



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Aplicación de las herramientas Lean Manufacturing y su efecto en la
productividad de la empresa TecsiteL Perú EIRL, Trujillo, 2022.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

AUTOR:

Solsol Jara, Richard Michael (orcid.org/0000-0002-8326-3513)

ASESOR:

Mg. Cruz Salinas, Luis Edgardo (orcid.org/0000-0002-3856-3146)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistema de Gestión Empresarial y Productiva

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

CHEPÉN – PERÚ

2022

Dedicatoria

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mi madre CELINA JARA VILLANUEVA, que ha sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores lo cual me ha ayudado a seguir adelante en los momentos difíciles.

A mi padre RICHARD BERNABÉ SOLSOL MIRANDA, que a pesar de defraudarlo en varias ocasiones me apoya para seguir adelante con mis proyectos.

A mis hermanos LUIGUI BERNABÉ Y MARICIELO NIKOL que con sus ocurrencias me sacaron una sonrisa en momentos difíciles.

A mis hijos RICHARD ANDRÉS y RICHARD RODRIGO quién han sido mi mayor motivación para nunca rendirme en los estudios y poder llegar a ser un ejemplo para ellos.

A mi esposa GIANELLA SALOME ACOSTA GONZALES, quien fue la persona que estuvo allí en las buenas y malas desde inicio hasta el fin en mi carrera profesional.

Richard Michael Solsol Jara

Agradecimiento

Gracias a dios por permitirme tener a mi familia y disfrutar de ella, gracias a mi familia por apoyarme en cada decisión y proyecto, gracias a la vida porque cada día me demuestra lo hermosa que es y lo justa que puede llegar hacer.

Me van a faltar páginas para agradecer a las personas que se han involucrado en la realización de este trabajo, sin embargo, merecen reconocimiento especial mi Madre y mi Padre que con su esfuerzo y dedicación me ayudaron a culminar mi carrera universitaria y me dieron el apoyo suficiente para no decaer cuando todo parecía complicado e imposible.

Asimismo, agradezco infinitamente a mis Hermanos BERNABÉ Y MARICIELO que con sus palabras me hacían sentir orgulloso de lo que soy y de lo que les puedo enseñar.

Ojalá algún día yo me convierta en su fuerza para que puedan seguir avanzando en su camino.

De igual forma, agradezco a mi asesor de Tesis el ING. CRUZ SALINAS, LUIS EDGARDO, que gracias a sus consejos y correcciones hoy puedo culminar este trabajo. A los Profesores que me han visto crecer como persona, y gracias a sus conocimientos hoy puedo sentirme dichoso y contento.

Richard Michael Solsol Jara

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III.METODOLOGÍA	10
3.1. Tipo y Diseño de la investigación.....	10
3.2. Variables y operacionalización.....	11
3.3. Población, muestra y unidad de análisis	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	12
3.5. Procedimiento.....	13
3.6. Métodos de análisis de datos.....	14
3.7. Aspectos éticos.....	15
IV. RESULTADOS.....	15
V. DISCUSIÓN.....	60
VI. CONCLUSIONES	64
VII. RECOMENDACIONES	65
REFERENCIAS	66
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1. N° de frecuencia por periodo de las causas de la problemática	17
Tabla 2. Tabla de frecuencias.....	18
Tabla 3. Herramientas Lean para la gestión de las causas críticas	20
Tabla 4. Eficiencia pre	21
Tabla 5. Eficacia pre.....	23
Tabla 6. Productividad inicial	25
Tabla 7. Cumplimiento inicial de las 5S	27
Tabla 8. Actividades de la aplicación de la primera S (Clasificar)	29
Tabla 9. Actividades de la aplicación de la segunda S (Ordenar).....	32
Tabla 10. Actividades de la aplicación de la tercera S (Limpieza).....	33
Tabla 11. Actividades de la aplicación de la cuarta S (Estandarización).....	35
Tabla 12. Actividades de la aplicación de la quinta S (Disciplina).....	35
Tabla 13. Cumplimiento de las 5S post aplicación.....	36
Tabla 14. Tiempo estándar del proceso actual	37
Tabla 15. Tiempo estándar del proceso propuesto	44
Tabla 16. Actividades del proceso de instalación de red de telecomunicación.....	47
Tabla 17. Actividades externas e internas del proceso	48
Tabla 18. Conversión de actividades internas en externas	49
Tabla 19. Optimización de los tiempos de operación del proceso de instalación de redes	50
Tabla 20. Optimización de los tiempos de operación.....	51
Tabla 21. Eficiencia post.....	52
Tabla 22. Eficacia post	54
Tabla 23. Productividad post aplicación.....	56
Tabla 24. Cuadro comparativo de los resultados alcanzados	58

Índice de figuras

Figura 1. Línea de tiempo de los periodos de la prueba de pre y post.....	12
Figura 2. Diagrama de Ishikawa que describe las causas que impactan en la productividad.....	16
Figura 3. Diagrama de Pareto.....	19
Figura 4. Comportamiento del indicador de eficiencia durante la evaluación inicial.....	22
Figura 5. Comportamiento del indicador de eficacia en la evaluación inicial.....	24
Figura 6. Comportamiento de la productividad durante el análisis inicial.....	26
Figura 7. Cumplimiento inicial de las 5S.....	28
Figura 8. Procedimiento para clasificación de elementos.....	30
Figura 9. Formato de Tarjeta Roja para la clasificación de materiales.....	31
Figura 10. Formato para determinar el color de las áreas de trabajo.....	32
Figura 11. Procedimiento para gestionar el orden y limpieza en el trabajo.....	34
Figura 12. Cumplimiento de las 5S antes y después.....	37
Figura 13. Proceso actual de instalación de redes de telecomunicación.....	38
Figura 14. Diagrama de análisis del proceso actual.....	41
Figura 15. Tiempo de ciclo del proceso actual.....	42
Figura 16. Proceso de instalación de redes de telecomunicación (propuesto).....	43
Figura 17. Diagrama de análisis del proceso.....	45
Figura 18. Tiempos de ciclo del proceso.....	46
Figura 19. Comparación de los tiempos del proceso.....	51
Figura 20. Comportamiento del indicador de eficiencia durante la evaluación posterior a la aplicación.....	53
Figura 21. Comportamiento del indicador de eficacia en la evaluación inicial.....	55
Figura 22. Comportamiento de la productividad post aplicación.....	57
Figura 23. Prueba de normalidad de los datos.....	58
Figura 24. Prueba no paramétrica de Wilcoxon.....	59

Resumen

Esta investigación tiene como objetivo determinar el efecto de herramientas Lean en la productividad de la empresa TecsiteL Perú E.I.R.L. La investigación es de tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo y de diseño pre experimental donde se analizó el comportamiento de la productividad producto de la aplicación de las herramientas Lean Manufacturing, tanto en el pre test y también en el post test. La población la conformó el total de registros de los datos de productividad del área de producción del año 2022, y la muestra fue igual a la población. Los instrumentos empleados para la recolección de datos fueron Guía de observación, Ficha de registro de productividad, Ficha de registro del proceso productivo, Ficha de registro del cumplimiento de las 5S, Ficha de registro de los tiempos de operación del proceso y Ficha de registro de productividad. Los datos fueron analizados mediante el software SPSS, con un nivel de significancia de 0.002 ($P < 0.050$) mediante la prueba no paramétrica Wilcoxon. Se concluye que las herramientas Lean Manufacturing mejora la productividad de la entidad en un 50%.

Palabras clave: Manufacturing, productividad, proceso.

Abstract

This research aims to determine the effect of Lean tools on the productivity of the company TecsiteL Perú E.I.R.L. The research is of an applied type, with a quantitative and pre-experimental design approach where the behavior of productivity resulting from the application of Lean Manufacturing tools was analyzed, both in the pre-test and also in the post-test. The population was made up of the total records of the productivity data of the production area for the year 2022, and the sample was equal to the population. The instruments used for data collection were Observation Guide, Productivity Record Sheet, Production Process Record Sheet, 5S Compliance Record Sheet, Process Operation Times Record Sheet, and Process Operation Times Record Sheet. productivity. Data were analyzed using SPSS software, with a significance level of 0.002 ($P < 0.050$) using the non-parametric Wilcoxon test. It is concluded that the Lean Manufacturing tools improve the productivity of the entity by 50%.

Keywords: Manufacturing, productivity, process.

I. INTRODUCCIÓN

Han pasado ya más de 2 años desde que el mundo experimentó una nueva realidad producto de la Covid 19, la cual impuso una serie de restricciones que afectó notablemente a todos, donde desde la empresa más pequeña hasta la más grande tuvo que reinventarse para poder sobrevivir a esta nueva realidad. Pero antes de este suceso, las organizaciones de todo el mundo venían de una reestructuración para poder adaptarse al cambio y poder seguir siendo competitivas en el mercado (Castillo, 2022, p. 12).

En el sector de las TIC (Tecnología de la Información y Comunicación), las empresas no han sido ajenas a esta realidad, al contrario, sino que producto de la cuarentena e inmovilización social que se dio durante el primer año de pandemia, la demanda de servicios como internet, cable, y telefonía móvil tuvieron un crecimiento exponencial por parte de los usuarios, ya que estos productos fueron y siguen siendo imprescindibles para la comunicación con otras personas, para las clases virtuales, el trabajo remoto y otros (Vargas, Muratalla y Jiménez, 2021).

En Europa, exactamente en España, entre el 2020 y el 2021 las empresas de Telecomunicaciones al notar la demanda de estos servicios, vieron también la necesidad de potenciar su capacidad de respuesta para solucionar averías o fallos en sus redes y productos ofrecidos, y esto fue y seguirá siendo un factor clave al momento de la preferencia del cliente (Fernández y Gómez, 2021, p. 23).

En el Perú y también frente a esta necesidad, surge el concepto de Lean Manufacturing, el cual se basa en el “trabajo limpio” bajo el enfoque de entregar al cliente el mejor producto o servicio, eliminando en el proceso todo aquel factor que no agregue valor al trabajo. Así surgen una serie de herramientas adoptadas por las empresas que promueven esta misión, como el TPM (Mantenimiento Productivo Total, las 5S, el VSM (Mapeo de la cadena de valor) y otros. Estas herramientas tienen la capacidad y el poder de transformar y mejorar la cultura de trabajo de cualquier tipo de empresa, optimizando sus recursos y haciéndola más productiva (Canahua, 2021, p. 49).

La empresa TecsiteL Perú E.I.R.L., con sede en la ciudad de Trujillo, es una empresa colaboradora de Claro Perú que brinda servicios de instalaciones de redes, cambios de equipos tecnológicos y actualización de hardware, mantenimiento de redes y equipos, entre otros. Esta organización, al igual que las del resto del mundo, también han tenido que adaptarse al cambio, sin embargo, aún están en el proceso de transformación para tener y brindar un servicio de primera clase, debido a que se han podido observar y determinar diversas deficiencias que no han permitido a la empresa ser eficiente, tener un orden y organización del trabajo y/o proyecto a ejecutar y cumplir con los tiempos de entrega del servicio brindado.

Las deficiencias en cuestión tienen que ver con la ausencia de métodos de trabajos establecidos que deben de servir como guía y procedimiento a seguir por parte de los colaboradores, los procesos de las diversas actividades carecían de estandarización que promueva la eficiencia y productividad en los trabajos de instalaciones y mantenimiento de redes. Debido a esto, durante este primer trimestre, se ha suscitado retrasos y demoras en la entrega de trabajos y proyectos al cliente, siendo un dato importante que la eficacia de las entregas fue del 66%: se entregaron a tiempo 8 de 12 proyectos encargados por el contratista. De aquí también se desprenden los tiempos improductivos originados por lo anterior mencionado, ya que, por cada 1 hora trabajada, 20 minutos son de ocio; debido a la ausencia de un proceso estandarizado, lo que permite que el trabajador no tenga completamente claro cómo se debe de realizar el trabajo.

También resalta el desorden y desorganización de los espacios de trabajo durante la jornada laboral, ya que las herramientas, equipos, materiales y componentes empleados en el trabajo se encuentran dispersos en la zona de trabajo, lo que muchas veces no permite dar con la herramienta requerida al momento, generando un tiempo más de lo previsto si estuviesen organizadas, clasificadas y señalizadas con anterioridad, ya que esto haría más productiva las labores. Este tipo de problemas han sido los culpables del avanzado deterioro de las herramientas y equipos, así como la pérdida de los mismos ocurridos el mes de abril del presente año.

Otro de los puntos importantes de este problema es la poca capacitación y entrenamiento del talento humano por parte de la empresa en temas de eficiencia,

eficacia y productividad, ya que este factor es vital para que se pueda desarrollar correctamente el trabajo.

Lo anteriormente mencionado ha sido la raíz del incumplimiento de la entrega de proyectos y trabajos al cliente, así como retrasos en los procesos llevados a cabo y la poca capacidad de la mano de obra. De alguna manera, este es el inicio del fin de las aspiraciones de crecimiento y desarrollo de la empresa, y para evitar esto se debe de actuar sobre estos problemas. Es aquí donde el papel del ingeniero industrial y el enfoque Lean toma su importancia y necesidad de investigar el tema para poder optimizar los recursos disponibles, bajo la misión de tener un trabajo limpio y sin defectos.

Por ello, este trabajo presenta la siguiente formulación: ¿Cuál es el efecto de Lean Manufacturing en la productividad de la empresa TecsiteL Perú E.I.R.L.?

La presente investigación manifiesta una justificación teórica debido a que hace uso del conocimiento teórico de las 2 variables en estudio, de diversas fuentes y autores, para poder representar el efecto de Lean Manufacturing en la productividad. Adicional a ello, también se justifica de manera práctica ya que se exponen y detallan los resultados obtenidos producto de la resolución de los objetivos de estudio, los cuales sintetizan las mejoras para la entidad. Además, la investigación se justifica metodológicamente debido a que el autor, a lo largo del desarrollo de la misma, se basa en el método científico y todas sus fases, así como los lineamientos y estructura que la universidad ha propiciado.

El objetivo general es determinar el efecto de herramientas Lean en la productividad de la organización en estudio. Y para ello se han adoptado los siguientes objetivos específicos: (1) Efectuar un análisis de la coyuntura actual de la empresa y medir la productividad, (2) seleccionar y aplicar las herramientas Lean Manufacturing y, (3) cuantificar la productividad luego de la aplicación Lean y comparar los resultados del antes y después.

La hipótesis de este estudio responde a: la aplicación de Lean Manufacturing mejorará la productividad de la empresa TecsiteL Perú E.I.R.L.

II. MARCO TEÓRICO

En el plano internacional se han podido revisar trabajos de grado e investigaciones científicas como la de Carrillo, Alvis, Mendoza y Cohen (2021), cuya finalidad de estudio fue estudiar las mejoras de las herramientas Lean en la empresa del caso. La investigación correspondió a un tipo aplicada con diseño experimental, cuya población y muestra fueron los registros de los procesos productivos. Se emplearon instrumentos para recoger la información como fichas de registro y guías de observación. Los autores lograron como resultados, mejoras considerables tanto a nivel de eficiencia, productividad y calidad; y en torno a la segunda, se obtuvo un crecimiento del 23%.

Se concluye que el uso y aplicación de las herramientas Lean aportan mejoras para la empresa, impulsando la optimización y mejora continua de la entidad.

También se muestra la investigación de Vargas, Muratalla y Jiménez (2018). Este trabajo tuvo como objeto analizar el efecto de las herramientas Lean Manufacturing en la productividad de la empresa. El tipo de investigación llevada a cabo fue aplicada y de diseño pre experimental, donde la población y muestra estuvieron compuestas por los datos de los registros de productividad del área de producción. Los instrumentos empleados por los autores fueron fichas de registros de producción y guías de observación de campo. Los resultados obtenidos determinaron la mejora de la productividad de la empresa hasta un 21%, además se minimizaron los costos en un 35% de calidad, producción y almacén.

