea]. Primera Ed. Arequipa: Enfoques Consulting EIRL, 2021. [Fecha de consulta: 10 de junio de 2023]. Disponible en: <https://qrpel.com/0bcfe>

ISBN: 978-612-48444-2-3

BANCES, Roberto. Implementación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el taller metalmecánica Wensay Aceros S.A., Puente Piedra, 2017. Tesis de pregrado en ingeniería industrial. Lima: Universidad César Vallejo, 2017.

Disponible en: <https://qrpil.com/dad87>

BELTRÁN, Carlos y SOTO, Anderson. Aplicación de herramientas Lean manufacturing en los procesos de recepción y despacho de la empresa HLF Romero S.A.S. Tesis de pregrado en ingeniería industrial. Bogotá: Universidad de la Salle, 2017. Disponible en: <https://qrpil.com/9ac01>

CALVO, Jeison, PELEGRÍN, Arítides y GIL, María, 2018. Enfoques teóricos para la evaluación de la eficiencia y eficacia en el primer nivel de atención médica de los servicios de salud del sector público. Retos de la Dirección [en línea]. Junio 2018. vol. 12, no. 1, pp. 96–118. [Fecha de consulta: 03 de abril de 2023]. Disponible en: <https://qrpil.com/ab135>

ISSN: 2306-9155

CARRILLO, Martha, et al. Lean manufacturing: 5 s y TPM, herramientas de mejora de la calidad. Caso empresa metalmecánica en Cartagena, Colombia. Signos [en línea]. Enero 2019. vol. 11, no. 1, pp. 71–86. [Fecha de consulta: 10 de abril de 2023]. DOI 10.15332/s2145-1389-4934. Disponible en: <https://qrpil.com/989a3>

ISSN: 2145-1389

CÉSPEDES, Nikita, LAVADO, Pablo y RAMÍREZ, Nelson. Productividad en el Perú: medición, determinantes e implicancias [en línea]. 2da edición. Lima: Universidad del Pacífico, 2020. [Fecha de consulta: 05 de junio de 2023]. Disponible en: <https://qrpil.com/a181c>

ISBN: 978-9972-57-356-9

CHARA, Nahin, MONCAYO, Guido y CHARA, Yared, 2022. Aplicación de la filosofía kaizen a la administración de microemprendimientos. Dominio de las Ciencias [en línea]. Junio 2022. vol. 8, no. 2, pp. 420–434. [Fecha de consulta: 05 de abril de 2023]. Disponible en: <https://qrpil.com/d00ee>

ISSN: 2477-8818

CISNEROS, Alicia, et al. Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos que apoyan a la Investigación Científica en tiempo de Pandemia. Dominio de las

Ciencias [en línea]. Julio 2022. vol. 8, no. 1, pp. 1–12. [Fecha de consulta: 02 de abril de 2023]. Disponible en: <https://qropol.com/02ccf>

ISSN: 2477-8818

CORTÉS, Manuel, et al. Algunas consideraciones para el cálculo del tamaño muestral en investigaciones de las Ciencias Médicas. MediSur [en línea]. Octubre de 2020. vol. 18, no. 5, pp. 937–942. [Fecha de consulta: 01 de abril de 2023]. Disponible en: <https://qropol.com/cdcbe>

ISSN: 1727-897X

DEGREGORI, Oscar y IZQUIERDO, Wilder. Aplicación del Lean Manufacturing para incrementar la productividad en una empresa de calzado Tesis de pregrado en ingeniería industrial. Lima: Universidad Tecnológica del Perú, 2019. Disponible en: <https://qropol.com/020b3>.

DÍAZ, América y TOSCANO, Juan. El capital humano y la productividad de las empresas. Revista Torreón Universitario [en línea]. Febrero 2022. vol. 11, no. 30, pp. 1–8. [Fecha de consulta: 15 de abril de 2023]. DOI <https://doi.org/10.5377/rtu.v11i30.13427>. Disponible en: <https://qropol.com/7941d>

ISSN: 2313-7215

DIAZ, Jorge. Políticas públicas en propiedad intelectual escrita. Una escala de medición para educación superior del Perú. Revista Venezolana de Gerencia [en línea]. Junio 2018, 23(81), 88-105 [Fecha de consulta 29 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://qropol.com/d94ae>

ISSN: 1315-9984

ESTEBAN, Nicomedes. Tipos de Investigación. Universidad Santo Domingo de Guzmán [en línea]. Junio 2018. vol. 1, no. 1, pp. 1–15. [Fecha de consulta: 01 de abril de 2023]. Disponible en: <https://qropol.com/76ce3>

FONTALVO, Tomás, DE LA HOZ, Efrain y MORELOS, Jose. LA PRODUCTIVIDAD Y SUS FACTORES: INCIDENCIA EN EL MEJORAMIENTO ORGANIZACIONAL. Dimensión Empresarial [en línea]. Diciembre 2018. vol. 16, no. 1, pp. 47–60. [Fecha

de consulta: 10 de abril de 2023]. DOI <http://dx.doi.org/10.15665/rde.v15i2.1375>. Disponible en: <https://qrpol.com/d163c>

ISSN: 1692-8563

FRANCO, Jorge, URIBE, Julián y AGUDELO, Sebastián. Factores clave en la evaluación de la productividad: estudio de caso. Revista CEA [en línea]. Abril 2021. vol. 7, no. 15, pp. 1–27. [Fecha de consulta: 04 de abril de 2023]. DOI <https://doi.org/10.22430/24223182.1800>. Disponible en: <https://qrpol.com/89ae5>

ISSN: 2390-0725

HERNÁNDEZ, Anabel y RÍOS, Nelita. Aplicación de herramientas lean manufacturing para mejorar la productividad de la empresa LT Multiservices SAC., Chepén, 2022. Tesis de pregrado. Chepén: Universidad César Vallejo, 2022. Disponible en: <https://qrpol.com/5c44d>

HERNÁNDEZ, Fiorella y SIFUENTES, Winger. Lean Manufacturing: Literature review and implementation analysis. Journal of Scientific and Technological Research Industrial [En línea]. Diciembre de 2022. Vol. 3, No. 2, pp. 36-46. [Fecha de consulta: 23 de abril de 2023]. Disponible en: <https://qrpol.com/7350f>

ISSN: 2961-211X

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la Investigación [en línea]. Sexta Edic. México D.F.: McGrawHill, 2014. [ Fecha de consulta: 10 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://qrpol.com/f9c7b>

ISBN: 978-1-4562-2396-0

HUAMÁN, Aldo. Implementación de la metodología 5S para incrementar la productividad en el área de producción en una planta siderúrgica. Tesis de pregrado en ingeniería industrial. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2021. Disponible en: <https://qrpol.com/fe98e>

HUERTAS, Milagro. Propuesta de mejora de procesos utilizando herramientas de lean manufacturing en la línea de producción de yogurt de una empresa láctea de la ciudad de Arequipa. Tesis de pregrado en ingeniería industrial. Arequipa:

Universidad Católica San Pablo, 2019. Disponible en: <https://qropol.com/ec83c>

ISHAM, Amy, MAIR, Simón y JACKSON, Tim. Worker wellbeing and productivity in advanced economies: Re-examining the link. *Ecological Economics* [En línea]. Junio de 2021. Vol. 184, no. 106989. [Fecha de consulta: 10 de abril de 2023]. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2021.106989>. Disponible en: <https://qropol.com/43013>

JAIMES, Ludym, LUZARDO, Marianela y ROJAS, Miguel. Factores Determinantes de la Productividad Laboral en Pequeñas y Medianas Empresas de Confecciones del Área Metropolitana de Bucaramanga, Colombia. *Información Tecnológica* [en línea]. Febrero 2018. vol. 29, no. 5, pp. 175–186. [Fecha de consulta: 10 de abril de 2023]. DOI <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642018000500175>. Disponible en: <https://qropol.com/71932>

JIMÉNEZ, José, CONTRERAS, Iván y LÓPEZ, Maricela. Lo cuantitativo y cualitativo como sustento metodológico en la investigación educativa: un análisis epistemológico. *Revista Humanidades* [en línea]. Junio 2022. vol. 12, no. 2, pp. 1–13. [Fecha de consulta: 08 de abril de 2023]. DOI <https://doi.org/10.15517/h.v12i2.51418>. Disponible en: <https://qropol.com/e99e5>

ISSN: 2215-3934

JIMÉNEZ, Sandra y TAVARA, José. Implementación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad del área administrativa de la Empresa de Transportes Los Andes S.R.L, Trujillo 2022. Tesis de pregrado en ingeniería industrial. Trujillo: Universidad César Vallejo, 2022. Disponible en: <https://qropol.com/8318f>

JUÁREZ, Marcela, et al. Trabajo y productividad en trabajadores del conocimiento. *Revista Electrónica Sobre Cuerpos Académicos Y Grupos De Investigación* [en línea]. Diciembre 2021. vol. 8, no. 16, pp. 1–18. [Fecha de consulta: 05 de abril de 2023]. Disponible en: <https://qropol.com/1d403>

ISSN: 2448-6280

LEÓN, Danitza, MEDINA, Massiel y Méndez, Raúl. Aplicación de la mejora continua para incrementar la productividad de la empresa J.C. Astilleros-División Minera.

INGnosis [en línea]. Febrero 2020. vol. 8, no. 2, pp. 61–73. [Fecha de consulta: 02 de mayo de 2023]. DOI <https://doi.org/10.18050/ingnosis.v6i2.2080>. Disponible en: <https://qropol.com/93f56>

LOAYZA, Edwar. El fichaje de investigación como estrategia para la formación de competencias investigativas. Educare et Comunicare [en línea]. Julio 2021. vol. 9, no. 1, pp. 67–77. [Fecha de consulta: 02 de mayo de 2023]. DOI <https://doi.org/10.35383/educare.v9i1.594>. Disponible en: <https://qropol.com/8a781>

ISSN: 2312-9018

MALPARTIDA, Nelson y TARMEÑO, Luis. Implementación de las herramientas del Lean Manufacturing y sus resultados en diferentes empresas. Revista de Investigación Científica y Tecnológica [en línea]. Octubre 202. vol. 1, no. 2, pp. 51–59. [Fecha de consulta: 01 de abril de 2023]. DOI <https://doi.org/10.47422/ac.v1i2.12>. Disponible en: <https://qropol.com/17b8e>

ISSN: 2709-4502

MANDARIAGA, Francisco. Lean manufacturing: Exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos. España: Library of Congress, 2019. [Fecha de consulta: 16 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://qropol.com/86e70>

MARARÉ, María, et al. Validación de una ficha de observación para el análisis de habilidades socio-emocionales en Educación Física. Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación [en línea]. Junio 2017. vol. 1, no. 31, pp. 8–13. [Fecha de consulta: 03 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://qropol.com/25856>

ISSN: 1988-2041

MARTÍNEZ, Alex. Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el Comando Logístico Reino de Quito No. 25 (COLOG) en el departamento de mantenimiento. Tesis de pregrado. Quito: Universidad Tecnológica Equinoccial, 2017. Disponible en: <https://qropol.com/d3c22>

MEDINA, Roger. Tipos de mantenimiento en las unidades de medición de

producción de pozos petroleros. Revista de Investigación en Ciencias de la Administración Enfoques [en línea]. Enero 2022. vol. 6, no. 21, pp. 37–49. [Fecha de consulta: 05 de abril de 2023]. Disponible en: <https://qropol.com/63df9>

MONJARÁS, Ana, et al. Diseños de Investigación. Educación y Salud Boletín Científico Instituto de Ciencias de la Salud Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo [en línea]. Diciembre 2019. vol. 8, no. 15, pp. 119–122. [Fecha de consulta: 09 de abril de 2023]. DOI <https://doi.org/10.29057/icsa.v8i15.4908>. Disponible en: <https://qropol.com/d6bec>

NARANJO, Israel y OCAÑA, Franklin. Plan de mejoramiento de la productividad a través de herramientas lean manufacturing para la disminución de desperdicios en el proceso de empacado y almacenamiento de la empresa Mascorona y Solog Cia. Ltda. Tesis de pregrado. Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2022. Disponible en: <https://qropol.com/c806f>

ÑAUPAS, Humberto, et al. Metodología de la investigación. Cuantitativa – Cualitativa y redacción de la tesis [en línea]. 5ta edición. Bogotá: : Ediciones de la U, 2018 . [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://qropol.com/4691b>

ISBN: 978-958-762-877-7

OCOLA, Nadinne. Implementación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el área de procesos de la empresa AMI Servicios S.A.C, Arequipa 2021. Tesis de pregrado en ingeniería industrial, 2021. Arequipa: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://qropol.com/47e99>