Esta investigación infiere que la metodología Lean logra la mejora continua del proceso, la optimización y uso eficiente de los recursos.

En el contexto nacional, se examinó el trabajo de Delgado, Portillo y Suarez (2021). La finalidad fue determinar en qué medida la implementación de Lean Manufacturing mejora la productividad en el área de almacén. El enfoque de este trabajo fue de tipo aplicada, en base a la muestra que fueron los registros productivos del mes. Se hizo uso de instrumentos para el recojo de la data como el diagrama de Ishikawa, auditoría 5S y fichas de registro. Se obtuvieron como resultados un aumento de la productividad de esta área del 39%, producto de la

eliminación de tiempos improductivos, automatización de inventarios y capacitación del talento humano.

En conclusión, implementar esta metodología soluciona problemas en la empresa, mejorando la productividad organizacional.

Así mismo, se estudió el trabajo expuesto por Espejo y Pérez (2021). El objetivo fue mejorar la productividad de la empresa por medio de la aplicación de las herramientas Lean. El tipo de investigación presentada fue aplicada y de diseño pre experimental. Se tuvo como población un lote de producción de 1000 bolsas de producto, en un periodo de prueba de 2 meses. Se emplearon guías de observación y fichas de registro durante la etapa de recojo y análisis de datos. Los resultados encontrados por los autores muestran un auge del 12% de la productividad del área de producción, así como mejoras de la eficiencia y eficacia del proceso en 9% y 7% respectivamente.

Se concluye que las herramientas Lean lograron incrementar la productividad de la empresa en un 22.7%, evidenciando que esta metodología es de suma importancia para las empresas alrededor del mundo.

Y en el ambiente local, diversos aportes de grado y revisiones de las universidades aledañas guardan relación con el presente estudio, como el de Palomino (2020). El objeto principal de este estudio fue determinar el efecto de la aplicación de las herramientas Lean en la productividad de la entidad en estudio. El tipo de investigación fue aplicada con un enfoque pre experimental, donde la población y muestra fueron todos los datos de productividad de los meses de pretest, empleando como instrumentos de recojo de data a fichas de registro, guía de observación y de entrevista. Los resultados encontrados por la autora confirman el incremento de la productividad en un 16%.

Se concluye que las herramientas Lean influyen positivamente en la productividad de la empresa, garantizando un sistema productivo más eficiente y eficaz.

Y finalmente, Fernández y Mendoza (2021). Los autores buscaron determinar el efecto que tiene la aplicación Lean en la productividad de la empresa. Los autores presentan una investigación de tipo aplicada, con un diseño pre experimental, abarcando una población y muestra conformada por todos los procesos de la empresa. Como instrumentos se usaron la encuesta, guías de observación y fichas de registro. Se alcanzaron resultados favorables y acordes al objetivo, ya que se logró aumentar hasta un 88% el nivel de cumplimiento de la 5S, así como la mejora de la eficiencia del proceso en un 34%.

Se concluye que la metodología Lean logra mejorar la productividad de la empresa en un 17%.

Las teorías que avalan y sustentan esta investigación son en torno a ambas variables en estudio: Lean manufacturing y productividad.

El enfoque Lean tuvo sus orígenes en el oriente, concretamente en Japón, donde la industria automovilística liderada por Toyota propone esta metodología para la optimización de sus recursos, y a la vez maximizar sus ganancias y minimizar sus costos productivos, logrando una mejor rentabilidad (Vargas y Muratalla, 2018).

Pérez, Marmolejo y Mejía (2017) analizan Lean Manufacturing como una metodología que se basa en la optimización de los recursos, suprimiendo todos aquellos factores que no generan valor al proceso productivo en una empresa o negocio, tales como reprocesos, sobre costos, tiempos improductivos, sobre stocks, movimientos innecesarios, etc.

La eliminación de todos estos desperdicios va a permitir a las organizaciones lograr un proceso más eficiente, ofertar productos o servicios de una mejor calidad y consolidarse dentro del sector económico como una de las entidades más competitivas (Muñoz, Arteaga y Villamil, 2018).

Vargas y Muratalla (2018) comentan también que el enfoque Lean ha sido y es a día de hoy una de las herramientas de ingeniería más aplicadas en las industrias y demás organizaciones alrededor del mundo en el objetivo de hacer eficiente su cadena de suministro.

Dentro de las principales herramientas de la manufactura esbelta, Gonzáles, Marulanda y Echeverry (2018) resaltan a las 5S, Poka Yoke, Kanban, Just in Time (JIT), TPM (Mantenimiento Productivo Total), Estandarización, etc.

En esta investigación se optó por aplicar las herramientas Lean de: 5S, Estandarización y SMED.

En referencia de las 5S, Favela, Romero y Hernández (2019), analizan esta herramienta y la definen como una disciplina que gestiona y procura espacios de trabajo limpios, ordenados y productivos para el buen desarrollo de las labores de los trabajadores.

También Carrillo, Alvis, Mendoza y Cohen (2021) definen a las 5S como un método de gestión empresarial destinado a la promoción del orden, limpieza y mejora de los espacios laborales en una empresa.

La filosofía de las 5S es medida en base al índice de cumplimiento de cada una de las 5S (clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina), como muestra la siguiente fórmula:

<i>Seiri (clasificación)</i>	: % de cumplimiento de la 1° S
<i>Seiton (organización)</i>	: % de cumplimiento de la 2° S
<i>Seiso (limpieza)</i>	: % de cumplimiento de la 3° S
<i>Seiketsu (estandarización)</i>	: % de cumplimiento de la 4° S
<i>Shitsuke (disciplina)</i>	: % de cumplimiento de la 5° S

Esta metodología está integrada por 5 términos en idioma japonés, y es ahí donde radica su nomenclatura, y estas son:

Zambrano, Segura y González (2017) analizan cada una de ellas: Seiri (Clasificar), la cual se basa en la identificación y clasificación de los activos, bienes o materiales de las zonas de trabajo; Seiton (Órden), ésta prioriza el orden de cada uno de los materiales y/o activos disponibles para su uso en el trabajo para hacer más fácil el acceso a estos por el trabajador; Seiso (Limpieza), esta se basa en limpiar toda aquella suciedad que pueda estar presente tanto en los materiales como en el área de trabajo; Seiketsu (Estandarizar), la que promueve el cumplimiento de las 3S anteriores e imparte una cultura de mejora en el personal y Shitsuke (Disciplina) busca la mejora continua y el seguimiento al cumplimiento de todo lo anterior.

En lo relacionado a la Estandarización, Risco (2018), la define como un elemento imprescindible para en el sistema Lean, ya que se enfoca en estandarizar tanto el método de trabajo como los tiempos de los procesos llevados a cabo en una organización, promoviendo de esta manera un sistema productivo eficiente y productivo.

También, Sarria, Fonseca y Bocanegra (2017) comenta que la estandarización busca ingeniar la manera más adecuada de llevar a cabo los procedimientos dentro de un proceso, para la obtención de un mejor producto o servicio y mejorar la calidad de los mismos.

La estandarización se mide mediante el índice de actividades de valor (IAV) del método de trabajo propuesto, como muestra la siguiente fórmula:

$$Av = (\Sigma TAv / \Sigma Tt) \times 100\%$$

Av = Av: Actividades que agregan valor.

ΣTAv : Sumatoria de los tiempos de las actividades que agregan valor al trabajo.

ΣTt : Sumatoria de tiempo total del proceso.

Y en cuanto a la herramienta SMED (Single Minute Exchange of Die), Pérez (2020) menciona que su significado en español se traduce a “tiempo de cambio en menos de 10 minutos”, la cual busca reducir los tiempos operativos de cambio en un proceso productivo en ese lapso de tiempo establecido.

Tapia, Escobedo, Barrón, Martínez y Estebané (2017), también comenta que esta herramienta (SMED) promueve la reducción de los tiempos improductivos en el proceso de fabricación de un producto o prestación de un servicio, lo que a su vez significa un mejor aprovechamiento de los recursos.

$$SMED = 1 - (\text{tiempo actual de las actividades} / \text{tiempo anterior de las actividades}) \times 100$$

En cuanto a la variable dependiente, productividad, Galindo (2018) la define como un indicador que mide los resultados alcanzados y los recursos totales empleados para tal logro en un tiempo y espacio determinado.

Para Mohedano (2017), la productividad mide la eficiencia alcanzada de la producción de un bien o servicio por cada elemento o factor necesitado, como trabajo, capital, material, maquinaria, entre otros.

Gutiérrez (2018), manifiesta que la productividad, además de ser medida en base a los factores utilizados, también es atribuible a ser medida en relación a la eficiencia y eficacia del trabajo, como muestra la siguiente fórmula:

$$\text{Productividad} = \text{eficiencia} \times \text{eficacia}$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{horas hombre trabajadas}}{\text{total de horas hombre}}$$

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{unidades producidas}}{\text{horas hombre trabajadas}}$$

$$\text{Productividad} = \frac{\text{horas hombre trabajadas}}{\text{horas hombre trabajadas}} \times \frac{\text{unidades producidas}}{\text{total de horas hombre}}$$

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación: El tipo de investigación fue aplicada. Este tipo de investigaciones tienen como objeto generar y añadir un valor teórico acerca de un determinado fenómeno que pueda conciliar y colaborar con la solución de alguna problemática en la sociedad y en las organizaciones (Ramos, Viña y Gutiérrez, 2020).

El investigador interpreta una investigación aplicada como aquella que genera un conocimiento nuevo para la ciencia, contribuyendo al desarrollo de la sociedad.

Se analizaron y estudiaron los diversos enfoques y términos teóricos sobre las variables en estudio: Lean manufacturing y productividad.

3.1.2. Diseño de investigación: El diseño de investigación ejecutado fue experimental, con un enfoque pre experimental. Acevedo y Linares (2018) definen un diseño pre experimental como aquel que manipula 2 o más variables, las cuales son sometidas a un estímulo para determinar su comportamiento en un periodo de tiempo determinado.

En este trabajo se aplicó el enfoque Lean, por medio de las herramientas seleccionadas, para determinar el efecto en la productividad de la organización.

3.2. Variables y operacionalización

Se comprende como variable a todo lo que posee la capacidad de medirse y cuantificarse en base a sus características y cualidades (Carballo, 2018).

Por su parte la operacionalización corresponde al proceso de desprender una o más variables en dimensiones para un mejor estudio y medición (Espinoza, 2019).

Variable independiente: Lean Manufacturing.

Definición conceptual: Pérez, Marmolejo y Mejía (2017) la definen como una metodología que se basa en la optimización de los recursos, suprimiendo todos

aquellos factores que no generan valor al proceso productivo en una empresa o negocio, tales como reprocesos, sobre costos, tiempos improductivos, sobre stocks, movimientos innecesarios, etc.

Definición operacional: Gonzáles, Marulanda y Echeverry (2018) comentan que el enfoque Lean se aplica mediante las 5S, Estandarización y SMED.

Indicadores: Metodología 5S: % de cumplimiento de cada S, Estandarización: $IAV = (\Sigma TAv / \Sigma Tt) \times 100\%$ y SMED: $1 - ((\text{tiempo actual de las actividades}) / (\text{tiempo anterior de las actividades})) \times 100$.

Escala de medición: Fue de razón. Este tipo de escala refiere al estudio de la variable cuando en el procesamiento de la data esta asume un valor base de cero (Actis, 2017).

Variable dependiente: Productividad.

Definición conceptual: Mohedano (2017) define a la productividad como el indicador que mide la eficiencia alcanzada de la producción de un bien o servicio por cada elemento o factor utilizado, como trabajo, capital, material, maquinaria, entre otros.

Definición operacional: Gutiérrez (2018) manifiesta que la productividad se mide en relación a la eficiencia y eficacia del trabajo.

Indicadores: Eficiencia: $(\text{horas hombre trabajadas} / \text{total de horas hombre})$, Eficacia: $(\text{unidades producidas} / \text{horas hombre trabajadas})$.

Escala de medición: Fue de razón.

3.3. Población, muestra y unidad de análisis

3.3.1. Población: Se define población a un grupo de individuos, elementos o factores que presentan características y atributos en común, los cuales poseen la

capacidad de ser medidos ya sea de manera cuanti o cualitativamente (Arias, 2018).

La población analizada de esta investigación la conformó el total de registros de los datos de productividad del área de producción del año 2022 de la empresa.

Criterios de inclusión: Los criterios de inclusión para la población fueron los registros de productividad obtenidos en los meses de abril a junio del 2022.

Criterios de exclusión: Los criterios de exclusión en la población fueron no considerar los registros de productividad de los meses de enero, febrero y marzo, ya que se tratan de data más antigua y se desea trabajar con información más reciente.

3.3.2. Muestra: Es una parte finita de la población que es seleccionada para fines de estudio y análisis por medio de procedimientos y estándares (Arias y Villasis, 2018).

En este trabajo, la muestra estuvo dada por el registro de los datos de productividad de los meses de abril a junio del 2022, la cual pertenece a la etapa de evaluación inicial, y con respecto a la evaluación posterior, los periodos de tiempo estuvieron dados por los meses de agosto a octubre del 2022.

El muestreo que se empleó fue no probabilístico y por conveniencia del investigador.

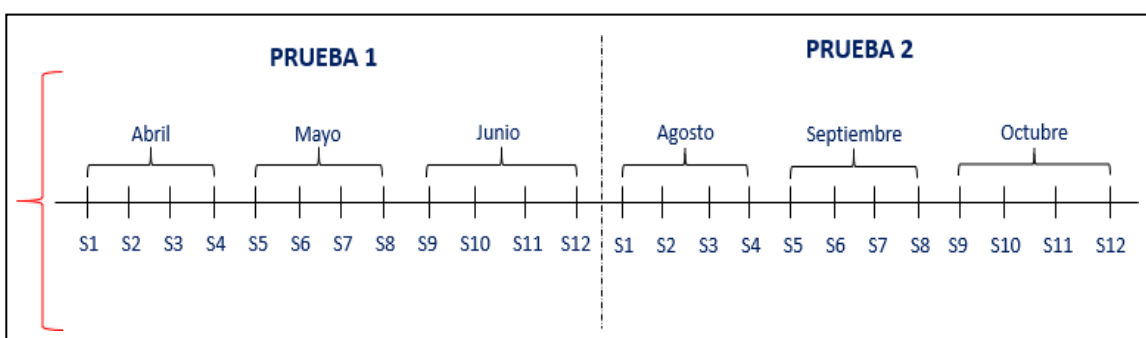


Figura 1. Línea de tiempo de los periodos de la prueba de pre y post.

Unidad de análisis: Fue 1 registro de productividad.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Una técnica de recolección de datos es un procedimiento llevado a cabo por la parte interesada para acceder a la información acerca de un tema o fenómeno en específico (Pulido, 2018).

Rodríguez, Moreno y Camacho (2018) definen un instrumento como un recurso físico o digital por el cual se el investigador recolecta la data necesaria para su posterior procesamiento y tratamiento.

En el objetivo específico 1 se utilizó como técnica la Observación de campo y como instrumento, la Guía de observación. En el anexo 2 se muestra dicho instrumento. Además, se empleó también la técnica de Análisis documental con el instrumento Ficha de registro de productividad, el cual se muestra en el anexo 3.

En el objetivo específico dos se empleó la técnica de Análisis documental y el instrumento Ficha de registro del proceso productivo. En el anexo 4 se muestra el formato del instrumento. Para la herramienta Lean de las 5S se empleó la técnica de Análisis documental y el instrumento Ficha de registro del cumplimiento de las 5S. Este instrumento se muestra en el anexo 5. Y para la herramienta SMED, se utilizó la técnica de Análisis documental y el instrumento Ficha de registro de los tiempos de operación del proceso. El instrumento se muestra en el anexo 6.

Y en el objetivo específico tres, se empleó la técnica de Análisis documental y como instrumento, la Ficha de registro de productividad. El formato de este instrumento se muestra en el anexo 7.

Validez:

La validez de un instrumento se fundamenta en cuán válidos y útiles son estos medios para recolectar la información a analizar (López, Lalangui, Maldonado y Palermo (2018).

La validez de los instrumentos que se emplearon para el recojo de los datos fueron

evaluados y validados mediante el juicio crítico de expertos o ingenieros con amplio dominio de las variables de estudio.

Confiabilidad:

Un instrumento es confiable en base a la exactitud de la información que debería de medir como parte de la recolección de los datos (López, Avello, Palmero, Sánchez y Quintana (2019).

La confiabilidad de los instrumentos se basa en que en ellos se registró información de la empresa con fines únicamente de investigación, además la información recolectada fue analizada por los softwares de Ms Excel y SPSS.

3.5. Procedimiento

Se conceptualiza un procedimiento, en una investigación, como la manera en cómo se desarrolla el cumplimiento de un objetivo o meta, mediante aplicaciones de mejoras sobre un determinado tema (Pérez, Ocampo y Sánchez, 2018).

En primera instancia, durante el primer objetivo, se llevó a cabo visitas a la entidad para recopilar la información necesaria por medio de la guía de observación que permitan evaluar la situación inicial por medio de establecimiento de las causas que afectan a la productividad y que son partícipes de la problemática de la compañía. Esta información se analizó por medio de un diagrama de Ishikawa y Pareto. También se determinó la productividad inicial de la empresa luego de realizar el diagnóstico mediante la ficha de registro de productividad.

En el segundo objetivo se aplicaron las herramientas del enfoque Lean: 5S, Estandarización y SMED. Respecto a las 5S se implementó cada una de las S y se calculó el % de cumplimiento de cada una de estas, en la Estandarización se buscó estudiar cada uno de los tiempos de las actividades para establecer el tiempo estándar del proceso y con respecto a SMED, el investigador desarrolló la mejora del método de trabajo mediante la reducción de los tiempos para así lograr la optimización del proceso.

Y finalmente, en el tercer objetivo se calculó el nuevo indicador de productividad una vez se haya aplicado las herramientas de la manufactura esbelta, y adicional a ello se hizo un estudio comparativo con el resultado del diagnóstico inicial para determinar cuánto ha sido la mejora de la productividad.

3.6. Métodos de análisis de datos

En esta investigación se analizaron los resultados obtenidos en base a dos (2) tipos de métodos de evaluación y análisis:

Análisis descriptivo: El investigador dio a conocer cada uno de los resultados obtenidos en este trabajo por medio de tablas, gráficas y figuras que describirán cada logro de los objetivos propuestos.

Análisis inferencial: Mediante este análisis, el investigador buscó aceptar la hipótesis de investigación mediante la prueba estadística Wilcoxon, la cual dependió de una prueba inicial llamada prueba de normalidad de los datos de productividad del pre y post aplicación.

3.7. Aspectos Éticos

Salazar, Icaza y Alejo (2018) comentan que los aspectos éticos de una investigación buscan alcanzar un trabajo responsable y sin incurrir en plagio o copia, y para ello se tienen en cuenta criterios como originalidad, veracidad, etc.

El investigador hizo uso de criterios de ética para la ejecución de esta investigación como:

- Originalidad: fue un trabajo de autoría propia y libre de plagio o copia.
- Veracidad: la data analizada fue veraz.
- Consentimiento: el desarrollo de esta investigación cuenta con la aprobación de la entidad en estudio.
- Referencias: toda cita fue referenciada y viceversa.
- Formato ISO: se empleó la norma ISO 690-2 para citas y referencias.
- Este trabajo únicamente tuvo fines de investigación.

IV. RESULTADOS

OE1: Análisis de la coyuntura actual de la empresa.

El investigador, por medio del instrumento guía de observación, determinó las distintas fuentes que originaron la problemática; las cuales tenían un impacto directo con la productividad de la institución.

Mediante el diagrama de Ishikawa que se muestra a continuación se dan a conocer cada una de las causas de la problemática actual.

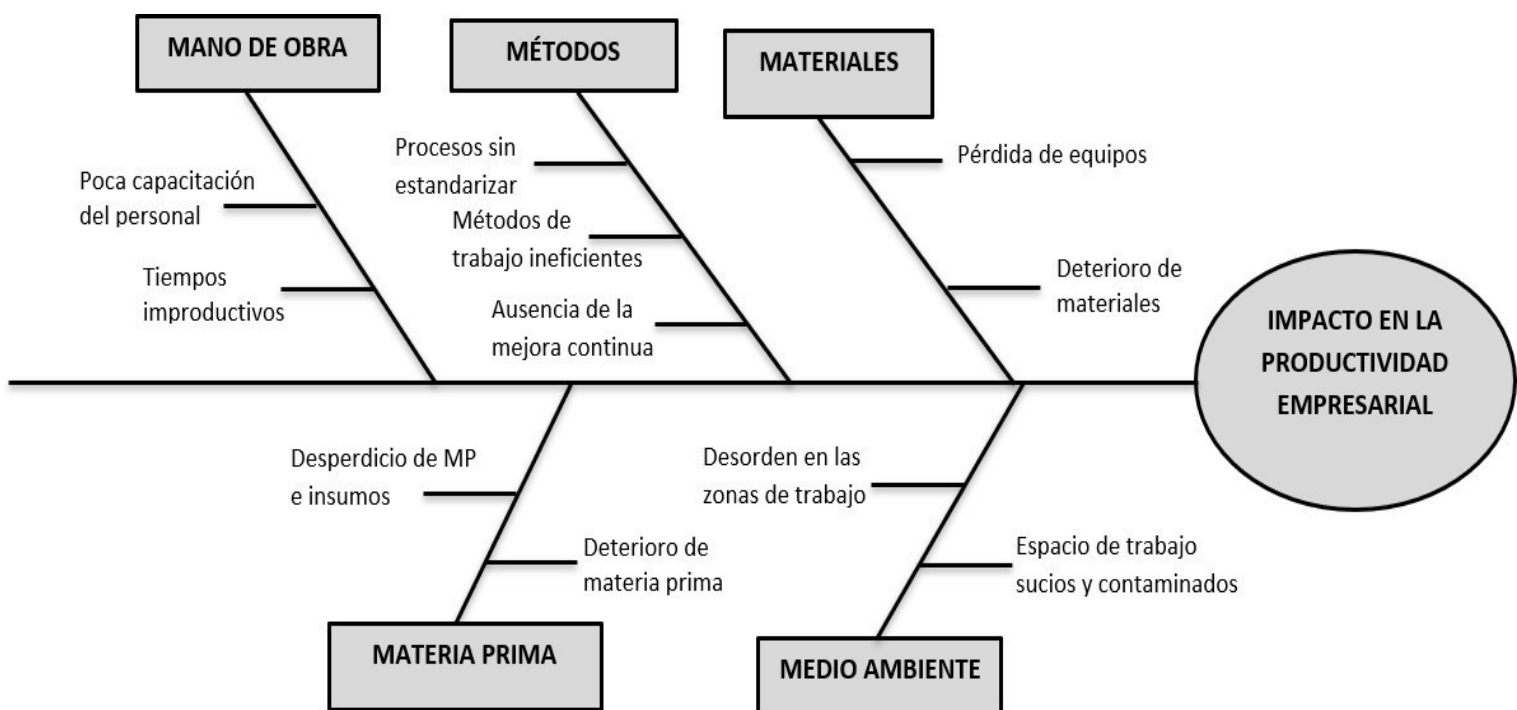


Figura 2. Diagrama de Ishikawa que describe las causas que impactan en la productividad.

Se expone en detalle y de manera gráfica las múltiples causas y/o factores que se logró determinar en el presente análisis de la problemática, estas causas son las que impactan de manera directa en la productividad de la empresa, dentro de las cuales se determinaron los métodos ineficientes de trabajo, desorden en las áreas, poca capacitación del personal y los tiempos improductivos.

Luego, el investigador procedió a determinar cuáles de todas las causas anteriores son las que representan o tienen un mayor grado de impacto en la empresa, y para ello se empleó un análisis mediante el Diagrama de Pareto, el cual va a concluir en los factores más relevantes de la problemática.

Tabla 1. *N° de frecuencia por periodo de las causas de la problemática.*

CÓDIGO	Causa	PERIODO: 2022				TOTAL
		Marzo	Abril	Mayo	Junio	
A	Procesos sin estandarizar	10	10	11	11	42
B	Ausencia de la mejora continua	10	10	10	10	40
C	Métodos de trabajo ineficientes	7	8	8	7	30
D	Desorden de las zonas de trabajo	6	6	5	5	22
E	Tiempos improductivos	5	5	5	5	20
F	Espacios de trabajo contaminados	4	4	5	4	17
G	Desperdicio de MP e insumos	4	4	4	3	15
H	Deterioro de materia prima	2	5	4	3	14
I	Poca capacitación al personal	2	2	3	3	10
J	Pérdida de equipos	2	1	2	3	8
K	Deterioro de materiales	1	1	1	2	5

Fuente: Autoría propia.

Se recogió la data, en la tabla 1, sobre el número de veces que el investigador notó la existencia de cada factor problemático durante los meses de marzo a junio del presente año, o en su defecto la persistencia de estos conforme avanzaba el tiempo en las visitas a la entidad. Se pudo determinar que las causas más frecuentes correspondieron a las codificadas A, B y C: procesos sin estandarizar, ausencia de planes de mejora continua y métodos de trabajo ineficientes respectivamente.

Tabla 2. *Tabla de frecuencias.*

Causas	Frecuencia	%	% Acumulado
A. Procesos sin estandarizar	42	19%	19%
B. Ausencia de la mejora continua	40	18%	37%
C. Métodos de trabajo ineficientes	30	13%	50%
D. Desorden de las zonas de trabajo	22	10%	60%
E. Tiempos improductivos	20	9%	69%
F. Espacios de trabajo contaminados	17	8%	77%
G. Desperdicio de MP e insumos	15	7%	83%
H. Deterioro de materia prima	14	6%	90%
I. Poca capacitación al personal	10	4%	94%
J. Pérdida de equipos	8	4%	98%
K. Deterioro de materiales	5	2%	100%
TOTAL	223	100%	

Fuente: Autoría propia.

Se puede evidenciar en la tabla superior que la tabla con la mayor frecuencia fue la A: procesos sin estandarizar con más de 40 registros. Se logra determinar que las otras causas principales del impacto en la productividad son: la ausencia de mejora continua, métodos de trabajo deficientes, desorden en las zonas de trabajo, tiempos improductivos y espacios contaminados de las áreas de trabajo; los cuales representan más del 70% del total de frecuencias.

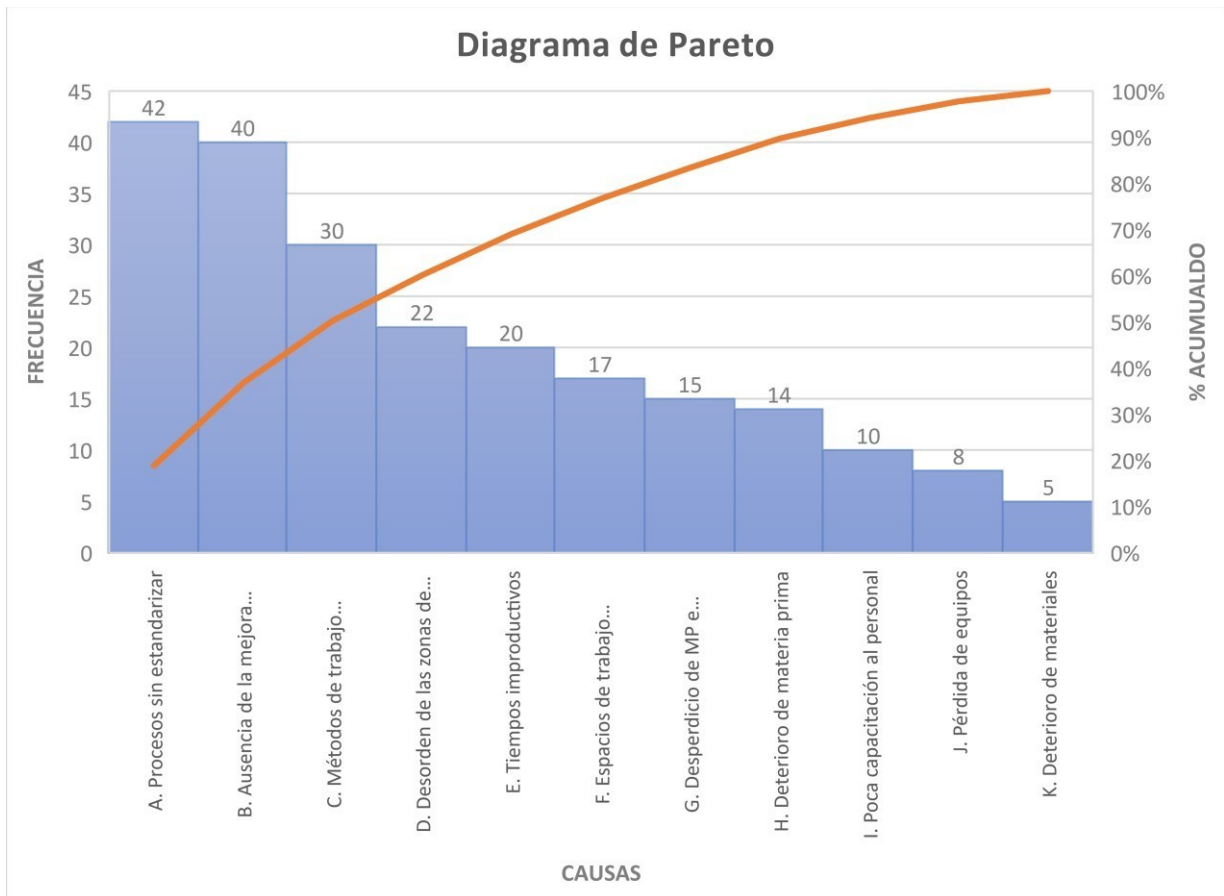


Figura 3. Diagrama de Pareto.

La gráfica de Pareto determinó que la causa atribuible a procesos sin estandarizar es la que tiene un mayor impacto negativo en la productividad de la entidad con un total de 42 registros, seguida de la ausencia de mejoras y métodos de trabajo ineficientes con 40 y 30 registros en total durante la etapa de análisis.

Además, del análisis de Pareto se concluye que mejorando el 20% de las causas de la problemática, siendo estas las codificadas con A y B, se ha de minimizar el 80% de las consecuencias producto de los problemas que impactan en la productividad. Bajo este enfoque de Pareto, a continuación, se seleccionan mediante qué herramientas Lean se pueden gestionar estos problemas para lograr una producción limpia, eficiente y, sobre todo productiva.

Tabla 3. *Herramientas Lean para la gestión de las causas críticas.*

Causas de la problemática	Herramienta Lean
A. Procesos sin estandarizar	Estandarización
B. Ausencia de la mejora continua	Estandarización
C. Métodos de trabajo ineficientes	Estandarización
D. Desorden de las zonas de trabajo	5S
E. Tiempos improductivos	SMED
F. Espacios de trabajo contaminados	5s

Fuente: Autoría propia.

Se selecciona una o herramienta Lean por cada causa crítica con el propósito de aplicar la mejora correspondiente. Se determinó que el uso de las siguientes herramientas Lean: 1 Estandarización, para estudiar y mejorar el proceso de producción; 2 5S, que gestione el orden y limpieza de los espacios de trabajo y 3 SMED, para reducir los desperdicios del trabajo y a su vez minimizar y optimizar los tiempos de las actividades de producción del proceso.

Una vez realizada la evaluación actual de la organización, el investigador calculó la productividad de la empresa considerando todas las deficiencias encontradas en el análisis anterior, y para ello se empleó el instrumento ficha de registro de productividad.