OTZEN, Tamara y MANTEROLA, Carlos. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. International Journal of Morphology [en línea]. Marzo 2017. vol. 35, no. 1, pp. 227–232. [Fecha de consulta: 10 de abril de 2023]. DOI <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>. Disponible en: <https://qropol.com/c32d3>

ISSN: 0717-9502

PACHACAMA, Darwin. Mejora de la productividad, en el área de mecanizado

transfer para la fabricación de grifería en la empresa Franz Viegener, mediante la implementación de la metodología “Lean Manufacturing”. Tesis de maestría en ingeniería industrial y productividad (FIQA). Quito: Escuela Politécnica Nacional, 2019. Disponible en: <https://qropol.com/a1435>

RAMÍREZ, Graciela, MAGAÑA, Deneb. y OJEDA, Ruth. Productividad, aspectos que benefician a la organización. Revisión sistemática de la producción científica. Trascender, contabilidad y gestión [en línea]. Agosto 2022. vol. 7, no. 20, pp. 189–208. [Fecha de consulta: 10 de abril de 2023]. DOI <https://doi.org/10.36791/tcg.v8i20.166>. Disponible en: <https://qropol.com/6fde8>

ISSN: 2448-6388

RAMOS, Carlos. Los alcances de una investigación. CienciAmérica [en línea]. Octubre 2020, vol. 9, no. 3, pp. 1-5. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://qropol.com/7c8a6>

ISSN: 1390-681X

RIMARACHI, Ronal. Implementación de la metodología Lean Manufacturing para incrementar la productividad en el área de ensamble de la Empresa Tecnopress - Cantol, Lima- 2020. Tesis de pregrado en ingeniería industrial. Lima: Universidad de las Américas, 2020. Disponible en: <https://qropol.com/6ec57>

ROMERO, Jonhy. Implementación de herramientas del Lean Manufacturing para mejorar la Productividad del Área de Mantenimiento Empresa Talma, Callao, 2016. Tesis de pregrado en ingeniería industrial. Lima: Universidad César Vallejo, 2017. Disponible en: <https://qropol.com/81a8d>

RUDAS, Martin y TERRONES, Cesar, 2021. Diseño de un sistema Lean Manufacturing para incrementar la productividad en el área de mantenimiento de la empresa M.S.A. Automotriz S. A. C. – Cajamarca. Tesis de pregrado en ingeniería industrial. Cajamarca: Universidad Privada del Norte. Disponible en: <https://qropol.com/96fc2>

SÁNCHEZ, Hugo, REYES, Carlos y MEJÍA, Katia. Manual de términos de investigación científica, tecnológica y humanística [en línea]. 1ra edición. Perú:

Universidad Ricardo Palma, 2018. [Fecha de consulta: 02 de junio de 2023].  
Disponible en: <https://qropol.com/3319c>

ISBN: 978-612-47351-4-1

SARRIA, Mónica, FONSECA, Guillermo y BOCANEGRA, Claudia. Modelo metodológico de implementación de lean manufacturing. Revista EAN [en línea]. Noviembre 2017. vol. 2, no. 83, pp. 51–71. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2023]. DOI. Disponible en : <https://qropol.com/7bb4c>

SEOANE, Teresa, et al. Capítulo 7: Estadística: Estadística Descriptiva y Estadística Inferencial. SEMERGEN - Medicina de Familia [en línea]. Noviembre 2017. vol. 33, no. 9, pp. 466–471. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2023]. DOI [https://doi.org/10.1016/S1138-3593\(07\)73945-X](https://doi.org/10.1016/S1138-3593(07)73945-X). Disponible en: <https://qropol.com/70b7a>

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Fórmula	Escala de medición
VI: Lean Manufacturing	Conjunto de procedimientos aplicados al proceso productivo que tienen por objetivo identificar lo que realmente aporta valor hacia el cliente, además de eliminar todas aquellas actividades improductivas y establecer un flujo de trabajo continuo (MALPARTIDA Y TARMEÑO, 2020).	Herramientas enfocadas a la mejora del diseño del flujo productivo con el fin de generar valor al proceso.	VSM (Value Stream Mapping)	Valor del proceso productivo	$VPP = \frac{ANAV}{TA}$ <p>VPP: Valor del proceso productivo</p> <p>ANAV: Actividades que no agregan valor</p> <p>TA: Total de actividades</p>	Razón
			JIT (Just in time)	% Actividades a tiempo	$\% AT = \frac{CAAT}{TA}$ <p>AT: Actividades a tiempo</p> <p>CAAT: Cumplimiento de actividades a tiempo</p> <p>TA: Total de actividades</p>	Razón

VD: Productividad	La productividad es el nivel de rendimiento que mantiene un proceso productivo desde el punto de vista de sus recursos y cómo los utiliza para la obtención de productos o servicios. (FONTALVO, DE LA HOZ Y MORELOS 2017)	La productividad comprenderá las dimensiones con sus indicadores de eficiencia en el tiempo de mantenimiento y eficacia en el cumplimiento de la planificación del servicio de mantenimiento.	Eficiencia	Eficiencia en el tiempo	$\% \text{ Eficiencia} = \frac{TT}{TD} \times 100\%$ <p>TT: Tiempo trabajado en el área logística</p> <p>TD: Tiempo diario</p> <p>Medición: mensual</p>	Razón
			Eficacia	Eficacia en el cumplimiento de actividades a tiempo.	$\% \text{ Eficacia} = \frac{ACT}{TAA} \times 100\%$ <p>ACT: actividades cumplidas a tiempo</p> <p>TAA: total de actividades del área logística</p> <p>Medición: mensual</p>	Razón

## Anexo 2. Instrumentos de recolección de datos

Fichas de recolección

<b>Empresa</b>	Mantenimiento	<b>Servicio</b>		FECHA DE INICIO
<b>Elaborado por:</b>	Josselyn Torres	<b>Aprobado por:</b>		
<b>Formato:</b> Recolección de productividad (pretest)				
Días	Servicios	Eficiencia	Eficacia	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				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
Promedio				

<b>Empresa</b>	Mantenimiento	<b>Servicio</b>		FECHA DE INICIO
<b>Elaborado por:</b>	Josselyn Torres	<b>Aprobado por:</b>		
<b>Formato:</b> Recolección de eficiencia (pretest)				
<b>Días</b>	<b>Tiempo trabajado</b>	<b>Tiempo diario</b>	<b>Eficiencia</b>	
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				

17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
Promedio			

<b>Empresa</b>	Mantenimiento	<b>Servicio</b>		FECHA DE INICIO
<b>Elaborado por:</b>	Josselyn Torres	<b>Aprobado por:</b>		
<b>Formato:</b> Formato: Recolección de eficacia (pretest)				
Días	Actividades a tiempo	Total de actividades	Eficiencia	
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				

10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
Promedio			

## Anexo 2. Carta de autorización de la empresa

GESINCOP S.A.C.  
Av. Paseo de la Republica N°  
6236 – Of. 501 Miraflores  
(Lima – Perú)  
Tel. 01 3957352  
proyectos@gesincop.com



### CARTA DE AUTORIZACION USO DE DATOS

Srta:

**ROSA JOSSELYN TORRES MORALES**

Estudiante del IX ciclo de la universidad César Vallejo

De mi mayor consideración:

Yo, **CESAR AUGUSTO VALDEZ VARGAS**, identificada con DNI° **46535696**, representante legal de la empresa **GESINCOP S.A.C.** con R.U.C N° **20253757931**, con domicilio en AV. PASEO DE LA REPUBLICA N° 6236 – OF. 501 MIRAFLORES, provincia y departamento de Lima, extendiendo la presente autorización al estudiante Srta. **ROSA JOSSELYN TORRES MORALES**, con DNI° **72924407**, quien cursa la carrera de Ingeniería Industrial en la distinguida Universidad César Vallejo. Es entonces que se da la autorización para que realice la recaudación de información necesaria del área de logística. Asimismo, plantee y ponga en práctica la ejecución de su investigación en el tiempo designado para su aplicación en nuestra empresa.

Se expide el presente documento con fines académicos que el interesado estime conveniente.

Para constancia de lo anterior, se firma en la ciudad de Lima a los 15 días del mes de Julio del 2023.

**GESINCOP S.A.C.**  
RUC: 20253757931  
  
-----  
**CESAR AUGUSTO VALDEZ VARGAS**  
GERENTE GENERAL  
-----  
CESAR AUGUSTO VALDEZ VARGAS  
GERENTE GENERAL

Anexo 4. Certificados de validación

Primer experto

**DOCUMENTOS PARA VALIDAR LOS INSTRUMENTOS DE  
MEDICIÓN A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS**

## CARTA DE PRESENTACIÓN

Lima, 15 de abril de 2023

Señor: Dr. Jorge Lázaro Franco Medina

Presente

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

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mis saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la escuela de Ingeniería Industrial de la UCV, en la sede de Lima Norte, requiero validar los instrumentos con los cuales recoger la información necesaria para poder desarrollar mi investigación y con la cual optar el título de Ingeniero Industrial.

El título de mi proyecto de investigación es: "Aplicación de Lean Manufacturing para incrementar la productividad del área logística de una empresa de mantenimiento, Lima, 2023" y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en el tema a desarrollar.

El expediente de validación, que se le hace llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.
- Instrumentos de recolección de datos

Expresándole mis sentimientos de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente

Atentamente.



---

Torres Morales Rosa Josselyn  
D.N.I: 72924407

## DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

**Variable Independiente:** Lean Manufacturing

Conjunto de procedimientos aplicados al proceso productivo que tienen por objetivo identificar lo que realmente aporta valor hacia el cliente, además de eliminar todas aquellas actividades improductivas y establecer un flujo de trabajo continuo (MALPARTIDA Y TARMEÑO, 2020).

**Dimensiones de la variable:**

**Dimensión 1:** VSM (Value Stream Mapping)

Según PAREDES (2017) en su artículo de investigación enfocado a la aplicación del VSM en una empresa embaladora, señala que el mapeo de cadena de valor es una herramienta diagnóstica que pertenece a la filosofía Lean Manufacturing y utiliza cierta simbología gráfica que permite identificar el flujo de información de algún proceso productivo con el fin de obtener aquellos factores que agregan valor hacia el consumidor final.

$$VPP = \frac{ANAV}{TA}$$

**Dónde:**

VPP = Valor del proceso productivo  
ANAV = Actividades que no agregan valor  
TA = Total de actividades

**Dimensión 2:** JIT (Just in time)

Según SOLÍS Y CHICA (2022) en su artículo científico que se basó en la aplicación del JIT en las PYMES, señalaron que la metodología justo a tiempo es una herramienta indispensable en el proceso productivo de una empresa, puesto que está enfocado en el cumplimiento del flujo del proceso en el momento indicado sin tener actividades improductivas y recursos desperdiciados.

$$\% AT = \frac{CAAT}{TA}$$

**Dónde:**

AT = Actividades a tiempo  
CAAT = Cumplimiento de actividades a tiempo  
TA = Total de actividades

## DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

**Variable Dependiente:** Productividad

La productividad es el nivel de rendimiento que mantiene un proceso productivo desde el punto de vista de sus recursos y cómo los utiliza para la obtención de productos o servicios. (FONTALVO, DE LA HOZ Y MORELOS 2017).

### Dimensiones de la variable:

Dimensión 1: Eficiencia

Según CALVO, PELEGRÍN Y GIL (2018) manifiestan que la eficiencia es realizar una operación con la finalidad de optimizar la utilización de los recursos de tal manera que se obtengan los mejores resultados con una mínima inversión de materiales.

$$\% \text{ Eficiencia} = \frac{TT}{TD} \times 100\%$$

**Dónde:**

TT = Tiempo trabajado en el área de logística

TD = Tiempo diario

Medición = mensual

Dimensión 2: Eficacia

De igual forma, según CALVO, PELEGRÍN Y GIL (2018) la eficacia se trata de la obtención de los resultados propuestos, teniendo en cuenta la fijación de metas planificadas y la proposición de los objetivos organizacionales propuestos.

$$\% \text{ Eficacia} = \frac{ACT}{TAA} \times 100\%$$

**Dónde:**

ACT = Actividades cumplidas a tiempo

TAA = Total de actividades del área

Medición = mensual

**MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES: Lean Manufacturing y productividad.**

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Fórmula	Escala de medición
VI: Lean Manufacturing	Conjunto de procedimientos aplicados al proceso productivo que tienen por objetivo identificar lo que realmente aporta valor hacia el cliente, además de eliminar todas aquellas actividades improproductivas y establecer un flujo de trabajo continuo (MALPARTIDA Y TARMENO, 2020).	Herramientas enfocadas a la mejora del diseño del flujo productivo con el fin de generar valor al proceso.	VSM (Value Stream Mapping)	Valor del proceso productivo	$VPP = \frac{ANAV}{TA}$ VPP: Valor del proceso productivo ANAV: Actividades que no agregan valor TA: Total de actividades	Razón
			JIT (Just in time)	% Actividades a tiempo	$\% AT = \frac{CAAT}{TA}$ AT: Actividades a tiempo CAAT: Cumplimiento de actividades a tiempo TA: Total de actividades	Razón
VD: Productividad	La productividad es el nivel de rendimiento que mantiene un proceso productivo desde el punto de vista de sus recursos y cómo los utiliza para la obtención de productos o servicios. (FONTALVO, DE LA HOZ Y MORELOS 2017)	La productividad comprenderá las dimensiones con sus indicadores de eficiencia en el tiempo de mantenimiento y eficacia en el cumplimiento de la planificación del servicio de mantenimiento.	Eficiencia	Eficiencia en el tiempo de mantenimiento	$\% \text{ Eficiencia} = \frac{TT}{TD} \times 100\%$ TT: Tiempo trabajado en el área de logística TD: Tiempo diario Medición: mensual	Razón
			Eficacia	Eficacia en el cumplimiento de la planificación del servicio de mantenimiento.	$\% \text{ Eficacia} = \frac{ACT}{TAA} \times 100\%$ ACT: Actividades cumplidas a tiempo TAA: Total de actividades del área Medición: mensual	Razón

Fuente: Elaboración propia.

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LEAN MANUFACTURING Y PRODUCTIVIDAD.**

VARIABLE / DIMENSIÓN	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE: LEAN MANUFACTURING</b>							
Dimensión 1: VSM							
$VPP = \frac{ANAV}{TA}$ VPP: Valor del proceso productivo ANAV: Actividades que no agregan valor TA: Total de actividades	X		X		X		
Dimensión 2: Just in time							
$\% AT = \frac{CAAT}{TA}$ AT: Actividades a tiempo CAAT: Cumplimiento de actividades a tiempo TA: Total de actividades	X		X		X		
<b>VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD</b>							
Dimensión 1: Eficiencia							
$\% \text{ Eficiencia} = \frac{TT}{TD} \times 100\%$ TT: Tiempo trabajado en el área de logística TD: Tiempo diario Medición: mensual	X		X		X		
Dimensión 2: Eficacia							
$\% \text{ Eficacia} = \frac{ACT}{TAA} \times 100\%$ ACT: Actividades cumplidas a tiempo TAA: Total de actividades del área Medición: mensual	X		X		X		

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

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

 Apellidos y nombres del juez validador. Dr.: **Jorge Lázaro Franco Medina**

 DNI: **06104551**

 Especialidad del validador: **Ingeniero Industrial**

15 de abril del 2023



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

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

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

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



---

Firma del Experto Informante

## Segundo experto



### CARTA DE PRESENTACIÓN

Lima, 15 de abril de 2023

Señor: Mg. Gustavo Adolfo Montoya Cárdenas

Presente

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

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mis saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la escuela de Ingeniería Industrial de la UCV, en la sede de Lima Norte, requiero validar los instrumentos con los cuales recoger la información necesaria para poder desarrollar mi investigación y con la cual optar el título de Ingeniero Industrial.

El título de mi proyecto de investigación es: "Aplicación de Lean Manufacturing para incrementar la productividad del área logística de una empresa de mantenimiento, Lima, 2023" y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en el tema a desarrollar.

El expediente de validación, que se le hace llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.
- Instrumentos de recolección de datos

Expresándole mis sentimientos de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente

Atentamente.

---

Torres Morales Rosa Josselyn  
D.N.I: 72924407

## DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

**Variable Independiente:** Lean Manufacturing

Conjunto de procedimientos aplicados al proceso productivo que tienen por objetivo identificar lo que realmente aporta valor hacia el cliente, además de eliminar todas aquellas actividades improductivas y establecer un flujo de trabajo continuo (MALPARTIDA Y TARMEÑO, 2020).

**Dimensiones de la variable:**

**Dimensión 1:** VSM (Value Stream Mapping)

Según PAREDES (2017) en su artículo de investigación enfocado a la aplicación del VSM en una empresa embaladora, señala que el mapeo de cadena de valor es una herramienta diagnóstica que pertenece a la filosofía lean manufacturing y utiliza cierta simbología gráfica que permite identificar el flujo de información de algún proceso productivo con el fin de obtener aquellos factores que agregan valor hacia el consumidor final.

$$VPP = \frac{ANAV}{TA}$$

**Dónde:**

VPP = Valor del proceso productivo  
ANAV = Actividades que no agregan valor  
TA = Total de actividades

**Dimensión 2:** JIT (Just in time)

Según SOLÍS Y CHICA (2022) en su artículo científico que se basó en la aplicación del JIT en las PYMES, señalaron que la metodología justo a tiempo es una herramienta indispensable en el proceso productivo de una empresa, puesto que está enfocado en el cumplimiento del flujo del proceso en el momento indicado sin tener actividades improductivas y recursos desperdiciados.

$$\% AT = \frac{CAAT}{TA}$$

**Dónde:**

AT = Actividades a tiempo  
CAAT = Cumplimiento de actividades a tiempo  
TA = Total de actividades

**DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES**
**Variable Dependiente:** Productividad

La productividad es el nivel de rendimiento que mantiene un proceso productivo desde el punto de vista de sus recursos y cómo los utiliza para la obtención de productos o servicios. (FONTALVO, DE LA HOZ Y MORELOS 2017).

**Dimensiones de la variable:**

Dimensión 1: Eficiencia

Según CALVO, PELEGRÍN Y GIL (2018) manifiestan que la eficiencia es realizar una operación con la finalidad de optimizar la utilización de los recursos de tal manera que se obtengan los mejores resultados con una mínima inversión de materiales.

$$\% \text{ Eficiencia} = \frac{TT}{TD} \times 100\%$$

**Dónde:**

TT = Tiempo trabajado en el área de logística

TD = Tiempo diario

Medición = mensual

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LEAN MANUFACTURING Y PRODUCTIVIDAD.**

VARIABLE / DIMENSIÓN	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE: LEAN MANUFACTURING</b> Dimensión 1: VSM $VPP = \frac{ANAV}{TA}$ VPP: Valor del proceso productivo ANAV: Actividades que no agregan valor TA: Total de actividades	x		x		x		
Dimensión 2: Just in time $\% AT = \frac{CAAT}{TA}$ AT: Actividades a tiempo CAAT: Cumplimiento de actividades a tiempo TA: Total de actividades	x		x		x		
<b>VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD</b>							
Dimensión 1: Eficiencia $\% \text{ Eficiencia} = \frac{TT}{TD} \times 100\%$ TT: Tiempo trabajado en el área de logística TD: Tiempo diario Medición: mensual	x		x		x		
Dimensión 2: Eficacia $\% \text{ Eficacia} = \frac{ACT}{TAA} \times 100\%$ ACT: Actividades cumplidas a tiempo TAA: Total de actividades del área Medición: mensual	x		x		x		

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

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

**Apellidos y nombres del juez validador. Mg.:**    Gustavo Adolfo Montoya Cárdenas

**DNI:**    07500140

**Especialidad del validador:**    Ingeniero Industrial

15 de abril del 2023

**MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES: Lean Manufacturing y productividad.**

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Fórmula	Escala de medición
VI: Lean Manufacturing	Conjunto de procedimientos aplicados al proceso productivo que tienen por objetivo identificar lo que realmente aporta valor hacia el cliente, además de eliminar todas aquellas actividades improductivas y establecer un flujo de trabajo continuo (MALPARTIDA Y TARMENO, 2020).	Herramientas enfocadas a la mejora del diseño del flujo productivo con el fin de generar valor al proceso.	VSM (Value Stream Mapping)	Valor del proceso productivo	$VPP = \frac{ANAV}{TA}$ VPP: Valor del proceso productivo ANAV: Actividades que no agregan valor TA: Total de actividades	Razón
			JIT (Just in time)	% Actividades a tiempo	$\% AT = \frac{CAAT}{TA}$ AT: Actividades a tiempo CAAT: Cumplimiento de actividades a tiempo TA: Total de actividades	Razón
VD: Productividad	La productividad es el nivel de rendimiento que mantiene un proceso productivo desde el punto de vista de sus recursos y cómo los utiliza para la obtención de productos o servicios. (FONTALVO, DE LA HOZ Y MORELOS 2017)	La productividad comprenderá las dimensiones con sus indicadores de eficiencia en el tiempo de mantenimiento y eficacia en el cumplimiento de la planificación del servicio de mantenimiento.	Eficiencia	Eficiencia en el tiempo de mantenimiento	$\% \text{ Eficiencia} = \frac{TT}{TD} \times 100\%$ TT: Tiempo trabajado en el área de logística TD: Tiempo diario Medición: mensual	Razón
			Eficacia	Eficacia en el cumplimiento de la planificación del servicio de mantenimiento.	$\% \text{ Eficacia} = \frac{ACT}{TAA} \times 100\%$ ACT: Actividades cumplidas a tiempo TAA: Total de actividades del área Medición: mensual	Razón

Fuente: Elaboración propia.



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

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

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

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

  
-----  
GUSTAVO ADOLFO  
MONTAYA CARDENAS  
INGENIERO INDUSTRIAL  
Reg. CSP N° 144806

Firma del Experto Informante

Tercer experto



### CARTA DE PRESENTACIÓN

Lima, 15 de abril de 2023

Señor: Dr. Jorge Rafael Diaz Dumont

Presente

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

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mis saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la escuela de Ingeniería Industrial de la UCV, en la sede de Lima Norte, requiero validar los instrumentos con los cuales recoger la información necesaria para poder desarrollar mi investigación y con la cual optar el título de Ingeniero Industrial.

El título de mi proyecto de investigación es: "Aplicación de Lean Manufacturing para incrementar la productividad del área logística de una empresa de mantenimiento, Lima, 2023" y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en el tema a desarrollar.

El expediente de validación, que se le hace llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.
- Instrumentos de recolección de datos

Expresándole mis sentimientos de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente

Atentamente.

---

Torres Morales Rosa Josselyn  
D.N.I: 72924407

## DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

**Variable Independiente:** Lean Manufacturing

Conjunto de procedimientos aplicados al proceso productivo que tienen por objetivo identificar lo que realmente aporta valor hacia el cliente, además de eliminar todas aquellas actividades improductivas y establecer un flujo de trabajo continuo (MALPARTIDA Y TARMEÑO, 2020).

**Dimensiones de la variable:**

**Dimensión 1:** VSM (Value Stream Mapping)

Según PAREDES (2017) en su artículo de investigación enfocado a la aplicación del VSM en una empresa embaladora, señala que el mapeo de cadena de valor es una herramienta diagnóstica que pertenece a la filosofía lean manufacturing y utiliza cierta simbología gráfica que permite identificar el flujo de información de algún proceso productivo con el fin de obtener aquellos factores que agregan valor hacia el consumidor final.

$$VPP = \frac{ANAV}{TA}$$

**Dónde:**

VPP = Valor del proceso productivo  
ANAV = Actividades que no agregan valor  
TA = Total de actividades

**Dimensión 2:** JIT (Just in time)

Según SOLÍS Y CHICA (2022) en su artículo científico que se basó en la aplicación del JIT en las PYMES, señalaron que la metodología justo a tiempo es una herramienta indispensable en el proceso productivo de una empresa, puesto que está enfocado en el cumplimiento del flujo del proceso en el momento indicado sin tener actividades improductivas y recursos desperdiciados.

$$\% AT = \frac{CAAT}{TA}$$

**Dónde:**

AT = Actividades a tiempo  
CAAT = Cumplimiento de actividades a tiempo  
TA = Total de actividades

## DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

**Variable Dependiente:** Productividad

La productividad es el nivel de rendimiento que mantiene un proceso productivo desde el punto de vista de sus recursos y cómo los utiliza para la obtención de productos o servicios. (FONTALVO, DE LA HOZ Y MORELOS 2017).