Tabla 4. *Eficiencia pre.*

PERIODO 2022		Eficiencia	
SEMANA	horas hombre de trabajo	total horas hombre	horas hombre de trabajo/total de horas hombre
Sem. 1 Abr	252	336	0.75
Sem. 2 Abr	294	336	0.88
Sem. 3 Abr	273	336	0.81
Sem. 4 Abr	294	336	0.88
Sem. 5 May	273	336	0.81
Sem. 6 May	294	336	0.88
Sem. 7 May	294	336	0.88
Sem. 8 May	231	336	0.69
Sem. 9 Jun	252	336	0.75
Sem. 10 Jun	210	336	0.63
Sem. 11 Jun	210	336	0.63
Sem. 12 Jun	231	336	0.69
			0.77

Fuente: Instrumento ficha de registro.

Por medio de la tabla mostrada líneas arriba se logró obtener una eficiencia promedio semanal de 0.77 en el periodo de estudio inicial (abril a junio del 2022), lo que indica que por cada 1 hora de trabajo asignada sólo se utiliza el 77% del tiempo para las labores.

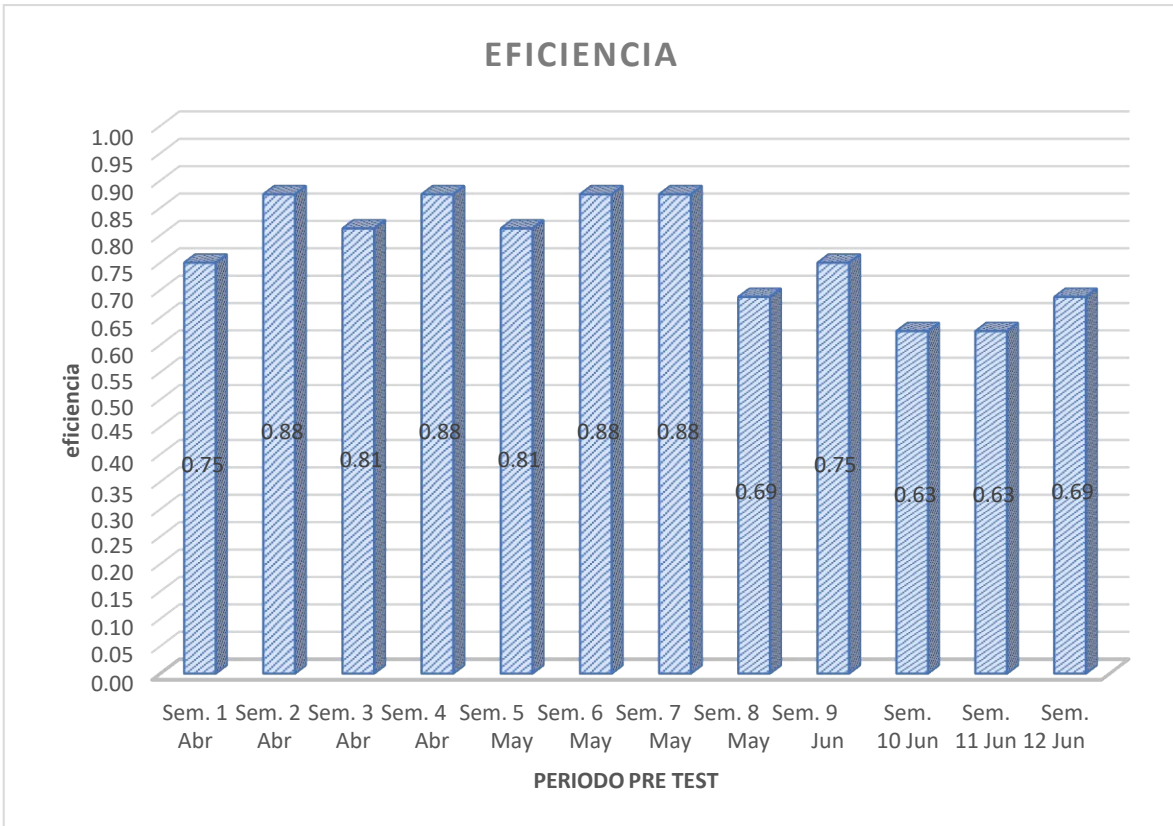


Figura 4. Comportamiento del indicador de eficiencia durante la evaluación inicial.

La gráfica que se presenta en la figura 4 expresa la tendencia de la eficiencia que se logró calcular durante la etapa pre aplicación de Lean, donde uno de los picos más altos de eficiencia correspondió a la semana 2 con 0.88 mientras que el pico más bajo fue la semana 10 y 11 del mes de junio con el 0.63.

Tabla 5. *Eficacia pre.*

PERIODO 2022		Eficacia	
SEMANA	unidades producidas (tareas)	horas hombre de trabajo	unidades producidas/horas hombre de trabajo
Sem. 1 Abr	77	252	0.31
Sem. 2 Abr	84	294	0.29
Sem. 3 Abr	77	273	0.28
Sem. 4 Abr	84	294	0.29
Sem. 5 May	77	273	0.28
Sem. 6 May	84	294	0.29
Sem. 7 May	77	294	0.26
Sem. 8 May	84	231	0.36
Sem. 9 Jun	77	252	0.31
Sem. 10 Jun	84	210	0.40
Sem. 11 Jun	77	210	0.37
Sem. 12 Jun	84	231	0.36
			0.32

Fuente: Instrumento ficha de registro.

La tabla 5 muestra los resultados alcanzados de la eficacia obtenida en la etapa inicial, donde se logró determinar una eficacia promedio semanal de 0.32 tareas entregadas por cada hora hombre trabajada durante los meses de abril a junio del 2022.

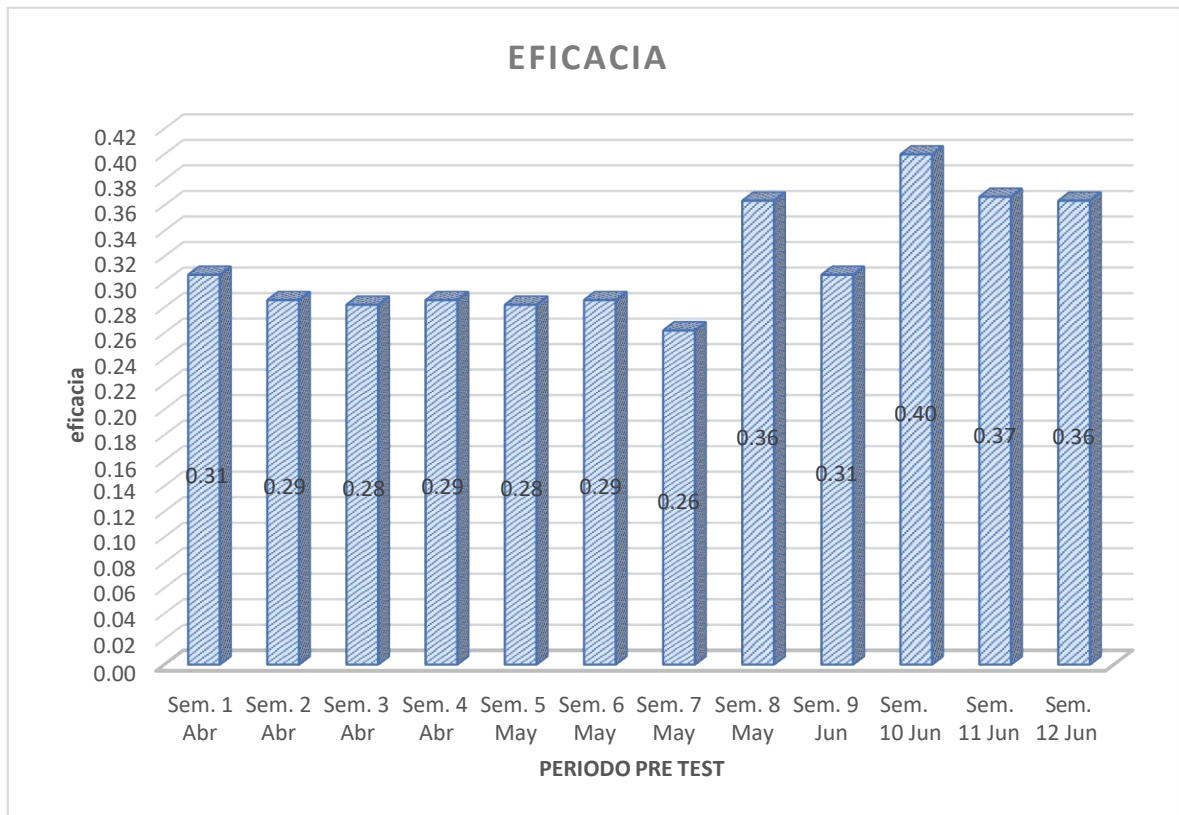


Figura 5. Comportamiento del indicador de eficacia en la evaluación inicial.

El gráfico presentado anteriormente en la figura 5 muestra el comportamiento semanal de la eficacia del proceso establecido durante la etapa de análisis inicial, donde se puede apreciar que el periodo más eficaz fue en la semana 10 del mes de junio con 0.40 tareas / hora hombre trabajada, mientras que la semana 7 fue el periodo con el pico de menor eficacia del proceso con 0.26 tareas / hora hombre trabajada.

Tabla 6. *Productividad inicial.*

PERIODO 2022		Productividad	
SEMANA	unidades producidas (tareas)	total horas hombre	unidades producidas/total de horas hombre
Sem. 1 Abr	77	336	0.23
Sem. 2 Abr	84	336	0.25
Sem. 3 Abr	77	336	0.23
Sem. 4 Abr	84	336	0.25
Sem. 5 May	77	336	0.23
Sem. 6 May	84	336	0.25
Sem. 7 May	77	336	0.23
Sem. 8 May	84	336	0.25
Sem. 9 Jun	77	336	0.23
Sem. 10 Jun	84	336	0.25
Sem. 11 Jun	77	336	0.23
Sem. 12 Jun	84	336	0.25
			0.24

Fuente: Instrumento ficha de registro.

Mediante la tabla 6 se logró establecer la productividad inicial de la entidad, alcanzando un indicador de productividad promedio semanal de 0.24 tareas entregadas por cada hora hombre de trabajo asignada. Este resultado (0.24) reflejan un bajo índice de productividad con respecto a empresas de la competencia, las cuales presentan una productividad que oscila entre 0.50 y 0.80 (según fuentes cercanas a la empresa).

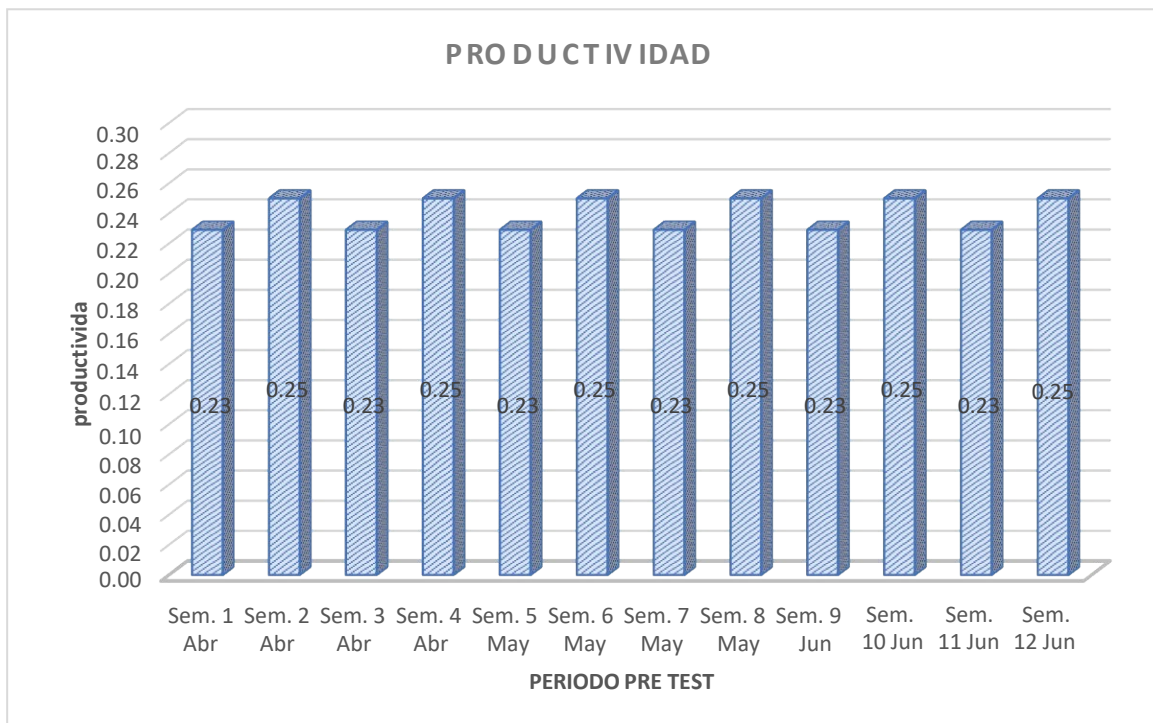


Figura 6. Comportamiento de la productividad durante el análisis inicial.

Se muestra el comportamiento de la productividad obtenida semanalmente por la empresa, mediante el cual se puede apreciar que uno de los periodos con el mayor índice de productividad fue la semana 2 de abril con 0.25 tareas / hora hombre de trabajo asignada, mientras que en la semana 5 del mes de mayo fue una de las semanas con el menor pico de productividad con 0.23 tareas / hora hombre de trabajo asignada.

OE2: Aplicación de las herramientas Lean Manufacturing.

Metodología 5S

En primera instancia se requirió conocer el estado actual del cumplimiento de las 5S en las instalaciones de la organización, y para ello se hizo un diagnóstico inicial haciendo uso del instrumento ficha de registro del cumplimiento de las 5S.

Tabla 7. Cumplimiento inicial de las 5S.

5S		CALIFICACIÓN					TOTAL
		0: nulo	1: escaso	2: poco	3: regular	4: mucho	
CLASIFICAR		0	1	2	3	4	TOTAL
1	Existen materiales necesarios en el lugar de trabajo				X		3
2	El trabajo no es afectado por la presencia de objetos innecesarios				X		3
3	Existen equipos que son utilizados sólo en el área					X	4
4	Hay facilidad para encontrar materiales y equipos				X		3
Total							13
ORDENAR		0	1	2	3	4	TOTAL
1	Existe una señalización adecuada				X		3
2	Los espacios están claramente identificados				X		3
3	Existe un correcto registro del inventario				X		3
4	Están definidos los espacios de trabajo					X	4
Total							13
LIMPIEZA		0	1	2	3	4	TOTAL
1	Existe supervisión de la limpieza de los espacios de trabajo				X		3
2	Existen espacios libres de suciedad y contaminación			X			2
3	Se inspeccionan periódicamente los espacios de trabajo			X			2
4	El trabajador promueve la limpieza de su zona de trabajo				X		3
Total							10
ESTANDARIZAR		0	1	2	3	4	TOTAL
1	Se ha implementado ideas de mejora				X		3
2	Se emplean procedimientos, guías u otra documentación				X		3
3	Existe planes de mejora a corto o largo plazo			X			2
4	Se aplican evaluaciones constantemente			X			2
Total							10
DISCIPLINA		0	1	2	3	4	TOTAL
1	Los trabajadores conocen la metodología de las 5S			X			2
2	Los trabajadores asisten puntualmente a la empresa					X	4
3	Los trabajadores se sienten motivados por el empleador				X		3
4	Se hace uso eficiente de los recursos disponibles				X		3
Total							12

S	CALIFICACIÓN	PUNTAJE MÁXIMO	% CUMPLIMIENTO
CLASIFICAR	13	16	81.25%
ORDENAR	13	16	81.25%
LIMPIEZA	10	16	62.50%
ESTANDARIZACIÓN	10	16	62.50%
DISCIPLINA	12	16	75.00%
			72.50%

Fuente: Instrumento ficha de registro.