### Dimensiones de la variable:

Dimensión 1: Eficiencia

Según CALVO, PELEGRÍN Y GIL (2018) manifiestan que la eficiencia es realizar una operación con la finalidad de optimizar la utilización de los recursos de tal manera que se obtengan los mejores resultados con una mínima inversión de materiales.

$$\% \text{ Eficiencia} = \frac{TT}{TD} \times 100\%$$

**Dónde:**

TT = Tiempo trabajado en el área de logística

TD = Tiempo diario

Medición = mensual

Dimensión 2: Eficacia

De igual forma, según CALVO, PELEGRÍN Y GIL (2018) la eficacia se trata de la obtención de los resultados propuestos, teniendo en cuenta la fijación de metas planificadas y la proposición de los objetivos organizacionales propuestos.

$$\% \text{ Eficacia} = \frac{ACT}{TAA} \times 100\%$$

**Dónde:**

ACT = Actividades cumplidas a tiempo

TAA = Total de actividades del área

Medición = mensual





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

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

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

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

  
Dr. Jorge Rafael Díaz Dumont (PhD)  
INVESTIGADOR CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
SINACYT - REGISTRO REGINA 15697

Firma del Experto Informante

## Anexo 6. Matriz de consistencia y coherencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	METODOLOGÍA
<p><b>PROBLEMA GENERAL</b></p> <p>¿Cómo la aplicación de Lean Manufacturing incrementará la productividad del área logística de una empresa de mantenimiento, Lima 2023?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL:</b></p> <p>Determinar cómo la aplicación de Lean Manufacturing incrementa la productividad del área logística de una empresa de mantenimiento, Lima, 2023.</p>	<p><b>H0:</b></p> <p>La aplicación de lean manufacturing no incrementa la productividad del área logística de una empresa de mantenimiento – Lima, 2023.</p>	<p><b>Variable independiente</b></p> <p>: Lean manufacturing.</p>	<p>Conjunto de procedimientos aplicados al proceso productivo que tienen por objetivo identificar lo que realmente aporta valor hacia el cliente, además de eliminar todas aquellas actividades improductivas y establecer un flujo de trabajo continuo (MALPARTIDA Y TARMEÑO, 2020).</p>	<p>Herramientas enfocadas a la mejora del diseño del flujo productivo con el fin de generar valor al proceso.</p>	<p>VSM (Value Stream Mapping)</p>	<p><math>VPP = \frac{ANAV}{TA}</math></p> <p>VPP: Valor del proceso productivo</p> <p>ANAV: Actividades que no agregan valor</p> <p>TA: Total de actividades</p>	<p>Razón</p>	<p><b>Tipo de investigación:</b></p> <p>Aplicada</p> <p><b>Diseño de investigación:</b></p> <p>Experimental</p> <p><b>Población y muestra:</b></p> <p>Total de productividades diarias calculadas respecto a los tiempos y</p>
<p><b>PROBLEMAS ESPECIFICOS</b></p>	<p><b>OBJETIVOS ESPECIFICOS</b></p> <p>:</p>					<p>JIT (Just in time)</p>	<p><math>\% AT = \frac{CAAT}{TA}</math></p> <p>AT: Actividades a tiempo</p> <p>CAAT: Cumplimiento de actividades a tiempo</p> <p>TA: Total de actividades</p>		

<p>¿Cómo la aplicación de lean manufacturing incrementará la eficiencia en el tiempo del área logística de una empresa de mantenimiento – Lima, 2023? y ¿Cómo la aplicación de lean manufacturing incrementará la eficacia del cumplimiento de actividades a tiempo en el área logística de una empresa de mantenimiento – Lima, 2023?</p>	<p>Determinar cómo la aplicación de lean manufacturing incrementa la eficiencia en el tiempo del área logística de una empresa de mantenimiento – Lima, 2023 y Determinar cómo la aplicación de lean manufacturing incrementa la eficacia del cumplimiento de actividades a tiempo en el área logística de una empresa de mantenimiento – Lima, 2023</p>	<p><b>H1:</b></p> <p>La aplicación de lean manufacturing incrementa la productividad del área logística de una empresa de mantenimiento – Lima, 2023.</p>	<p><b>Variable dependiente:</b> La productividad</p>	<p>La productividad es el nivel de rendimiento que mantiene un proceso productivo desde el punto de vista de sus recursos y cómo los utiliza para la obtención de productos o servicios. (FONTALVO, DE LA HOZ Y MORELOS 2017)</p>	<p>La productividad comprenderá las dimensiones con sus indicadores de eficiencia en el tiempo de mantenimiento y eficacia en el cumplimiento de la planificación del servicio de mantenimiento.</p>	<p>Eficiencia</p>	<p><math display="block">\% \text{ Eficiencia} = \frac{TT}{TD} \times 100\%</math></p> <p>TT: Tiempo trabajado en el área logística</p> <p>TD: Tiempo diario</p>	<p>Eficacia</p>	<p><math display="block">\text{Eficacia} = \frac{ACT}{TAA} \times 100\%</math></p> <p>ACT: actividades cumplidas a tiempo</p> <p>TAA: total de actividades del área logística</p>	<p>Razón</p>	<p>actividades realizadas en el área de logística.</p> <p><b>Muestreo:</b></p> <p>Se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia debido a que se tomó como referencia los periodos estimados según el criterio de la investigadora.</p> <p><b>Técnica e instrumento:</b></p> <p>Formato de recolección de registro de tiempos de actividades y productividades.</p>
--	--	---	--	---	--	-------------------	--	-----------------	---	--------------	--

<b>PROBLEMA GENERAL</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>HIPÓTESIS GENERAL</b>
¿Cuál es el efecto de la aplicación de Lean Manufacturing en la productividad del área logística de una empresa de mantenimiento, Lima 2023?	Determinar el efecto de la aplicación de Lean Manufacturing en la productividad del área logística de una empresa de mantenimiento, Lima, 2023	La aplicación de Lean Manufacturing incrementa la productividad del área logística de una empresa de mantenimiento – Lima, 2023.
<b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b>
¿Cuál es el efecto de la aplicación de Lean Manufacturing en la eficiencia en el tiempo del área logística en una empresa de mantenimiento, Lima 2023?	Determinar el efecto de la aplicación de Lean Manufacturing en la eficiencia en el tiempo del área logística de una empresa de mantenimiento – Lima, 2023	La aplicación de Lean Manufacturing incrementa la eficiencia en el tiempo del área logística de una empresa de mantenimiento, Lima 2023.
¿Cuál es el efecto de la aplicación de Lean Manufacturing en la eficacia del cumplimiento de actividades a tiempo en el área logística de una empresa de mantenimiento, Lima 2023?	Determinar el efecto de la aplicación de Lean Manufacturing en la eficacia del cumplimiento de actividades a tiempo en el área logística de una empresa de mantenimiento – Lima, 2023	La aplicación de Lean Manufacturing incrementa la eficacia del cumplimiento de actividades a tiempo en el área logística de una empresa de mantenimiento, Lima 2023.

## Anexo 7. Calibración de cronómetro



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° ELTF-513-2023

#### 1.- SOLICITANTE

**Nombre:** ROSA JOSSELYN TORRES MORALES

**Dirección:** Av. Paseo de la Republica Nro. 6236 Int. 501 San Antonio - Miraflores

**Expediente:** EUIL-4001-2023

#### 2.- INSTRUMENTO DE MEDICIÓN CRONÓMETRO

**Marca :** Q&Q  
**Modelo :** HS43  
**N° de Serie :** NO INDICA  
**Intervalo de medición :** 23 h, 59 min 59,99 s  
**Resolución:** 1/100 s  
**Ubicación :** AREA LOGISTICA  
**Identificación:** AD-001

#### 3.- PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación con patrones trazables, en base al TF-003 Procedimiento para la calibración de intervalos de tiempo: cronómetros del CEM- Centro Español de Metrología.

#### 4.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

\* El instrumento fue calibrado el : 28/01/2023

\* La calibración se realizó en el Área de Tiempo y Frecuencia del Laboratorio EQUINLAB S.A.C.

Fecha de emisión: 28/01/2023

  
Ing. Roger Cueva Zúta  
Jefe de Metrología



PROHIBIDO SU REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE EQUINLAB S.A.C.

Av. Universitaria 2786 Mz G Lt. 43 Los Olivos - Lima - Lima  
Telf: (01) 677-6611 / (01) 336-4538 Cel.: 939294882 / 946480783  
E-mail: ventas@equinlabsac.com / metrologia@equinlabsac.com / www.equinlabsac.com

Pág. 1 de 2

Este certificado de Calibración documenta la trazabilidad a los patrones Nacionales (INACAL) y/o internacionales. EQUINLAB S.A.C. custodia, conserva y mantiene sus patrones en Áreas con condiciones ambientales controladas, realiza mediciones metrológicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país. EQUINLAB S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario debe tener un control de mantenimiento y recalibraciones apropiadas para sus instrumentos a intervalos apropiados.



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° ELTF-513-2023

### 5.- TRAZABILIDAD

N° de CERTIFICADO	PATRÓN UTILIZADO	MARCA	MODELO
LTF-C-037-2022	Cronómetro	CASIO	HS-3(V)

### 6.- CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura	21.5 °C ± 0.3 °C
Humedad relativa	65.7 % HR ± 1.4 % HR

### 7.- RESULTADOS

Indicación del termómetro (s)	Temperatura Convencionalmente verdadera (s)	Error (s)	Incertidumbre (s)
30	30.00	0.00	0.05
60	60.02	-0.02	0.09
300	300.02	-0.02	0.09
600	600.03	-0.03	0.09
900	900.05	-0.05	0.12



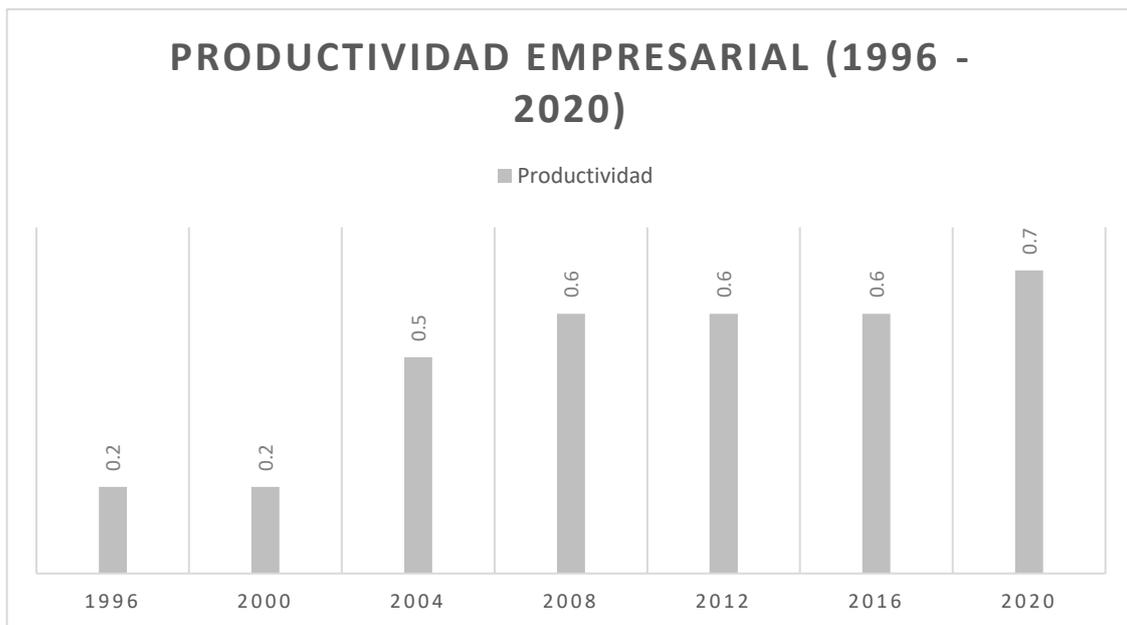
### 7.- NOTAS

- \* El tiempo mínimo de estabilización fue de 10 minutos.
- \* Los datos obtenidos son el resultado del promedio de 8 mediciones por punto de calibración.
- \* Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".
- \* La periodicidad de la calibración esta en función al uso y mantenimiento del equipo de medición.
- \* La incertidumbre de la medición ha sido determinada usando un factor de cobertura k=2 para un nivel aproximado de confianza del 95%.

Fin del documento

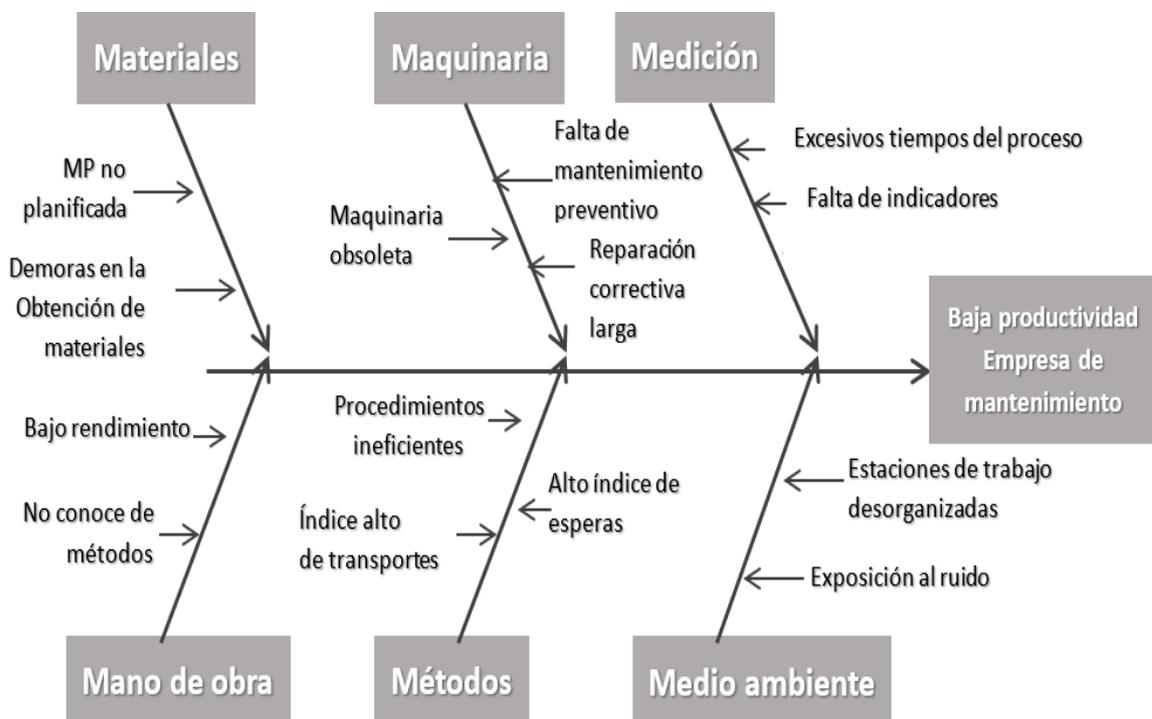
PROHIBIDO SU REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE EQUINLAB S.A.C.

Anexo 8. Comportamiento de la productividad empresarial Perú 1996 - 2020



Fuente: (CÉSPEDES, LAVADO Y RAMÍREZ, 2020)

Anexo 9. Diagrama de Ishikawa de la realidad problemática



Fuente: área de producción de la empresa.

## Anexo 10. Matriz de codificación

Causas	
C1	MP no planificada
C2	Demoras en la obtención de materiales
C3	Maquinaria obsoleta
C4	Falta de mantenimiento preventivo
C5	Reparación correctiva larga
C6	Excesivos tiempos del proceso
C7	Falta de indicadores
C8	Bajo rendimiento de la mano de obra
C9	No conoce de métodos
C10	Procedimientos ineficientes
C11	Alto índice de transportes
C12	Alto índice de esperas
C13	Estaciones de trabajo desorganizadas
C14	Exposición al ruido
Total	

Anexo 11. Matriz de correlación

Causas		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	Puntuación
C1	MP no planificada		3	2	1	3	2	1	3	3	1	1	2	1	3	26
C2	Demoras en la obtención de materiales	3		3	0	2	0	0	1	3	1	2	1	0	1	17
C3	Maquinaria obsoleta	3	3		1	2	0	1	2	2	2	0	2	2	3	23
C4	Falta de mantenimiento preventivo	1	1	0		2	3	3	2	0	2	0	3	2	1	20
C5	Reparación correctiva larga	1	0	1	3		3	3	0	0	0	3	1	0	2	17
C6	Excesivos tiempos del proceso	3	2	1	0	2		3	0	1	0	0	0	1	1	14
C7	Falta de indicadores	3	0	1	2	3	2		0	2	0	1	3	3	2	22
C8	Bajo rendimiento de la mano de obra	2	2	3	1	1	3	3		0	3	1	1	2	2	24
C9	No conoce de métodos	0	2	1	3	0	1	2	0		3	3	0	0	0	15
C10	Procedimientos ineficientes	1	1	3	3	3	0	0	1	3		0	3	0	0	18
C11	Alto índice de transportes	0	1	0	2	2	1	1	0	3	0		1	2	1	14
C12	Alto índice de esperas	2	2	0	3	2	2	1	0	2	3	3		3	3	26
C13	Estaciones de trabajo desorganizadas	1	0	0	0	3	1	1	3	1	0	3	2		2	17
C14	Exposición al ruido	3	0	3	3	1	3	0	0	2	0	0	1	0		16
Puntuación total																269

Anexo 12. Matriz de puntuación

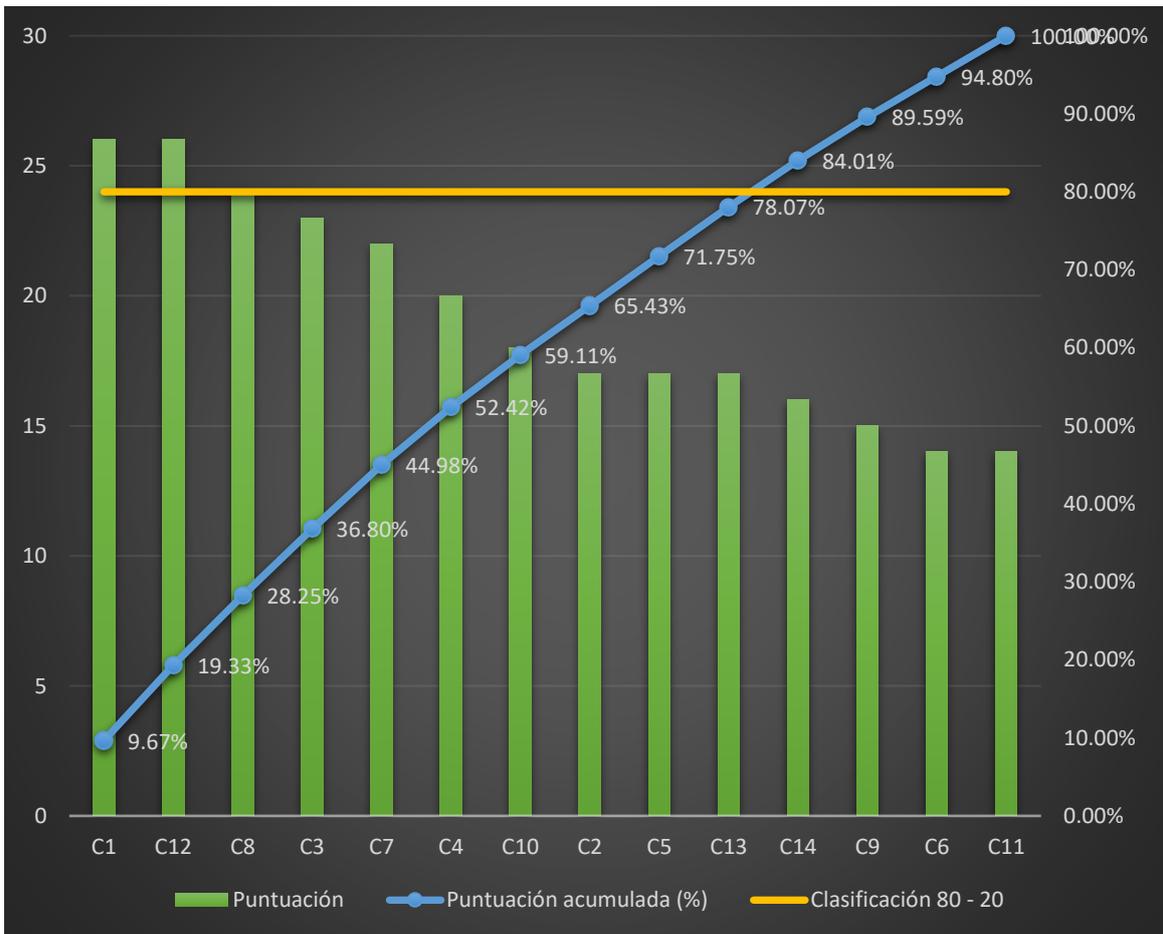
Causas		Puntuación
C1	MP no planificada	26
C2	Demoras en la obtención de materiales	17
C3	Maquinaria obsoleta	23
C4	Falta de mantenimiento preventivo	20
C5	Reparación correctiva larga	17
C6	Excesivos tiempos del proceso	14
C7	Falta de indicadores	22
C8	Bajo rendimiento de la mano de obra	24
C9	No conoce de métodos	15
C10	Procedimientos ineficientes	18
C11	Alto índice de transportes	14
C12	Alto índice de esperas	26
C13	Estaciones de trabajo desorganizadas	17
C14	Exposición al ruido	16
Total		269

Anexo 13. Matriz de priorización

Códigos	Causas	Puntuación	Puntuación (%)	Puntuación acumulada (%)	Clasificación 80 - 20
C1	MP no planificada	26	9.67%	9.67%	80.00%
C12	Alto índice de esperas	26	9.67%	19.33%	
C8	Bajo rendimiento de la mano de obra	24	8.92%	28.25%	
C3	Maquinaria obsoleta	23	8.55%	36.80%	
C7	Falta de indicadores	22	8.18%	44.98%	
C4	Falta de mantenimiento preventivo	20	7.43%	52.42%	
C10	Procedimientos ineficientes	18	6.69%	59.11%	

C2	Demoras en la obtención de materiales	17	6.32%	65.43%	
C5	Reparación correctiva larga	17	6.32%	71.75%	
C13	Estaciones de trabajo desorganizadas	17	6.32%	78.07%	
C14	Exposición al ruido	16	5.95%	84.01%	20.00%
C9	No conoce de métodos	15	5.58%	89.59%	
C6	Excesivos tiempos del proceso	14	5.20%	94.80%	
C11	Alto índice de transportes	14	5.20%	100.00%	
Total		269	100.00%		

Anexo 14. Diagrama de Pareto



Anexo 15. Matriz de estratificación

Códigos	Causas	Puntuación	Puntuación total	Participación (%)	Estratificación
C1	MP no planificada	26	161	59.85%	Lean manufacturing
C12	Alto índice de esperas	26			
C8	Bajo rendimiento de la mano de obra	24			
C7	Falta de indicadores	22			
C10	Procedimientos ineficientes	18			
C2	Demoras en la obtención de materiales	17			
C6	Excesivos tiempos del proceso	14			
C11	Alto índice de transportes	14			
C3	Maquinaria obsoleta	23	60	22.30%	Mejora en la gestión administrativa
C4	Falta de mantenimiento preventivo	20			
C5	Reparación correctiva larga	17			
C13	Estaciones de trabajo desorganizadas	17	48	17.84%	Estudio de métodos
C14	Exposición al ruido	16			
C9	No conoce de métodos	15			
Total		269			

### Anexo 16. Matriz de alternativas de solución

N°	ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	CRITERIOS				Total
		Solución al problema	Costo de implementación	Tiempo de implementación	Facilidad de implementación	
1	Lean manufacturing	3	3	1	2	9
2	Mejora en la gestión administrativa	2	3	2	1	8
3	Estudio del trabajo	2	1	2	1	6

### Anexo 17. Cálculo de la muestra

Datos para el cálculo:

Población: desconocida

Z (valor estadístico): 1.96

Probabilidad de éxito: 50%

Probabilidad de 50%

Margen de error: 10%

$$Muestra = \frac{Z^2 * p * q}{e^2}$$

$$Muestra = \frac{1.96^2 * 0.5 * 0.5}{0.10^2}$$

$$Muestra = 88 \text{ días}$$

## Anexo 18. Estudio de tiempos inicial

Formato de toma de tiempos para el área logística (pre test)												
Proceso: adquisición de requerimientos												
N°	Actividad	Tiempo observado										Tiempo promedio (h)
		Ob1	Ob2	Ob3	Ob4	Ob5	Ob6	Ob7	Ob8	Ob9	Ob10	
1	Diseñar propuestas para cotización	7.85	8.00	7.90	7.57	7.25	8.04	7.17	7.04	7.86	7.28	7.596
2	Enviar propuestas para cotización	1.18	1.21	1.02	1.01	0.95	0.96	1.02	1.10	1.06	1.05	1.056
3	Esperar elección de propuestas	55.27	56.74	55.81	54.05	56.45	55.41	55.59	55.34	56.13	56.55	55.734
4	Recepcionar respuesta	1.07	1.02	1.04	1.03	0.99	1.08	0.96	0.99	1.01	0.96	1.015
5	Asignar responsables del proyecto	7.43	7.30	7.68	7.01	7.43	7.95	7.57	7.64	7.62	7.44	7.507
6	Comunicar a todas las áreas	15.89	17.10	16.17	16.57	15.85	15.97	17.18	15.96	16.30	17.46	16.445
7	Diseñar un plan de requerimientos	16.74	16.87	16.38	16.80	17.39	15.53	15.60	16.85	17.18	16.66	16.6
8	Esperar envío de requerimientos	96.76	93.50	97.24	91.73	98.80	93.54	99.85	98.70	90.49	98.28	95.889
9	Enviar plan de requerimientos	1.05	1.05	0.93	1.17	1.19	0.90	1.15	0.96	0.83	1.12	1.035
10	Esperar cumplimiento de requerimientos por área	7.06	7.20	7.55	7.97	7.71	7.24	7.29	7.58	7.56	7.58	7.474
11	Recepcionar plan de requerimientos	1.00	0.99	1.18	0.91	0.98	1.00	1.00	1.16	0.89	1.11	1.022
12	Ingresar requerimientos del sistema	7.68	7.75	7.21	7.36	7.46	7.81	7.58	7.72	7.19	7.86	7.562
13	Pedir aprobación de gerencia	7.71	7.86	7.01	7.87	7.99	7.04	7.42	7.82	7.18	7.45	7.535
14	Esperar aprobación	7.15	7.04	7.55	7.32	7.70	7.40	7.57	7.81	7.47	7.68	7.469
15	Adquirir materiales, equipos y herramientas	31.99	32.21	31.66	31.51	32.28	32.19	31.00	31.79	31.58	32.33	31.854
16	Recepción de materiales, equipos y herramientas	7.81	7.56	7.09	7.03	7.02	7.31	8.00	7.93	7.38	7.97	7.51
17	Envío de requerimientos por parte del almacén al proyecto	16.32	16.83	16.87	15.97	15.52	16.67	16.91	16.03	16.48	16.59	16.419
18	Recepción de requerimientos en proyecto	7.96	7.37	7.44	7.67	7.88	7.93	7.78	7.58	7.98	7.13	7.672
19	Verificar conformidad de requerimientos.	4.84	4.92	4.88	4.97	4.93	4.80	4.93	4.95	5.00	4.99	4.921

N.º	Actividad	$\Sigma x$	$\Sigma x^2$	Fórmula	Observaciones
1	Diseñar propuestas para cotización	75.96	578.29	$\frac{3.598911}{99}$	4
2	Enviar propuestas para cotización	10.56	11.22	$\frac{9.504132}{23}$	10
3	Esperar elección de propuestas	$\frac{557.3}{4}$	$\frac{31250.}{67}$	$\frac{9.677783}{86}$	10
4	Recepcionar respuesta	10.15	10.32	$\frac{2.399475}{84}$	2
5	Asignar responsables del proyecto	75.07	564.12	$\frac{1.609254}{21}$	2
6	Comunicar a todas las áreas	$\frac{164.4}{5}$	$\frac{2707.6}{1}$	$\frac{1.913724}{97}$	2
7	Diseñar un plan de requerimientos	$\frac{166.0}{0}$	$\frac{2758.9}{5}$	$\frac{1.946523}{44}$	2
8	Esperar envío de requerimientos	$\frac{958.8}{9}$	$\frac{92045.}{04}$	$\frac{1.705982}{56}$	2
9	Enviar plan de requerimientos	10.35	10.74	$\frac{4.787042}{87}$	5
10	Esperar cumplimiento de requerimientos por área	74.74	559.28	$\frac{1.926049}{02}$	2
11	Recepcionar plan de requerimientos	10.22	10.53	$\frac{13.16784}{17}$	13
12	Ingresar requerimientos del sistema	75.62	572.38	$\frac{1.506327}{56}$	2
13	Pedir aprobación de gerencia	75.35	568.97	$\frac{3.392546}{79}$	3
14	Esperar aprobación	74.69	558.40	$\frac{1.559360}{07}$	2
15	Adquirir materiales, equipos y herramientas	$\frac{318.5}{4}$	$\frac{10231.}{99}$	$\frac{13.43686}{92}$	13
16	Recepción de materiales, equipos y herramientas	75.10	565.43	$\frac{4.040843}{9}$	4
17	Envío de requerimientos por parte del almacén al proyecto	$\frac{164.1}{9}$	$\frac{2697.7}{2}$	$\frac{1.115967}{16}$	1
18	Recepción de requerimientos en proyecto	76.72	589.34	$\frac{2.029399}{32}$	2
19	Verificar conformidad de requerimientos.	49.21	243.27	$\frac{7.303462}{17}$	7



N°	Actividad	Tiempo promedio	Tabla Westinghouse				FC	Tiempo normal	Tabla OIT		Supl. + 1	Tiempo estándar (h)
			Hab	Esf	Cond	Cons			S.C.	S.V.		
1	Diseñar propuestas para cotización	8	0.00	-0.04	-0.03	0.00	0.93	7.44	0.09	0.26	1.35	10.04
2	Enviar propuestas para cotización	1	0.00	0.00	0.02	0.00	1.02	1.02	0.09	0.26	1.35	1.38
3	Esperar elección de propuestas	56	0.00	-0.17	-0.03	-0.02	0.78	43.67	0.09	0.26	1.35	58.96
4	Recepcionar respuesta	1	0.00	0.00	0.02	0.00	1.02	1.02	0.11	0.25	1.36	1.39
5	Asignar responsables del proyecto	8	0.11	0.05	0.04	0.00	1.20	9.60	0.11	0.25	1.36	13.06
6	Comunicar a todas las áreas	16	-0.10	0.00	-0.07	0.00	0.83	13.28	0.09	0.26	1.35	17.93
7	Diseñar un plan de requerimientos	16	-0.10	-0.04	0.02	-0.02	0.86	13.80	0.11	0.25	1.36	18.77
8	Esperar envío de requerimientos	96	0.00	-0.17	-0.03	-0.02	0.78	74.88	0.09	0.26	1.35	101.09
9	Enviar plan de requerimientos	1	0.00	0.00	0.02	0.00	1.02	1.28	0.09	0.26	1.35	1.72
10	Esperar cumplimiento de requerimientos por área	8	0.00	-0.17	-0.03	-0.02	0.78	6.24	0.09	0.26	1.35	8.42
11	Recepcionar plan de requerimientos	1	0.11	0.00	0.02	0.00	1.13	1.18	0.11	0.25	1.36	1.60
12	Ingresar requerimientos del sistema	8	0.00	-0.17	0.02	-0.02	0.83	6.56	0.09	0.26	1.35	8.85
13	Pedir aprobación de gerencia	8	0.00	-0.17	-0.03	0.00	0.80	6.40	0.09	0.26	1.35	8.64
14	Esperar aprobación	8	0.00	-0.17	-0.03	-0.02	0.78	6.28	0.09	0.26	1.35	8.48
15	Adquirir materiales, equipos y herramientas	32	-0.05	0.10	-0.03	-0.02	1.00	32.01	0.11	0.25	1.36	43.54
16	Recepción de materiales, equipos y herramientas	8	-0.10	0.10	-0.03	-0.02	0.95	7.53	0.09	0.26	1.35	10.16
17	Envío de requerimientos por parte del almacén al proyecto	16	-0.10	0.00	-0.03	0.00	0.87	13.92	0.09	0.26	1.35	18.79
18	Recepción de requerimientos en proyecto	8	-0.16	-0.08	-0.07	0.03	0.72	5.94	0.09	0.31	1.4	8.32
19	Verificar conformidad de requerimientos.	5	0.00	0.00	0.02	0.00	1.02	5.10	0.11	0.25	1.36	6.94

## Anexo 19. Estudio de tiempos final

Formato de toma de tiempos para el área logística (post test)												
Proceso: adquisición de requerimientos												
N°	Actividad	Tiempo observado										Tiempo promedio (h)
		Ob1	Ob2	Ob3	Ob4	Ob5	Ob6	Ob7	Ob8	Ob9	Ob10	
1	Diseñar propuestas para cotización	6.11	6.99	6.94	6.32	6.85	6.60	7.00	6.22	6.57	6.01	6.56
2	Enviar propuestas para cotización	0.94	0.85	0.74	1.00	0.86	0.98	0.84	0.93	0.92	0.93	0.90
3	Esperar elección de propuestas	43.96	43.73	41.86	40.25	42.49	43.98	40.70	43.73	40.08	41.73	42.25
4	Recepcionar respuesta	0.96	0.86	0.80	0.85	0.86	0.94	0.96	0.73	0.91	0.75	0.86
5	Asignar responsables del proyecto	6.29	6.74	6.54	6.64	6.54	6.42	6.87	6.08	6.42	6.48	6.50
6	Comunicar a todas las áreas	9.23	9.97	9.45	10.03	9.61	9.82	10.08	9.21	9.04	9.01	9.55
7	Diseñar un plan de requerimientos	9.10	9.90	9.90	9.42	9.89	9.19	9.57	9.88	9.94	9.14	9.59
8	Esperar envío de requerimientos	65.47	66.15	63.54	64.00	62.72	62.89	61.67	62.03	62.52	63.32	63.43
9	Enviar plan de requerimientos	0.86	0.92	0.89	0.75	0.87	0.98	0.71	0.92	0.92	0.94	0.88
10	Esperar cumplimiento de requerimientos por área	6.99	6.67	6.49	6.89	6.68	6.69	6.93	6.44	6.61	6.31	6.67
11	Recepcionar plan de requerimientos	0.92	0.90	0.90	0.84	0.83	0.82	0.77	0.72	0.98	0.76	0.84
12	Ingresar requerimientos del sistema	6.25	6.25	6.95	6.53	6.98	6.95	7.02	6.65	6.96	7.01	6.76
13	Pedir aprobación de gerencia	6.02	6.40	6.57	6.88	7.01	6.77	6.91	6.26	6.01	6.99	6.58
14	Esperar aprobación	6.95	6.97	6.18	6.05	6.73	6.71	6.64	6.77	6.95	6.58	6.65
15	Adquirir materiales, equipos y herramientas	24.94	25.71	25.12	25.14	24.83	25.27	24.79	24.38	24.45	25.91	25.05
16	Recepción de materiales, equipos y herramientas	6.30	6.33	6.74	6.97	6.31	6.82	6.67	6.46	6.27	6.50	6.54
17	Envío de requerimientos por parte del almacén al proyecto	9.83	9.93	9.98	9.48	9.94	9.41	9.69	9.91	9.72	10.04	9.79
18	Recepción de requerimientos en proyecto	6.29	6.02	6.57	6.25	6.62	6.44	6.23	6.59	6.13	7.05	6.42
19	Verificar conformidad de requerimientos.	2.82	2.80	2.33	2.72	2.33	2.52	2.87	2.35	2.99	2.46	2.62

Actividad	$\Sigma x$	$\Sigma x^2$	Fórmula	Observaciones
Diseñar propuestas para cotización	65.61	431.75	4.78	5
Enviar propuestas para cotización	8.99	8.14	10.59	11
Esperar elección de propuestas	422.5 1	17873. 36	1.96	2
Recepcionar respuesta	8.62	7.49	13.26	13
Asignar responsables del proyecto	65.02	423.21	1.71	2
Comunicar a todas las áreas	95.45	912.61	2.71	3
Diseñar un plan de requerimientos	95.93	921.38	1.95	2
Esperar envío de requerimientos	634.3 1	40253. 51	0.74	1
Enviar plan de requerimientos	8.76	7.74	13.48	13
Esperar cumplimiento de requerimientos por área	66.70	445.33	1.57	2
Recepcionar plan de requerimientos	8.44	7.18	13.31	13
Ingresar requerimientos del sistema	67.55	457.18	3.07	3
Pedir aprobación de gerencia	65.82	434.59	5.03	5
Esperar aprobación	66.53	443.52	3.23	3
Adquirir materiales, equipos y herramientas	250.5 4	6279.2 0	0.55	1
Recepción de materiales, equipos y herramientas	65.37	427.88	2.08	2
Envío de requerimientos por parte del almacén al proyecto	97.93	959.44	0.69	1
Recepción de requerimientos en proyecto	64.19	412.85	3.16	3
Verificar conformidad de requerimientos.	26.19	69.15	13.03	13