El diagnóstico inicial reflejó que, durante la jornada laboral, el cumplimiento de cada una de las 5S en la entidad fue del 72.50% en promedio.

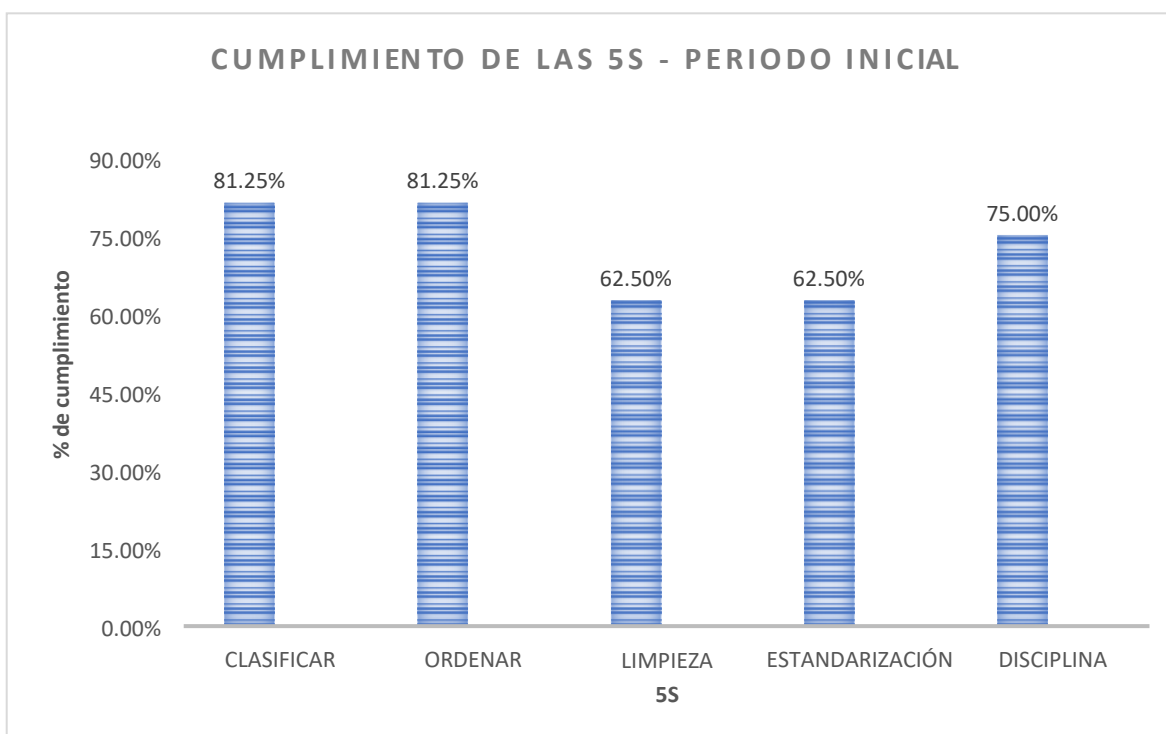


Figura 7. Cumplimiento inicial de las 5S.

En la gráfica anterior se puede concluir que, durante la evaluación inicial, la clasificación y el orden fueron las 2S con el mayor % de cumplimiento con el 81.25%, mientras que la limpieza y estandarización fueron las 2S con el menor % de cumplimiento con el 62.50%.

Luego de realizar el diagnóstico previo en la organización, se procedió a desarrollar cada una de las “S” en las instalaciones de la empresa.

Clasificar (SEIRI)

Misión: Gestionar que cada material, herramienta de trabajo y equipos se organicen y clasifiquen en base a sus funciones y al área de trabajo requerida para las labores.

Tabla 8. Actividades de la aplicación de la primera S (Clasificar).

N°	ACTIVIDAD
1	Elaborar una lista con los elementos necesarios para cada área de trabajo en la empresa.
2	Clasificar cada elemento por área y requerimiento según proyecto a realizar.
3	Clasificar cada elemento según su naturaleza y función.
4	Desechar cada elemento o cosa que no sea de utilidad en el área de trabajo.
5	Comunicar a los colaboradores sobre las acciones.

Fuente: Autoría propia.

Se propusieron 5 actividades que se ejecutaron con el fin de obtener materiales, equipos y/o herramientas debidamente clasificadas para su fácil acceso durante la realización de las actividades.

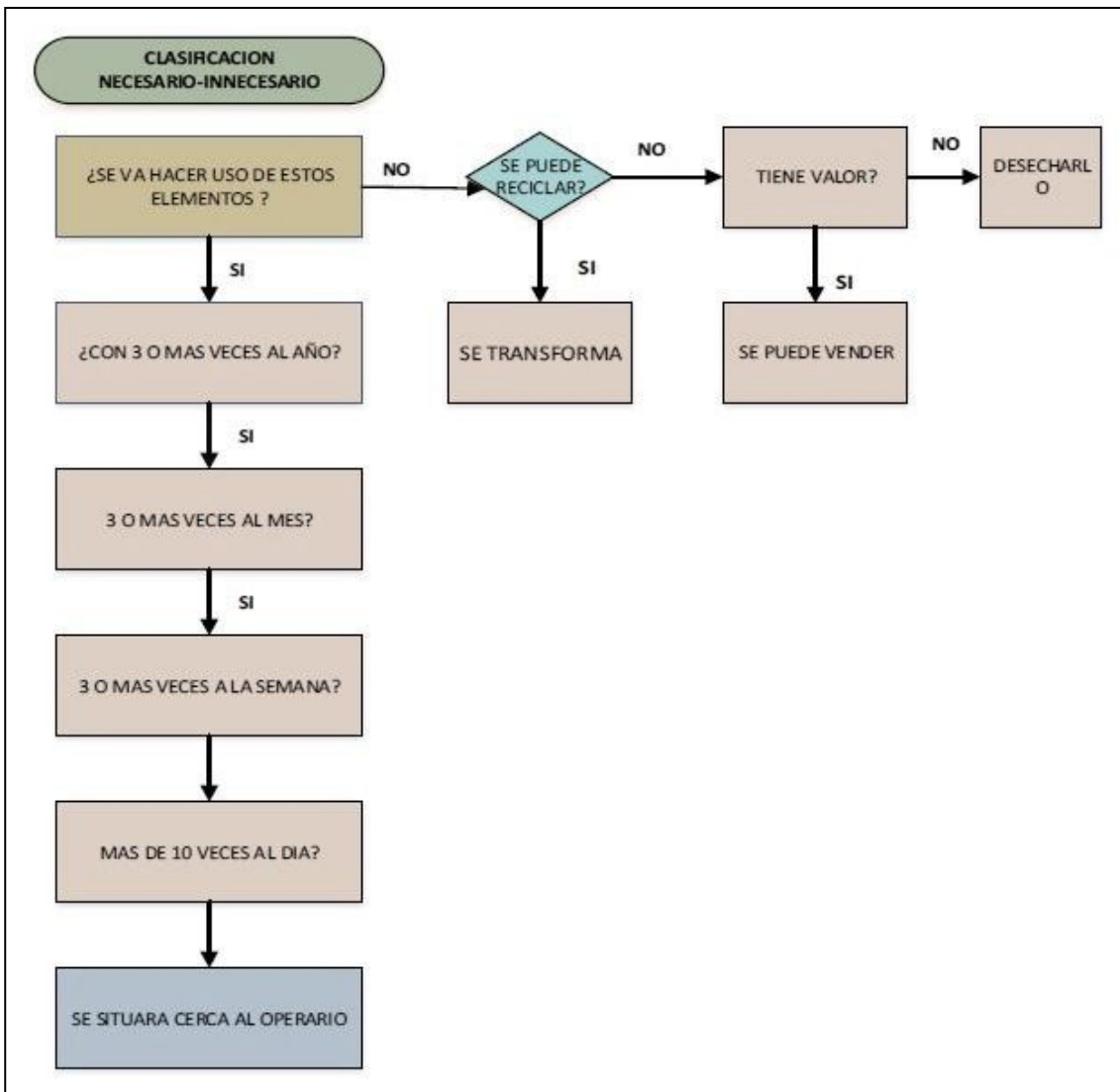


Figura 8. Procedimiento para clasificación de elementos.

En la figura 8 se describe cómo se realiza la etapa de Clasificación de materiales, herramientas y/o equipos, donde a la vez se determina el destino de los elementos cuando son o no de utilidad para el proceso.

TARJETA ROJA	
Nombre del artículo:	
Tipo de artículo	Materia prima
	Herramienta
	Máquina
	Equipo
	Utensilio
	Producto terminado
Ubicación:	
Cantidad:	
Motivo/razón	Inservible
	No es necesario
	Se desconoce su uso
	Material contaminante
	Revisar artículo
	Desechar/eliminar
	Transferir a otra área
Responsable:	Jefe de producción

Figura 9. Formato de Tarjeta Roja para la clasificación de materiales.

También se desarrolló las denominadas “tarjetas rojas” para la gestión de la ubicación y flujo de los materiales y/o elementos en las distintas áreas y espacios de trabajo de la compañía.

En el anexo 09 se evidencia la ejecución de la etapa de clasificación de materiales.

Ordenar (SEITON)

Misión: Gestionar el orden de cada espacio de trabajo para tener una mejor organización y alcance de materiales y equipos.

Tabla 9. Actividades de la aplicación de la segunda S (Ordenar).

N°	ACTIVIDAD
1	Establecer el área o espacio de trabajo para cada tipo de material o elemento según su requerimiento.
2	Identificar cada área de trabajo con un color en base a las operaciones llevadas a cabo.
3	Etiquetar cada zona de trabajo para la colocación de un solo tipo de material, equipos o elementos.
4	Comunicar a los colaboradores acerca de las acciones.

Fuente: Autoría propia.

Se propusieron 4 actividades clave para el desarrollo de la etapa Ordenar, cuyo fin fue garantizar espacios y áreas ordenadas y eficientes para el desarrollo del trabajo.

COLOR		AREA
AMARILLO		Celdas de trabajo, pasillos y carriles de tránsito
BLANCO		Material y aparatos (estaciones de trabajo, carros, estantes, anuncio de piso, etc.) que no estén en otro código de color
AZUL, VERDE Y/O NEGRO		Materiales y componentes, incluyendo materia prima, trabajos en proceso y productos terminados
ANARANJADO		Materiales o productos detenidos para inspección
ROJO		Defectos, desechos, reproceso y áreas de los elementos con tarjeta roja
ROJO Y BLANCO		Áreas que se deben mantener libres por motivos de seguridad/normativa (áreas enfrente de paneles eléctricos, equipo contra incendios y equipo de seguridad como estaciones de lavado de ojos, regaderas de emergencia y estaciones de primeros auxilios).
NEGRO Y BLANCO		Áreas que se deben mantener libres por propósitos de operaciones (no relacionados con la seguridad y normativa)

Figura 10. Formato para determinar el color de las áreas de trabajo.

El formato de la figura 10 contribuyó para que se identificara cada área de trabajo con un color en base a las operaciones llevadas a cabo y los tipos de materiales que se adjudican a cada área.

En el anexo 10 se evidencia la ejecución de la etapa de orden de materiales.

Limpieza (SEISO)

Misión: Generar espacios de trabajo limpios y libres de agentes contaminantes que dificulte las labores realizadas por el personal.

Tabla 10. Actividades de la aplicación de la tercera S (Limpieza).

N°	ACTIVIDAD
1	Identificar cada tipo de agente contaminante y desecharlo del área o espacio de trabajo.
2	Programar jornadas de limpieza a cargo de cada equipo de trabajo.
3	Realizar las actividades de limpieza del área de trabajo antes y al final de cada jornada de trabajo.
4	Comunicar a los colaboradores a cerca de las acciones.

Fuente: Autoría propia.

En la tabla 10 se plantearon cuatro actividades primordiales para lograr que en la empresa existan espacios/áreas limpias y libres de agentes contaminantes para facilitar y hacer más eficientes las tareas.

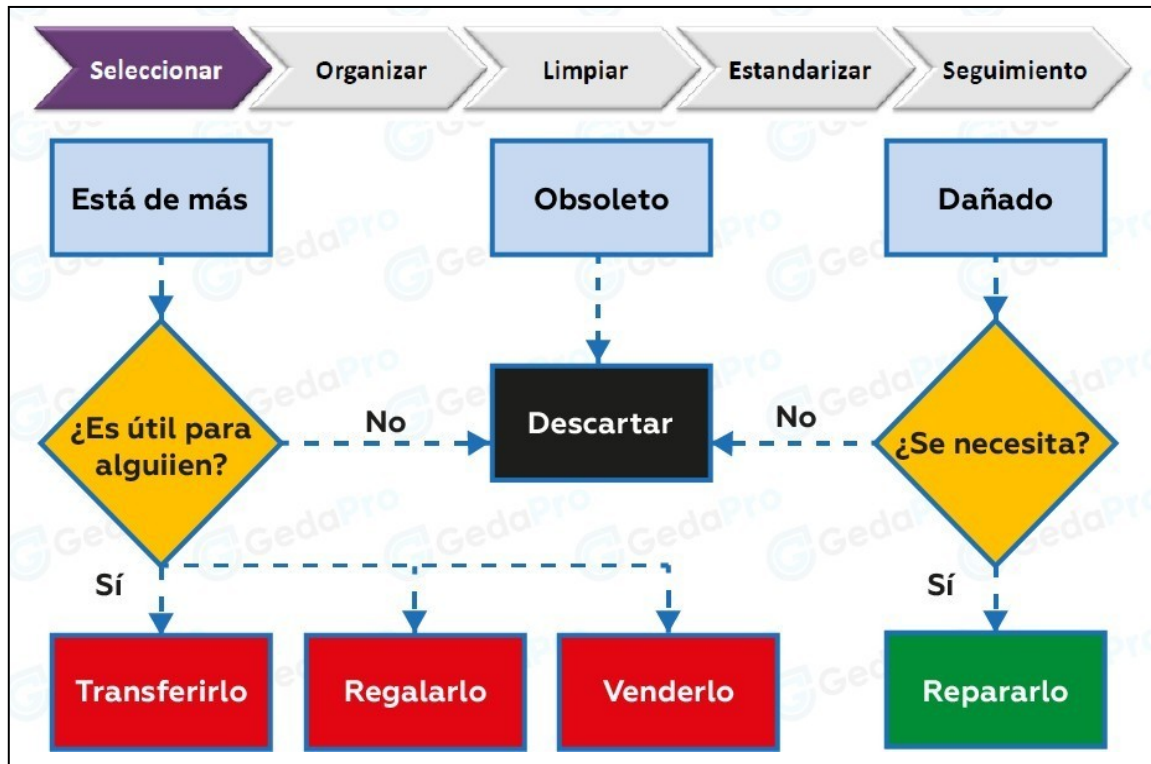


Figura 11. Procedimiento para gestionar el orden y limpieza en el trabajo.

El procedimiento para ordenar y clasificar materiales, herramientas y/o equipos en el trabajo consiste básicamente identificar todo aquel elemento que esté de más, que esté obsoleto o se encuentre dañado para así determinar si transferirlo a otra persona, desecharlo o repararlo.

En el anexo 11 se evidencia la ejecución de la etapa de limpieza de las zonas de trabajo.

Estandarizar (SEIKETSU)

Tabla 11. Actividades de la aplicación de la cuarta S (Estandarización).

N°	ACTIVIDAD
1	Capacitar al personal en temas de orden, limpieza y clasificación de materiales, equipos y/o elementos.
2	Supervisar las actividades de orden, limpieza y clasificación de elementos.
3	Establecer el orden, limpieza y clasificación como parte del trabajo en la institución.
4	Crear recompensas o incentivos al grupo de trabajo o colaborador en base a objetivos establecidos.

Fuente: Autoría propia.

En esta etapa, las actividades que se plantearon tienen como misión gestionar y considerar claves las actividades de clasificación, orden y limpieza en el trabajo; y adquirirlos como parte de las actividades de rutina.

Disciplina (SHITSUKE)

Tabla 12. Actividades de la aplicación de la quinta S (Disciplina).