Actividad	N° Obs	Observaciones													Tiempo promedio (h)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Diseñar propuestas para cotización	5	6.7	6.5	6	6.5	6.9									6.52
Enviar propuestas para cotización	11	1	0.8	0.9	0.85	1	0.7	0.8	1	0.85	1	1			0.90
Esperar elección de propuestas	2	42.4	42.1												42.25
Recepcionar respuesta	13	0.91	0.8	0.78	0.77	0.82	0.86	0.71	0.85	0.82	0.72	0.77	0.86	0.75	0.80
Asignar responsables del proyecto	2	6.3	6.7												6.50
Comunicar a todas las áreas	3	9.4	9.7	8.3											9.13
Diseñar un plan de requerimientos	2	9.5	9.7												9.60
Esperar envío de requerimientos	1	63.5													63.50
Enviar plan de requerimientos	13	0.76	0.96	0.75	0.74	1.15	0.99	0.94	0.8	0.71	0.8	0.87	0.76	0.95	0.86
Esperar cumplimiento de requerimientos por área	2	6.5	6.7												6.60
Recepcionar plan de requerimientos	13	0.75	1.2	0.78	0.77	0.8	0.76	0.71	0.7	1.28	0.74	0.92	0.7	0.75	0.84
Ingresar requerimientos del sistema	3	6.5	6.2	7.5											6.73
Pedir aprobación de gerencia	5	6.5	6.6	6	6.8	7									6.58
Esperar aprobación	3	5.1	6.8	8.05											6.65
Adquirir materiales, equipos y herramientas	1	25.1													25.10
Recepción de materiales, equipos y herramientas	2	6.4	6.7												6.55
Envío de requerimientos por parte del almacén al proyecto	1	9.7													9.70
Recepción de requerimientos en proyecto	3	6.4	6.6	6.2											6.40
Verificar conformidad de requerimientos.	13	4.1	1.5	3.1	0.76	5.1	2.4	2.1	2.9	2.9	2.5	2.6	2.8	2.2	2.69

Actividad	Tiempo promedio	Tabla Westinghouse				FC	Tiempo normal	Tabla OIT		Supl. + 1	Tiempo estándar (h)
		Hab	Esf	Cond	Cons			S.C.	S.V.		
Diseñar propuestas para cotización	7	0.00	-0.04	0.00	0.00	0.96	6.26	0.09	0.26	1.35	8.45
Enviar propuestas para cotización	1	0.00	0.00	0.02	0.00	1.02	0.92	0.09	0.26	1.35	1.24
Esperar elección de propuestas	42	0.00	-0.17	0.00	0.03	0.86	36.34	0.09	0.26	1.35	49.05
Recepcionar respuesta	1	0.00	0.00	0.02	0.00	1.02	0.82	0.11	0.25	1.36	1.11
Asignar responsables del proyecto	7	0.11	0.05	0.04	0.00	1.20	7.80	0.11	0.25	1.36	10.61
Comunicar a todas las áreas	9	-0.10	0.00	0.00	0.00	0.90	8.22	0.09	0.26	1.35	11.10
Diseñar un plan de requerimientos	10	-0.10	-0.04	0.02	0.03	0.91	8.74	0.11	0.25	1.36	11.88
Esperar envío de requerimientos	64	0.00	-0.17	0.00	0.00	0.83	52.71	0.09	0.26	1.35	71.15
Enviar plan de requerimientos	1	0.00	0.00	0.02	0.00	1.02	0.88	0.09	0.26	1.35	1.18
Esperar cumplimiento de requerimientos por área	7	0.00	-0.17	0.02	0.00	0.85	5.61	0.09	0.26	1.35	7.57
Recepcionar plan de requerimientos	1	0.11	0.00	0.02	0.00	1.13	0.94	0.11	0.25	1.36	1.28
Ingresar requerimientos del sistema	7	0.00	-0.17	0.02	0.00	0.85	5.72	0.09	0.26	1.35	7.73
Pedir aprobación de gerencia	7	0.00	-0.17	0.02	0.00	0.85	5.59	0.09	0.26	1.35	7.55
Esperar aprobación	7	0.00	-0.17	0.02	0.00	0.85	5.65	0.09	0.26	1.35	7.63
Adquirir materiales, equipos y herramientas	25	-0.05	0.10	0.00	0.00	1.05	26.36	0.11	0.25	1.36	35.84
Recepción de materiales, equipos y herramientas	7	-0.10	0.10	0.02	0.00	1.02	6.68	0.09	0.26	1.35	9.02
Envío de requerimientos por parte del almacén al proyecto	10	-0.10	0.00	0.02	0.00	0.92	8.92	0.09	0.26	1.35	12.05
Recepción de requerimientos en proyecto	6	-0.16	-0.08	0.04	0.03	0.83	5.31	0.09	0.31	1.4	7.44
Verificar conformidad de requerimientos.	3	0.00	0.00	0.02	0.00	1.02	2.74	0.11	0.25	1.36	3.73

## Anexo 20. Prueba de normalidad para productividad

### Pruebas de normalidad productividad

Hipótesis nula: La data de la productividad no procede de una distribución normal.

Hipótesis alterna: La data de la productividad procede de una distribución normal.

Regla de decisión:

Si significancia  $\geq 0.05$ , se acepta  $H_0$ .

Si significancia  $< 0.05$ , no se acepta la  $H_0$ .

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Productividad pre test	,047	88	,200*	,987	88	,557
Productividad post test	,057	88	,200*	,983	88	,323

Fuente: elaboración propia.

Para el análisis de la normalidad se utilizó el estadígrafo de Kolmogórov-Smirnov ( $n=88>30$ ), donde se indican niveles de significancia de 0,200 para cada evaluación de la productividad, por lo tanto, indica su procedencia normal y se utilizó la prueba T-Student para el contraste de hipótesis.

## Anexo 21. Prueba de hipótesis para productividad

$H_0$ : La aplicación de lean manufacturing no incrementa la productividad del área logística de una empresa de mantenimiento – Lima, 2023.

$H_a$ : La aplicación de lean manufacturing incrementa la productividad del área logística de una empresa de mantenimiento – Lima, 2023.

Regla de decisión:

Si significancia  $\geq 0.05$ , se acepta la  $H_0$ .

Si significancia  $< 0.05$ , no se acepta la  $H_0$ .

## Prueba T-Student para productividad

Prueba de muestras emparejadas									
Diferencias emparejadas									
95% de intervalo de confianza de la diferencia									
		Media	Desviación	Desviación	Inf.	Sup.	t	gl	Sig.
			error						
Par	Productividad	-	.2403021	.0256163	-	-	-	87	,000
1	pretest - Productividad post test	.1038091			.1547242	.0528939	4,052		

Fuente: elaboración propia.

Se identifica una significancia de 0,00 por lo tanto, se rechaza la H0 y se acepta que: La aplicación de lean manufacturing incrementa la productividad del área logística de una empresa de mantenimiento – Lima, 2023.

### Anexo 22. Prueba de normalidad y rangos eficiencia

Hipótesis nula: La data de eficiencia no procede de una distribución normal.

Hipótesis alterna: La data de la eficiencia procede de una distribución normal.

Regla de decisión:

Si significancia  $\geq 0.05$ , se acepta la H0.

Si significancia  $< 0.05$ , no se acepta la H0.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Eficiencia pretest	,214	88	,000	,832	88	,000
Eficiencia post test	,221	88	,000	,886	88	,000

Fuente: elaboración propia

Según el análisis identificado de la prueba de Komogórov-Smirvov, se obtuvieron significancias de 0,000 para ambos periodos, por lo tanto, se menciona que la eficiencia no procede de una distribución normal y se utilizará la prueba de hipótesis Wilcoxon.

### Prueba de rangos para eficiencia

<b>Rangos</b>				
		N	Rango promedio	Suma de rangos
Eficiencia post test -	Rangos negativos	20 <sup>a</sup>	31,75	635,00
Eficiencia pretest	Rangos positivos	61 <sup>b</sup>	44,03	2686,00
	Empates	7 <sup>c</sup>		
	Total	88		

Fuente: elaboración propia.

De la tabla anterior se obtiene que la eficiencia presentó un total de 61 rangos positivos, sin embargo, se identificaron 20 que fueron negativos y 7 que fueron empates.

### Anexo 23. Prueba de hipótesis eficiencia

#### Contrastación de hipótesis eficiencia

##### Hipótesis específica 1

Ho: La aplicación de lean manufacturing no incrementa la eficiencia del área logística de una empresa de mantenimiento – Lima, 2023.

Ha: La aplicación de lean manufacturing incrementa la eficiencia del área logística de una empresa de mantenimiento – Lima, 2023.

Regla de decisión:

Si significancia  $\geq 0.05$ , se acepta la H0.

Si significancia  $< 0.05$ , no se acepta la H0.

#### Prueba Wilcoxon para eficiencia

<b>Estadísticos de prueba<sup>a</sup></b>	
	Eficiencia post test - Eficiencia pretest
Z	-4,837 <sup>b</sup>
Sig. asintótica(bilateral)	,000
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos negativos.	

Fuente: elaboración propia.

Siendo el valor de la significancia bilateral de la prueba de Wilcoxon  $p\text{valor} = 0.000 < 0.05$ , existen razones suficientes para rechazar la hipótesis nula. Por lo tanto, se acepta la Ha: La aplicación de lean manufacturing incrementa la eficiencia del área logística de una empresa de mantenimiento – Lima, 2023.

## Anexo 24. Prueba de normalidad y rangos eficacia

### Hipótesis de normalidad eficacia

Hipótesis nula: La data de la eficacia no procede de una distribución normal.

Hipótesis alterna: La data de la eficacia procede de una distribución normal.

Regla de decisión:

Si significancia  $\geq 0.05$ , se acepta la H0.

Si significancia  $< 0.05$ , no se acepta la H0.

Pruebas de normalidad							
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
Eficacia pretest	,109	88	,012	,967	88	,023	
Eficacia post test	,099	88	,033	,968	88	,029	

Fuente: elaboración propia.

Para el análisis de la normalidad se utilizó el estadígrafo de Kolmogorov-Smirnov ( $n=88>30$ ) y indicándose valores de 0,012 y 0,033 para el periodo evaluado respectivamente, por lo tanto, los datos no proceden de una distribución normales y se procedió a utilizar la prueba Wilcoxon.

### Prueba de rangos

Rangos				
		N	Rango promedio	Suma de rangos
Eficacia post test -	Rangos negativos	29 <sup>a</sup>	33,53	972,50
Eficacia pretest	Rangos positivos	55 <sup>b</sup>	47,23	2597,50
	Empates	4 <sup>c</sup>		
	Total	88		

Fuente: elaboración propia.

De la tabla anterior se obtiene que la eficacia presentó un total de 55 rangos positivos, sin embargo, se identificaron 29 que fueron negativos y 4 que fueron empates.

## Anexo 25. Contrastación de hipótesis eficacia

### Contrastación de hipótesis eficacia

Hipótesis específica 2

Ho: La aplicación de lean manufacturing no incrementa la eficacia del área logística de una empresa de mantenimiento – Lima, 2023.

Ha: La aplicación de lean manufacturing incrementa la eficacia del área logística de una empresa de mantenimiento – Lima, 2023.

Regla de decisión:

Si significancia  $\geq 0.05$ , se acepta la H0.

Si significancia  $< 0.05$ , no se acepta la H0.

### Prueba Wilcoxon para eficacia

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
Z	Eficacia post test - Eficacia pretest -3,625 <sup>b</sup>
Sig. asintótica(bilateral)	,000

Fuente: elaboración propia.

Siendo el valor de la significancia bilateral de la prueba de Wilcoxon  $p\_valor = 0.000 < 0.05$ , existen razones suficientes para rechazar la hipótesis nula. Por lo tanto, se acepta la Ha: La aplicación de lean manufacturing incrementa la eficacia del área logística de una empresa de mantenimiento – Lima, 2023.