N°	ACTIVIDAD
1	Evaluar el cumplimiento de las actividades de clasificación de materiales.
2	Gestionar las tareas relacionadas al orden en las áreas de trabajo.
3	Evaluar las actividades concernientes a la limpieza de los espacios de trabajo.
4	Buscar mejoras para hacer más eficientes las labores.

Fuente: Autoría propia.

Por medio de las actividades propuestas en esta etapa se evaluaron cada "S" propuesta anteriormente y a partir de ello impartir las mejoras necesarias en el proceso.

Una vez se impartió cada “S” de esta metodología, se procedió a evaluar el nivel de cumplimiento post aplicación:

Tabla 13. Cumplimiento de las 5S post aplicación.

5S		CALIFICACIÓN					TOTAL
		0: nulo	1: escaso	2: poco	3: regular	4: mucho	
CLASIFICAR		0	1	2	3	4	TOTAL
1	Existen materiales necesarios en el lugar de trabajo					X	4
2	El trabajo no es afectado por la presencia de objetos innecesarios					X	4
3	Existen equipos que son utilizados sólo en el área					X	4
4	Hay facilidad para encontrar materiales y equipos				X		3
Total							15
ORDENAR		0	1	2	3	4	TOTAL
1	Existe una señalización adecuada					X	4
2	Los espacios están claramente identificados					X	4
3	Existe un correcto registro del inventario					X	4
4	Están definidos los espacios de trabajo					X	4
Total							16
LIMPIEZA		0	1	2	3	4	TOTAL
1	Existe supervisión de la limpieza de los espacios de trabajo					X	4
2	Existen espacios libres de suciedad y contaminación					X	4
3	Se inspeccionan periódicamente los espacios de trabajo					X	4
4	El trabajador promueve la limpieza de su zona de trabajo				X		3
Total							15
ESTANDARIZAR		0	1	2	3	4	TOTAL
1	Se ha implementado ideas de mejora					X	4
2	Se emplean procedimientos, guías u otra documentación					X	4
3	Existe planes de mejora a corto o largo plazo					X	4
4	Se aplican evaluaciones constantemente				X		3
Total							15
DISCIPLINA		0	1	2	3	4	TOTAL
1	Los trabajadores conocen la metodología de las 5S				X		3
2	Los trabajadores asisten puntualmente a la empresa					X	4
3	Los trabajadores se sienten motivados por el empleador					X	4
4	Se hace uso eficiente de los recursos disponibles					X	4
Total							15

S	CALIFICACIÓN	PUNTAJE MÁXIMO	% CUMPLIMIENTO
CLASIFICAR	15	16	93.75%
ORDENAR	16	16	100.00%
LIMPIEZA	15	16	93.75%
ESTANDARIZACIÓN	15	16	93.75%
DISCIPLINA	15	16	93.75%
			95.00%

Fuente: Instrumento ficha de registro.

Los resultados del check list presentado en la tabla anterior determinó que el cumplimiento de cada una de las 5S fue del 95% en promedio.

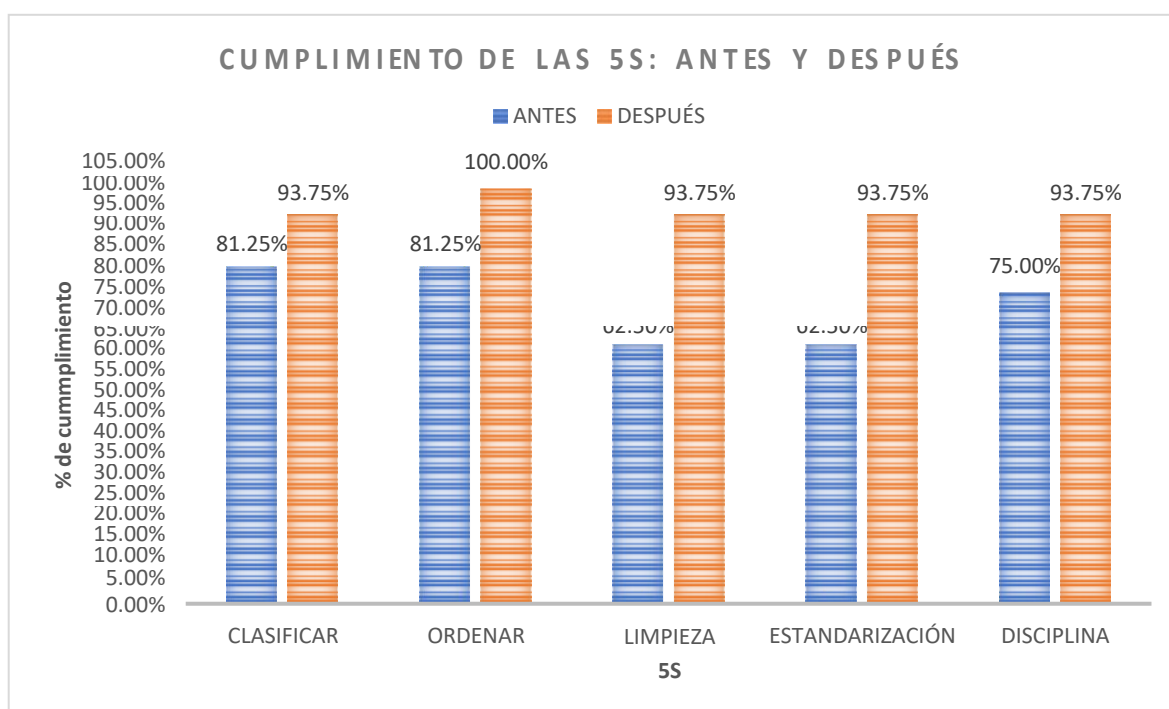


Figura 12. Cumplimiento de las 5S antes y después.

En la gráfica anterior se puede concluir que, luego de la evaluación, el orden fue la S con el mayor % de cumplimiento con el 100%; mientras que las demás S alcanzaron un % de cumplimiento del 93.75% cada una.

Estandarización

Por medio de esta herramienta se desarrolló la mejora del proceso de instalación de redes de telecomunicación, haciendo uso de la ficha de registro del proceso.

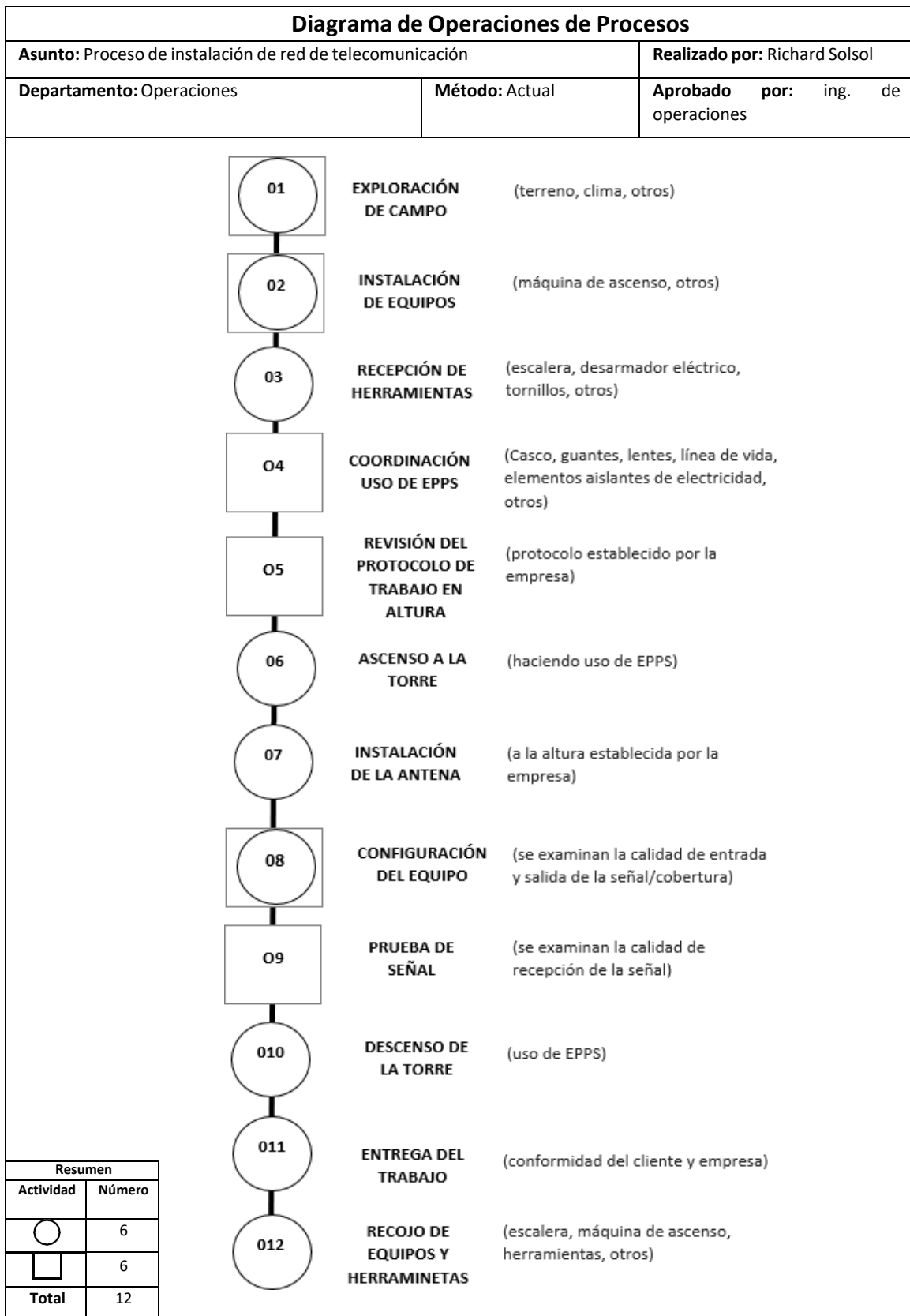


Figura 13. Proceso actual de instalación de redes de telecomunicación.

Se realizó el estudio de los tiempos de cada una de las actividades para determinar el tiempo estándar del proceso actual, donde el investigador optó por medir diez (10) tomas cronometradas de los tiempos de operación de las actividades, considerando también los factores de calificación del personal (Fc) y los suplementos (S) en base a las condiciones de trabajo. El cálculo de estos factores (Fc y S) se muestran en los anexos 9, 10, 11 y 12.

Tabla 14. Tiempo estándar del proceso actual.

N°	ACTIVIDADES	OBSERVACIONES (minutos)										\bar{x} (TO)	Fc	TN	S	Ts
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
1	Exploración del campo	9.00	8.00	8.00	9.00	9.00	9.00	8.00	8.00	9.00	8.00	8.50	11%	9.44	14%	10.76
2	Instalación de equipos de ascenso	6.00	8.00	6.00	6.00	6.00	7.00	7.00	8.00	7.00	6.00	6.70	21%	8.11	17%	9.49
3	Recepción de herramientas y materiales	4.00	5.00	4.00	4.00	5.00	4.00	5.00	4.00	4.00	4.00	4.30	7%	4.60	17%	5.38
4	Coordinación para el uso de EPPS	3.00	4.00	4.00	3.00	2.00	3.00	4.00	3.00	4.00	3.00	3.30	21%	3.99	14%	4.55
5	Revisión del protocolo de trabajo en altura	4.00	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.70	33%	4.92	14%	5.61
6	Ascenso a la torre	3.00	2.00	4.00	2.00	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.10	32%	4.09	26%	5.16
7	Instalación de la antena	12.00	13.00	14.00	13.00	14.00	12.00	13.00	14.00	12.00	12.00	12.90	24%	16.00	19%	19.04
8	Configuración del equipo	3.00	4.00	5.00	4.00	5.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	3.50	16%	4.06	18%	4.79
9	Prueba de señal	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.30	27%	2.92	16%	3.39
10	Conformidad de la señal	3.00	4.00	3.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.20	27%	4.06	14%	4.63
11	Coordinación para el descenso de la torre	3.00	4.00	4.00	3.00	3.00	4.00	3.00	4.00	3.00	4.00	3.50	21%	4.24	14%	4.83
12	Descenso de la torre	2.00	3.00	2.00	3.00	2.00	3.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.40	27%	3.05	25%	3.81
13	Entrega de tarea/trabajo	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00	3.00	4.00	3.50	21%	4.24	14%	4.83
14	Recojo de equipo y materiales de trabajo	4.00	4.00	4.00	3.00	5.00	3.00	5.00	3.00	5.00	4.00	4.00	15%	4.60	16%	5.34
															Ts (minutos)	91.59

Fuente: Autoría propia.

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESO				Operario ■ Material □ Equipo ■												
Diagrama no. 1				Resumen												
				Actividad	Símbolo		Actual	Propuesto	Ahorro							
Producto: Red de comunicación				Operación	○		7									
				Inspección	□		6									
Actividad: Instalación de re de telecomunicación				demora/espera	D		0									
				transporte	⇒		1									
Método: actual ■ propuesto □				almacenamiento	▽		0									
				Operación - inspección	⊞		3									
Área de trabajo donde se realiza la actividad: Campo				Distancia (metros)		0										
				Tiempo (minutos)		103.59										
Operario (s): 6				Tiempo (horas)		1.73										
Elaborado por: Richard Solsol				Fecha: 21/05/2022		Costo: S/		S/								
Aprobado por: Ing. de operaciones				Fecha: 25/05/2022		TOTAL						17				
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Activo	t	Activo	t	Activo	t	Activo	t	Activo	t	Activo	t	OBSERVACIONES
Transporte del personal a la zona de trabajo	6	-	10.00													desde la anterior tarea/proyecto
Exploración del campo			10.76													terreno, clima, otros
Instalación del equipo de ascenso			9.49													máquina de ascenso, otros
Recepción de herramientas y materiales			5.38	X	5.38											escalera, desarmador eléctrico, tornillos, otros
Coordinación para el uso de EPP			4.55			X	4.55									Casco, guantes, lentes, línea de vida, otros
Revisión del protocolo de trabajo en altura			5.61			X	5.61									protocolo establecido por la empresa
Aprobación para el ascenso			1.00			X	1.00									-
Ascenso a la torre			5.16	X	5.16											haciendo uso de EPPS
Recepción de la antena			1.00	X	1.00											-
Instalación de la antena			19.04	X	19.04											a la altura establecida por la empresa
Configuración del equipo			4.79											X	4.79	calidad de entrada y salida de la señal
Prueba de señal			3.39			X	3.39									se examinan la calidad de recepción de la señal
Conformidad de la señal			4.63			X	4.63									se examinan la calidad de recepción de la señal
Coordinación para el descenso de la torre			4.83			X	4.83									-
Descenso de la torre			3.81	X	3.81											uso de EPPS
Entrega de la tarea			4.83	X	4.83											conformidad del cliente y empresa
Recojo de equipo y materiales de trabajo			5.34	X	5.34											escalera, máquina de ascenso, herramientas
TOTAL	6	0	103.59	7	44.55	6	24.01	0	0	1	10.00	0	0	3	25.03	

Figura 14. Diagrama de análisis del proceso actual.

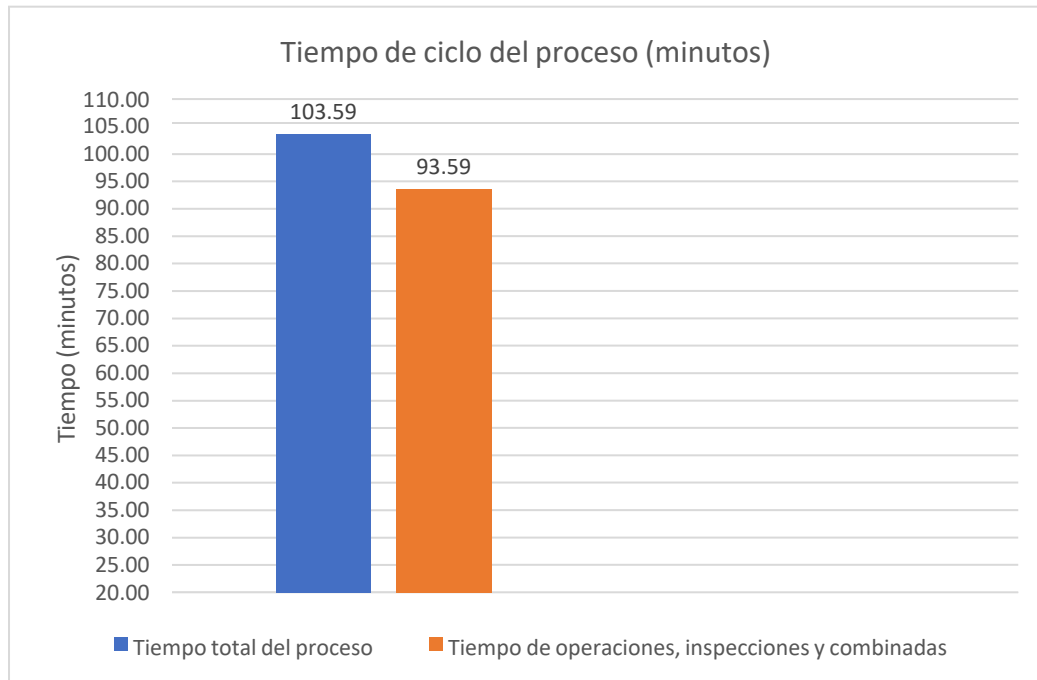


Figura 15. Tiempo de ciclo del proceso actual.

El tiempo total de ciclo es de 103.59 minutos (1.73 horas por cada tarea realizada), mientras que el tiempo de las actividades de operación, inspección y combinada ascienden a 93.59 minutos.

$$Av = (\sum TA_v / \sum T_t) \times 100\%$$

$$Av = (93.59 \text{ minutos} / 103.59 \text{ minutos}) \times 100\%$$

$$Av = 0.903 \times 100\%$$

$$Av = 90.3\%$$

En el proceso actual, solamente el 90.3% del tiempo total genera valor al proceso de instalación de redes de telecomunicación.

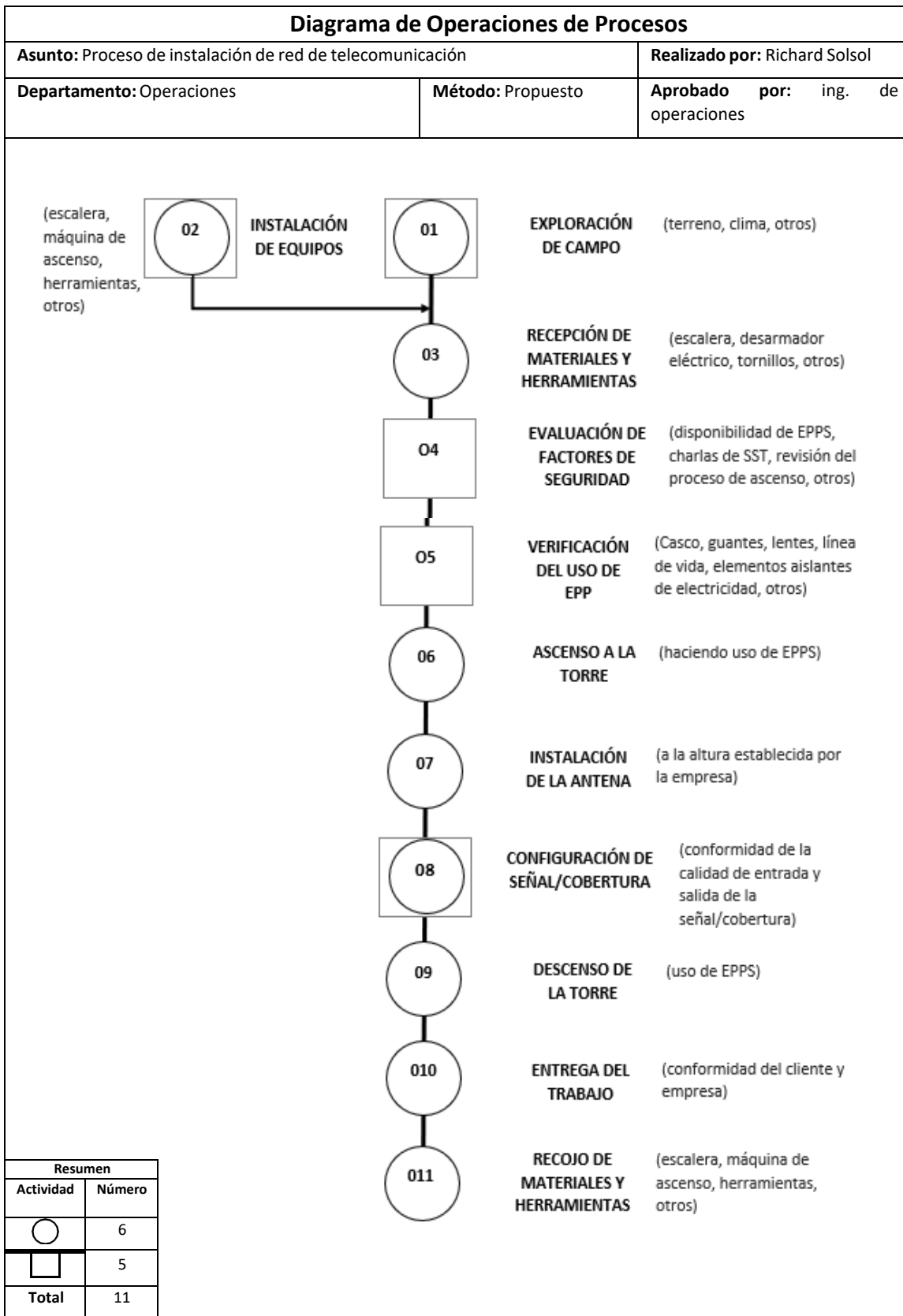


Figura 16. Proceso de instalación de redes de telecomunicación (propuesto).

Tabla 15. Tiempo estándar del proceso propuesto.

N°	ACTIVIDADES	OBSERVACIONES (minutos)										\bar{x} (TO)	Fc	TN	S	Ts
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
1	Exploración del campo	8.00	7.50	7.00	7.90	7.00	6.90	7.00	7.10	6.80	8.00	7.32	11%	8.13	14%	9.26
2	Instalación de equipos y herramientas de trabajo	3.00	3.20	3.00	3.10	3.80	3.00	3.90	3.00	3.90	3.00	3.29	21%	3.98	17%	4.66
3	Recepción de materiales y herramientas	4.00	3.90	3.00	4.20	4.00	3.80	4.00	3.80	4.00	3.90	3.86	7%	4.13	17%	4.83
4	Evaluación de factores de Seguridad en el trabajo	7.90	8.10	7.30	8.00	8.90	8.20	7.80	8.00	7.90	9.00	8.11	33%	10.79	14%	12.30
5	Verificación del uso de EPP	3.20	3.30	3.60	3.20	3.10	2.90	3.80	4.00	3.40	4.00	3.45	21%	4.17	14%	4.76
6	Conformidad para el ascenso	1.00	0.90	1.00	1.10	0.90	1.00	0.80	1.20	1.00	1.10	1.00	9%	1.09	14%	1.24
7	Ascenso a la torre	3.00	4.00	5.00	4.00	5.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	3.50	32%	4.62	26%	5.82
8	Configuración del equipo	12.00	12.00	12.00	11.00	11.00	12.00	13.00	11.00	12.00	11.00	11.70	16%	13.57	18%	16.01
9	Conformidad de señal	4.00	3.00	4.00	3.00	4.00	5.00	4.00	3.00	4.00	3.00	3.70	27%	4.70	14%	5.36
10	Descenso de la torre	3.00	4.00	3.00	4.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	3.50	32%	4.62	25%	5.78
11	Entrega del trabajo	4.00	3.80	4.00	4.20	3.70	3.90	4.00	4.10	4.00	4.30	4.00	21%	4.84	14%	5.52
12	Recojo de equipos, materiales y herramientas	4.10	4.00	4.30	3.00	3.70	3.00	4.80	4.00	3.50	4.20	3.86	15%	4.44	16%	5.15
													Ts (minutos)		80.69	

Fuente: Autoría propia.

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESO				Operario ■ Material □ Equipo ■																
Diagrama no. 2				Resumen																
				Actividad		Símbolo		Actual		Propuesto		Ahorro								
Producto: Red de comunicación				Operación		○		7		6		1								
				Inspección		□		6		3		3								
Actividad: Instalación de re de telecomunicación				demora/espera		D		0		0		0								
				transporte		⇒		1		1		0								
Método: actual □ propuesto ■				almacenamiento		▽		0		0		0								
				Operación - inspección		⊞		3		4		-1								
Área de trabajo donde se realiza la actividad: Campo				Distancia (metros)		0														
				Tiempo (minutos)		86.69														
Operario (s): 6				Tiempo (horas)		1.44														
Elaborado por: Richard Solsol				Fecha: 10/08/2022		Costo: S/		S/												
Aprobado por: Ing. de operaciones				Fecha: 15/08/2022																
										TOTAL		17 14 3								
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES				Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Activo	t	Activo	t	Activo	t	Activo	t	Activo	t	Activo	t	OBSERVACIONES	
Transporte del personal a la zona de trabajo				6	-	5.00														desde la anterior tarea/proyecto
Exploración del campo						9.26														terreno, clima, otros
Instalación de equipos y herramientas de trabajo						4.66														escalera, máquina de ascenso, equipos
Recepción de materiales						4.83	X	4.83												-
Evaluación de factores de Seguridad en el trabajo						12.30														EPPS, charlas de SST, otros
Verificación del uso de EPP						4.76			X	4.76										Casco, guantes, lentes, línea de vida, otros
Conformidad para el ascenso						1.24			X	1.24										-
Ascenso a la torre						5.82	X	5.82												haciendo uso de EPPS
Instalación de la antena						1.00	X	1.00												-
Configuración del equipo						16.01														calidad de recepción de señal/coertura
Conformidad de la señal						5.36														5.36
Descenso de la torre						5.78	X	5.78												uso de EPPS
Entrega de tarea/trabajo						5.52	X	5.52												escalera, máquina de ascenso, equipos
Recojo de equipos, materiales y herramientas						5.15	X	5.15												conformidad del cliente y empresa
TOTAL				6		86.69	6	28.1	3	18.3	0	0	1	5	0	0	4	35.3		-

Figura 17. Diagrama de análisis del proceso.

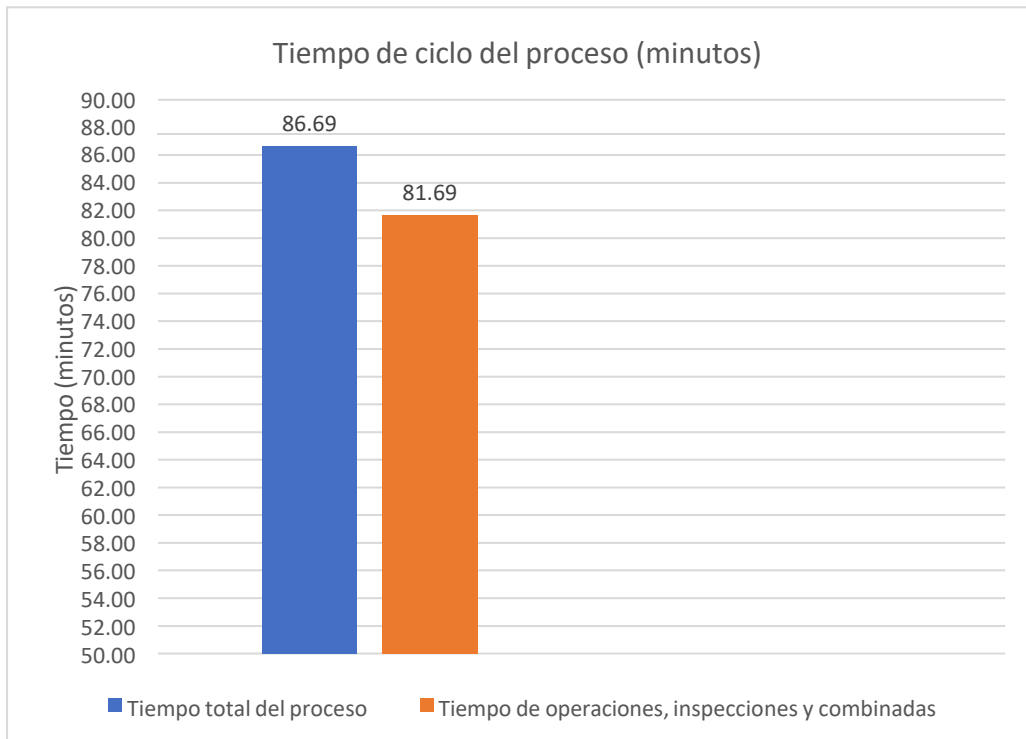


Figura 18. Tiempos de ciclo del proceso.

Se determinó que el tiempo total de ciclo es de 86.69 minutos (1.44 horas por cada tarea realizada), mientras que el tiempo de las actividades de operación, inspección y combinada ascienden a 81.69 minutos.

$$Av = (\Sigma TA_v / \Sigma T_t) \times 100\%$$

$$Av = (81.69 \text{ minutos} / 86.69 \text{ minutos}) \times 100\%$$

$$Av = 0.942 \times 100\%$$

$$Av = 94.2\%$$

Se concluye que, mediante la estandarización del proceso propuesto, el 94.2% del tiempo total genera valor al proceso de instalación de redes de telecomunicación.

SMED

Esta herramienta Lean se modeló para optimizar los tiempos de las actividades del proceso estandarizado, en relación a las actividades internas y externas del proceso.

Paso 1: Identificación del proceso.

Tabla 16. Actividades del proceso de instalación de red de telecomunicación.

N°	Actividades	Tiempo (min.)
1	Exploración del campo	9.26
2	Instalación de equipos y herramientas de trabajo	4.66
3	Recepción de materiales y herramientas	4.83
4	Evaluación de factores de Seguridad en el trabajo	12.30
5	Verificación del uso de EPP	4.76
6	Conformidad para el ascenso	1.24
7	Ascenso a la torre	5.82
8	Configuración del equipo	16.01
9	Conformidad de señal	5.36
10	Descenso de la torre	5.78
11	Entrega del trabajo	5.52
12	Recojo de equipos, materiales y herramientas	5.15
	Tiempo Total	80.69

Fuente: Autoría propia.

En este paso se logró identificar las actividades del proceso de instalación de redes conforme al proceso estandarizado, el cual tiene un tiempo de ciclo de 80.69 minutos por cada tarea entregada al cliente.

Paso 2: Separar actividades internas de las externas.

Tabla 17. Actividades externas e internas del proceso.

N°	Actividades externas	N°	Actividades internas
2	Instalación de equipos y herramientas de trabajo	1	Exploración del campo
8	Configuración del equipo	3	Recepción de materiales y herramientas
9	Conformidad de señal	4	Evaluación de factores de Seguridad en el trabajo
		5	Verificación del uso de EPP
		6	Conformidad para el ascenso
		7	Ascenso a la torre
		10	Descenso de la torre
		11	Entrega del trabajo
		12	Recojo de equipos, materiales y herramientas

Fuente: Autoría propia.

Se estableció que el proceso de instalación de redes conlleva tres (3) actividades que se realizan con los equipos a la mano/alcance y nueve (9) actividades se desarrollan con los equipos fuera de alcance de los trabajadores.

Paso 3: Convertir actividades internas en externas.

Tabla 18. Conversión de actividades internas en externas.