Anexo 26. Datos cuantitativos para cálculo de la eficacia

<b>Cumplimiento de actividades para eficacia febrero</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Diseñar propuestas para cotización	x	x			x			x		x	x	x	x	x		x		x	x	x	x		x		x	x		
Enviar propuestas para cotización	x	x			x	x		x	x	x	x	x		x	x	x			x	x	x		x		x			
Esperar elección de propuestas	x			x				x	x	x		x	x		x		x	x		x	x		x		x	x		
Recepcionar respuesta		x			x	x	x	x	x	x		x	x	x			x	x		x	x	x		x	x		x	
Asignar responsables del proyecto		x			x		x		x	x	x		x	x				x	x		x		x	x	x		x	
Comunicar a todas las áreas		x		x			x	x	x		x	x	x	x	x		x		x	x	x			x			x	
Diseñar un plan de requerimientos		x			x				x			x	x		x	x	x	x	x		x		x	x	x	x		
Esperar envío de requerimientos	x	x		x		x		x	x	x	x	x	x	x		x	x	x			x		x	x	x			
Enviar plan de requerimientos		x	x	x	x	x		x	x	x	x		x		x						x	x	x	x	x			
Esperar cumplimiento de requerimientos por área				x	x		x		x	x	x		x		x		x	x			x	x	x	x	x	x		
Recepcionar plan de requerimientos		x		x		x		x	x	x	x	x		x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x
Ingresar requerimientos del sistema		x	x	x		x	x		x	x	x		x	x	x	x		x		x	x	x	x	x	x	x		x
Pedir aprobación de gerencia		x	x			x	x		x		x		x		x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x		
Esperar aprobación						x	x		x	x	x		x	x	x	x			x		x	x	x	x			x	x
Adquirir materiales, equipos y herramientas		x	x	x	x	x			x				x			x		x			x			x		x	x	
Recepción de materiales, equipos y herramientas		x	x	x		x	x		x			x	x		x						x	x				x	x	x
Envío de requerimientos por parte del almacén al proyecto	x	x	x		x	x			x		x		x	x	x	x		x					x	x	x			
Recepción de requerimientos en proyecto		x	x	x		x	x			x	x	x	x		x	x	x	x	x			x				x		x
Verificar conformidad de requerimientos.		x	x	x				x	x	x		x	x	x	x			x	x	x	x			x	x	x		x
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>11</b>	<b>7</b>	<b>13</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>11</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>11</b>	<b>9</b>	<b>13</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>15</b>	<b>11</b>	<b>17</b>	<b>6</b>	<b>9</b>

<b>Cumplimiento de actividades para eficacia marzo</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
Diseñar propuestas para cotización	x	x		x	x	x	x	x			x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x		x		x	x		x			
Enviar propuestas para cotización	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x		x	x	x		x		x						
Esperar elección de propuestas	x			x	x		x	x		x	x			x	x	x		x	x		x	x				x	x		x			
Recepcionar respuesta				x	x		x	x		x	x			x	x		x	x	x		x	x	x		x	x		x		x		
Asignar responsables del proyecto		x		x	x		x	x		x	x		x	x			x			x		x			x	x		x		x		
Comunicar a todas las áreas		x		x	x		x	x			x	x	x	x	x	x		x			x	x	x	x		x			x		x	
Diseñar un plan de requerimientos		x	x	x	x		x					x	x		x	x	x	x		x		x	x	x	x	x	x	x		x		
Esperar envío de requerimientos	x	x	x	x			x	x		x	x	x	x	x	x		x	x			x	x	x		x	x		x	x	x		
Enviar plan de requerimientos	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x		x		x	x				x	x	x	x		x	x		x	x	x		
Esperar cumplimiento de requerimientos por área	x		x	x	x		x			x	x		x		x	x				x	x	x	x	x	x	x		x	x	x		
Recepcionar plan de requerimientos	x	x		x			x	x		x	x	x	x		x		x	x		x	x	x	x					x	x	x		
Ingresar requerimientos del sistema	x	x	x	x	x		x			x	x		x	x	x	x		x			x	x	x	x	x		x		x	x	x	
Pedir aprobación de gerencia		x	x				x	x			x				x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x			x		
Esperar aprobación	x						x	x		x	x	x		x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	
Adquirir materiales, equipos y herramientas			x	x	x		x	x	x	x	x	x				x		x			x					x	x		x		x	
Recepción de materiales, equipos y herramientas			x	x			x	x		x		x			x						x						x	x	x	x	x	
Envío de requerimientos por parte del almacén al proyecto	x		x		x	x	x	x	x		x			x	x	x		x				x	x	x	x		x					
Recepción de requerimientos en proyecto			x	x			x	x	x		x	x	x		x	x	x	x	x		x	x				x		x		x		
Verificar conformidad de requerimientos.			x	x			x	x	x	x		x			x	x				x	x	x	x			x	x	x		x		x
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>16</b>	<b>27</b>	<b>7</b>	<b>19</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>17</b>	<b>11</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>17</b>	<b>0</b>	<b>18</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>11</b>	<b>15</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>12</b>	<b>11</b>	<b>11</b>		

<b>Cumplimiento de actividades para eficacia abril</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
Diseñar propuestas para cotización	x	x			x		x	x		x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
Enviar propuestas para cotización	x	x			x	x	x			x	x	x	x		x	x	x		x	x		x	x		x	x		x	x			
Esperar elección de propuestas	x			x				x		x	x	x	x	x		x	x	x	x			x	x		x		x	x	x			
Recepcionar respuesta				x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x		x			x	x	x		
Asignar responsables del proyecto	x			x	x		x	x		x	x	x	x	x		x			x		x	x	x	x		x			x	x	x	
Comunicar a todas las áreas	x			x			x	x			x	x	x	x	x	x		x	x		x		x		x			x	x	x		
Diseñar un plan de requerimientos	x			x	x			x				x	x		x	x	x		x		x		x		x		x		x	x	x	
Esperar envío de requerimientos	x			x		x		x		x	x	x	x	x	x	x	x		x		x		x		x	x	x		x	x	x	
Enviar plan de requerimientos	x		x	x	x	x		x	x		x	x	x		x	x			x		x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	
Esperar cumplimiento de requerimientos por área	x		x	x	x		x	x	x		x	x	x		x	x	x		x		x	x	x	x	x			x	x	x	x	
Recepcionar plan de requerimientos	x		x	x		x		x	x		x	x	x		x	x	x		x		x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	
Ingresar requerimientos del sistema	x		x	x	x	x	x	x	x		x	x	x		x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Pedir aprobación de gerencia	x		x	x	x	x		x	x		x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	
Esperar aprobación	x		x	x	x	x	x	x	x		x	x			x	x	x	x	x	x		x	x	x	x			x	x	x	x	
Adquirir materiales, equipos y herramientas	x	x	x	x	x	x			x			x			x	x	x	x			x				x		x	x		x	x	
Recepción de materiales, equipos y herramientas		x	x	x		x	x		x			x			x	x	x				x	x					x	x	x	x	x	
Envío de requerimientos por parte del almacén al proyecto	x	x	x		x	x			x					x	x	x	x	x					x	x	x		x	x		x	x	
Recepción de requerimientos en proyecto		x	x	x		x	x					x	x		x	x	x	x	x	x			x				x	x	x		x	
Verificar conformidad de requerimientos.		x	x	x				x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x		x	
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>7</b>	<b>11</b>	<b>16</b>	<b>10</b>	<b>13</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>11</b>	<b>6</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	

<b>Cumplimiento de actividades para eficacia agosto</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Diseñar propuestas para cotización	x	x			x	x		x	x		x	x	x	x	x		x		x	x	x	x	x	x	x		x	x
Enviar propuestas para cotización	x	x			x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x		x	x	x	x		x	x		x	x	
Esperar elección de propuestas	x			x	x	x			x	x	x			x	x	x	x	x		x	x	x	x			x	x	
Recepcionar respuesta	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x		x	x	x	x	x			x	
Asignar responsables del proyecto	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x		x	x	x	x		x	x			x
Comunicar a todas las áreas	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x
Diseñar un plan de requerimientos		x	x	x	x			x	x	x		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Esperar envío de requerimientos	x	x	x	x	x	x		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x
Enviar plan de requerimientos	x	x	x	x	x	x		x		x	x	x	x		x		x		x	x			x	x	x	x	x	x
Esperar cumplimiento de requerimientos por área	x		x	x	x		x	x		x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	
Recepcionar plan de requerimientos	x	x	x	x	x	x		x		x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Ingresar requerimientos del sistema	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Pedir aprobación de gerencia	x	x	x		x	x	x			x	x	x	x		x	x	x		x	x	x		x	x	x	x	x	
Esperar aprobación			x		x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x		x	x
Adquirir materiales, equipos y herramientas		x	x	x	x	x			x	x		x	x		x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	
Recepción de materiales, equipos y herramientas			x	x	x	x	x		x			x	x		x		x		x	x	x	x	x			x	x	x
Envío de requerimientos por parte del almacén al proyecto	x	x	x		x	x			x		x		x	x	x	x			x	x		x	x	x	x	x	x	
Recepción de requerimientos en proyecto		x	x	x	x	x	x			x	x	x	x		x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x
Verificar conformidad de requerimientos.		x	x	x	x			x	x	x		x	x	x	x			x	x	x	x		x	x	x	x	x	x
<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>19</b>	<b>16</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>16</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>19</b>	<b>13</b>	<b>17</b>	<b>10</b>	<b>18</b>	<b>17</b>	<b>15</b>	<b>13</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>12</b>	<b>17</b>	<b>15</b>

<b>Cumplimiento de actividades para eficacia septiembre</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Diseñar propuestas para cotización	x	x	x		x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x			
Enviar propuestas para cotización	x	x	x		x	x	x	x		x	x	x	x		x	x	x	x		x	x	x	x		x	x		x			
Esperar elección de propuestas	x		x	x	x		x	x		x	x		x	x		x				x	x	x	x		x	x	x	x			
Recepcionar respuesta	x		x		x		x	x		x			x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Asignar responsables del proyecto	x		x		x		x	x		x		x	x	x		x		x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Comunicar a todas las áreas	x		x	x	x		x	x	x			x	x	x	x	x		x		x	x	x	x		x		x	x	x	x	
Diseñar un plan de requerimientos		x	x		x		x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x		
Esperar envío de requerimientos	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Enviar plan de requerimientos		x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x		x	x		x		x		x	x	x	x		x	x	x		
Esperar cumplimiento de requerimientos por área				x	x		x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x				x	x	x	x		x	x	x		
Recepcionar plan de requerimientos		x		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Ingresar requerimientos del sistema		x	x	x		x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Pedir aprobación de gerencia		x	x			x	x	x	x		x		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Esperar aprobación						x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x		x		x	x	x	x			x	x	x	x	
Adquirir materiales, equipos y herramientas		x	x	x	x	x	x		x				x	x		x	x	x				x	x	x	x			x		x	x
Recepción de materiales, equipos y herramientas		x	x	x		x	x		x			x	x		x	x	x					x	x	x	x			x	x	x	
Envío de requerimientos por parte del almacén al proyecto	x	x	x		x	x	x		x		x		x	x	x	x	x	x				x	x	x		x			x	x	
Recepción de requerimientos en proyecto	x	x	x	x		x	x		x	x	x	x		x	x	x	x	x				x		x	x	x		x	x	x	
Verificar conformidad de requerimientos.	x	x	x	x			x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x		x		x
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>13</b>	<b>16</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>19</b>	<b>15</b>	<b>13</b>	<b>22</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>19</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>19</b>	<b>14</b>	<b>17</b>	<b>11</b>												

<b>Cumplimiento de actividades para eficacia octubre</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Diseñar propuestas para cotización	x	x				x		x	x		x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x			x	x	x	x		
Enviar propuestas para cotización	x	x				x	x	x	x		x	x	x		x	x	x		x		x	x	x			x	x	x			
Esperar elección de propuestas	x			x				x			x	x	x	x		x	x		x		x	x	x			x	x	x	x		
Recepcionar respuesta	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x		x		x	x	x			x	x	x	x	x	
Asignar responsables del proyecto	x		x	x	x		x	x			x	x	x		x	x	x		x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	
Comunicar a todas las áreas	x		x	x			x	x			x	x	x		x	x	x		x	x	x		x			x		x	x	x	
Diseñar un plan de requerimientos	x			x	x			x				x	x		x	x	x		x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	
Esperar envío de requerimientos	x			x		x		x			x	x	x		x	x	x		x				x	x	x		x	x			
Enviar plan de requerimientos	x		x	x	x	x		x			x	x	x		x	x	x	x				x	x	x	x		x	x			
Esperar cumplimiento de requerimientos por área	x			x	x		x	x	x	x		x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x			x	
Recepcionar plan de requerimientos	x			x		x		x	x	x		x	x	x	x	x	x	x		x		x	x	x	x	x		x	x	x	
Ingresar requerimientos del sistema	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x				x	x	x	x	x		x	x		x	
Pedir aprobación de gerencia	x		x	x	x	x		x	x		x	x			x	x	x	x	x		x		x	x	x			x	x	x	
Esperar aprobación	x			x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x		x			x	x	x	x	x		x	x	x	x	
Adquirir materiales, equipos y herramientas			x	x	x	x			x			x				x	x	x				x			x	x		x	x	x	
Recepción de materiales, equipos y herramientas	x	x	x	x		x	x		x			x			x	x												x	x	x	x
Envío de requerimientos por parte del almacén al proyecto		x	x		x	x			x		x		x	x	x	x		x								x					
Recepción de requerimientos en proyecto		x	x	x		x	x			x	x	x	x		x	x	x	x	x							x			x	x	
Verificar conformidad de requerimientos.		x	x	x				x	x	x		x	x	x	x	x		x	x						x	x	x		x	x	
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>7</b>	<b>11</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>13</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>11</b>	<b>6</b>	<b>13</b>	<b>11</b>	<b>14</b>	<b>8</b>	<b>17</b>	<b>11</b>	<b>16</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>14</b>	<b>13</b>	<b>15</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>9</b>	<b>15</b>	<b>17</b>	<b>11</b>	