N°	Actividades internas	N°	Actividades externas
1	Exploración del campo	1	Exploración de campo con equipo medidor
3	Recepción de materiales y herramientas	3	-
4	Evaluación de factores de Seguridad en el trabajo	4	-
5	Verificación del uso de EPP	5	-
6	Conformidad para el ascenso	6	-
7	Ascenso a la torre	7	Ascenso a la torre con máquina elevadora
10	Descenso de la torre	10	Descenso de la torre con máquina elevadora
11	Entrega del trabajo	11	-
12	Recojo de equipos, materiales y herramientas	12	-

Fuente: Autoría propia

Se logró convertir tres (3) actividades internas en externas, es decir, que se realicen con equipos de apoyo al alcance del trabajador. Bajo este criterio la actividad 1 se apoyó de un equipo tecnológico de medición para hacer más eficiente la exploración, así como el ascenso y descenso de la torre, las cuales se propusieron ejecutarse con un equipo elevador para una mayor rapidez de dichas actividades.

Paso 4: Optimización de las operaciones.

Tabla 19. Optimización de los tiempos de operación del proceso de instalación de redes.

Instalación de red de telecomunicación										
Análisis SMED para la optimización de tiempos										
No.	Procedimiento (Actividades)	Tiempo (min.)	Tiempo Acum.	Tipo de actividad				Plan de Acción (Actividades)	Mejora Tiempo	Tiempo Acum.
				Externas	Internas	Externas	Internas			
1	Exploración de campo	9.26	9.26		x	x		Exploración del campo con equipo medidor	5.10	5.10
2	Instalación de equipos y herramientas de trabajo	4.66	13.92	x		x		Instalación de equipos y herramientas de trabajo	4.66	9.76
3	Recepción de materiales y herramientas	4.83	18.75		x		x	Recepción de materiales y herramientas	4.83	14.59
4	Evaluación de factores de Seguridad en el trabajo	12.30	31.05		x		x	Evaluación de factores de Seguridad en el trabajo	12.30	26.89
5	Verificación del uso de EPP	4.76	35.81		x		x	Verificación del uso de EPP	4.76	31.65
6	Conformidad para el ascenso	1.24	37.05		x		x	Conformidad para el ascenso	1.24	32.89
7	Ascenso a la torre	5.82	42.87		x	x		Ascenso a la torre con máq. elevadora	1.50	34.39
8	Configuración del equipo	16.01	58.89	x		x		Configuración del equipo	16.01	50.40
9	Conformidad de señal	5.36	64.24	x		x		Conformidad de señal	5.36	55.76
10	Descenso de la torre	5.78	70.02		x	x		Descenso de la torre con máq. elevadora	1.30	57.06
11	Entrega del trabajo	5.52	75.54		x		x	Entrega del trabajo	5.52	62.58
12	Recojo de equipos, materiales y herramientas	5.15	80.69		x		x	Recojo de equipos, materiales y herramientas	5.15	67.73
			80.69	3	9	6	6			67.73

Fuente: Ficha de registro de SMED.

Se desarrolló la optimización de los tiempos de operaciones, donde se logró convertir tres (3) actividades internas a externas, por lo que se alcanza un tiempo de ciclo de 67.73 minutos, logrando reducir 12.96 minutos el tiempo del proceso.

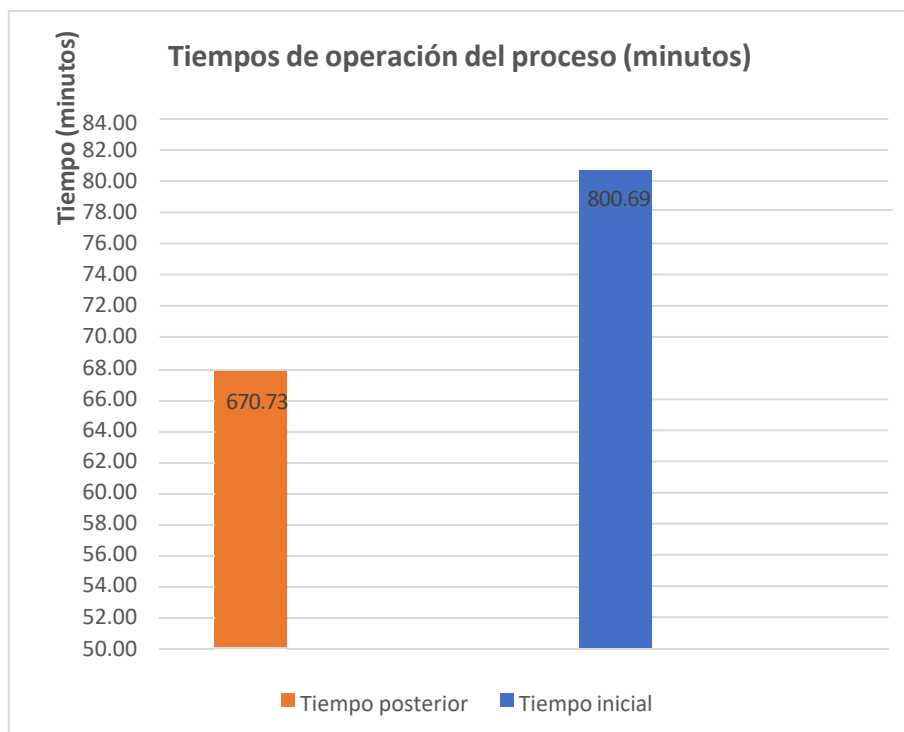


Figura 20. Comparación de los tiempos del proceso.

El tiempo inicial del proceso de instalación de redes fue de 80.69 minutos, mientras que el tiempo luego del plan de acción descendió a 67.73 minutos.

Tabla 20. Optimización de los tiempos de operación.

Tiempos de operación (minutos)		
Tiempo actual	Tiempo anterior	$1 - (T_{ac}/T_{an}) \times 100\%$
67.73	80.69	16.06%

Fuente: Autoría propia.

La optimización de los tiempos de operación fue del 16.06%, representando una disminución de 12.96 minutos del ciclo del proceso de instalación de cada red.

OE3: Cálculo de la productividad luego de la aplicación Lean.

Tabla 21. *Eficiencia post.*

PERIODO 2022		Eficiencia	
SEMANA	horas hombre de trabajo	total horas hombre	horas hombre de trabajo/total de horas hombre
Sem. 1 Ago	315	336	0.94
Sem. 2 Ago	336	336	1.00
Sem. 3 Ago	294	336	0.88
Sem. 4 Ago	336	336	1.00
Sem. 5 Sep	315	336	0.94
Sem. 6 Sep	315	336	0.94
Sem. 7 Sep	336	336	1.00
Sem. 8 Sep	294	336	0.88
Sem. 9 Oct	315	336	0.94
Sem. 10 Oct	336	336	1.00
Sem. 11 Oct	336	336	1.00
Sem. 12 Oct	336	336	1.00
			0.96

Fuente: Instrumento ficha de registro.

Se pudo establecer una eficiencia promedio de 0.96 semanal luego de la aplicación del enfoque Lean durante agosto a octubre del 2022, esto infiere que por cada 1 hora de trabajo asignada solamente se emplea el 96% del tiempo total para las actividades en el trabajo. Cabe resaltar que la eficiencia determinada para las semanas 11 y 12 de octubre se basaron en los últimos resultados alcanzados en el mes.

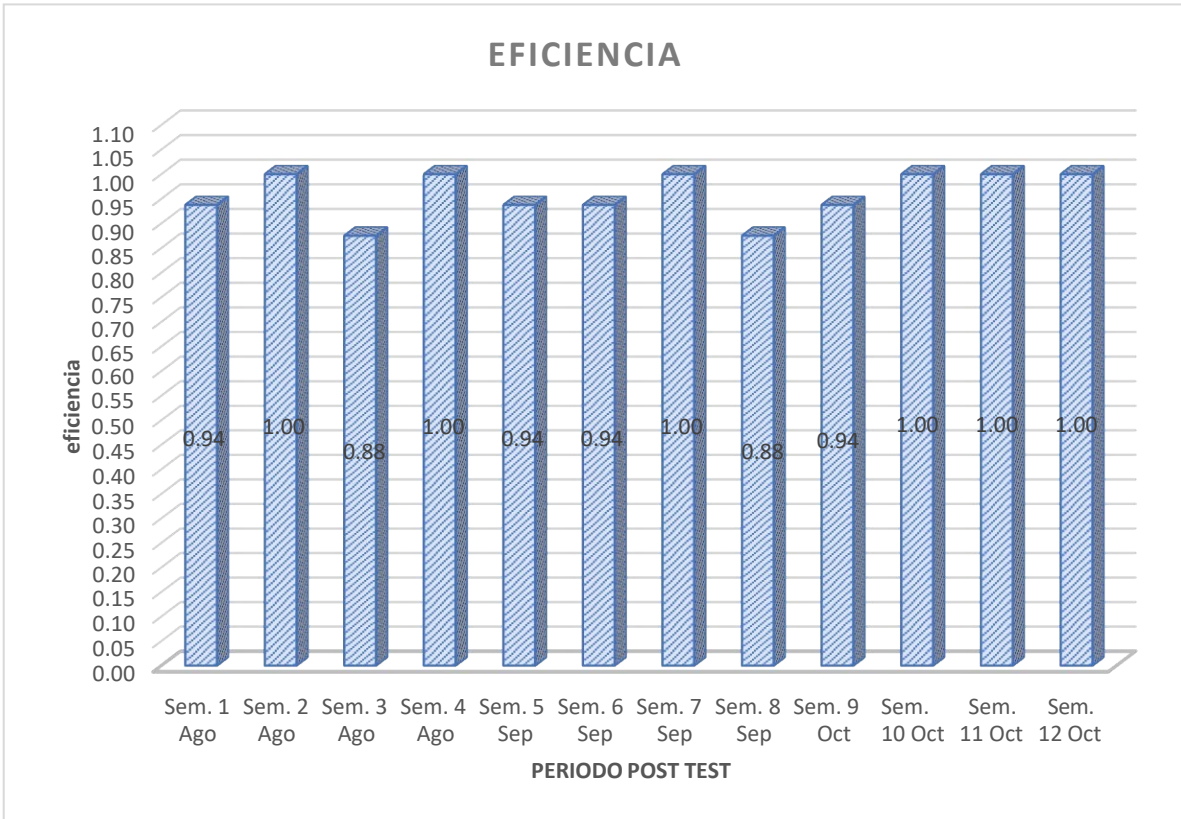


Figura 22. Comportamiento del indicador de eficiencia durante la evaluación posterior a la aplicación.

La gráfica mostrada líneas arriba presenta la tendencia de los resultados de la eficiencia luego de la aplicación, donde dos de los picos más altos correspondieron a las semanas 2 y 4 con el 1.0 de eficiencia, mientras que los picos más bajos fueron en la semana 3 y 8 con el 0.88. en los meses de agosto y septiembre respectivamente.

Tabla 22. *Eficacia post.*

PERIODO 2022		Eficacia	
SEMANA	unidades producidas (tareas)	horas hombre de trabajo	unidades producidas/horas hombre de trabajo
Sem. 1 Ago	119	315	0.38
Sem. 2 Ago	126	336	0.38
Sem. 3 Ago	119	294	0.40
Sem. 4 Ago	112	336	0.33
Sem. 5 Sep	119	315	0.38
Sem. 6 Sep	126	315	0.40
Sem. 7 Sep	119	336	0.35
Sem. 8 Sep	119	294	0.40
Sem. 9 Oct	119	315	0.38
Sem. 10 Oct	126	336	0.38
Sem. 11 Oct	119	336	0.35
Sem. 12 Oct	119	336	0.35
			0.37

Fuente: Instrumento ficha de registro.

Se detallan los resultados alcanzados de la eficacia obtenida en la etapa de post aplicación, donde se pudo determinar una eficacia promedio semanal de 0.37 tareas entregadas por cada hora hombre trabajada durante el periodo de agosto a octubre del 2022. La eficacia determinada en las semanas 11 y 12 de octubre, al igual que en la eficiencia, se basaron en los últimos resultados alcanzados en el mes.

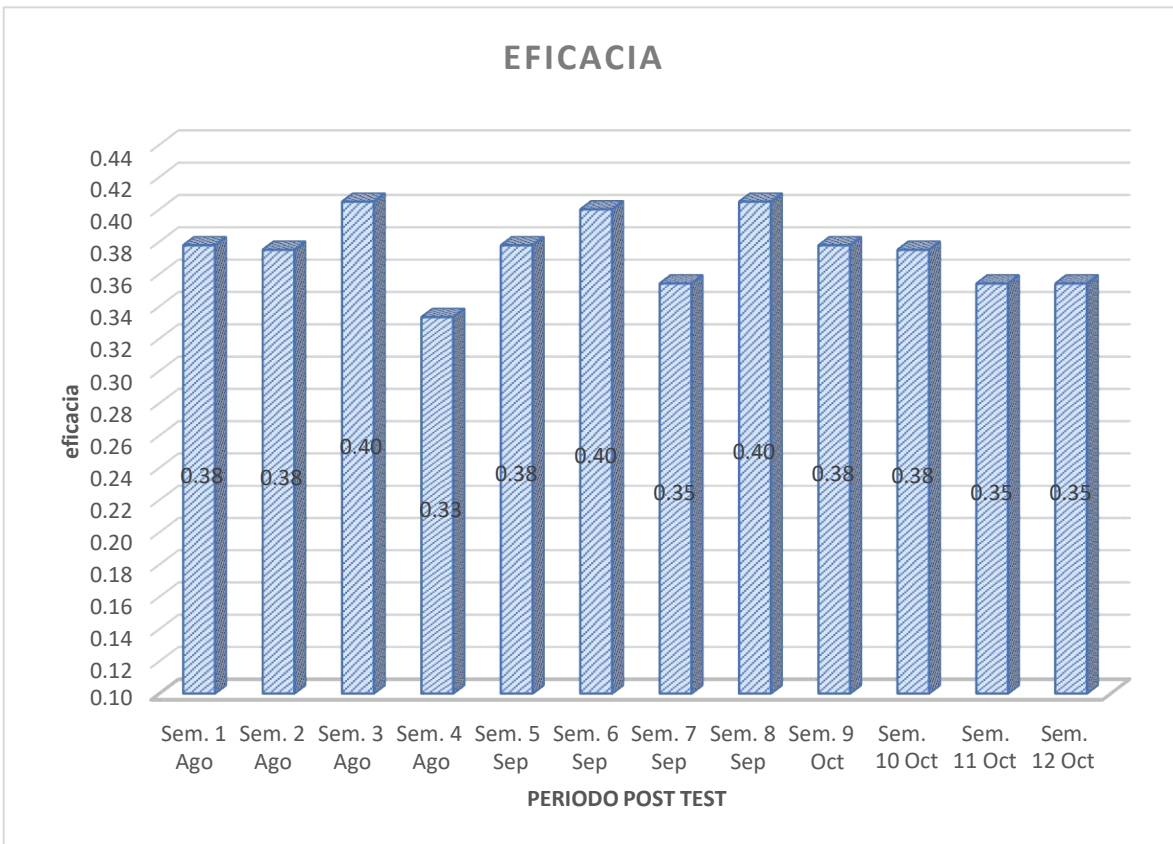


Figura 22. Comportamiento del indicador de eficacia en la evaluación inicial.

Se muestra el comportamiento de los resultados de la eficacia del proceso durante las semanas de la etapa de post aplicación, donde se puede apreciar que uno de los periodos de mayor eficacia fue en la semana 6 del mes de septiembre con 0.40 tareas / hora hombre trabajada, mientras que la semana 4 fue el periodo con el pico de menor eficacia del proceso con 0.33 tareas / hora hombre trabajada.

Tabla 23. *Productividad post aplicación.*

PERIODO 2022		Productividad	
SEMANA	unidades producidas (tareas)	total horas hombre	unidades producidas/total de horas hombre
Sem. 1 Ago	119	336	0.35
Sem. 2 Ago	126	336	0.38
Sem. 3 Ago	119	336	0.35
Sem. 4 Ago	112	336	0.33
Sem. 5 Sep	119	336	0.35
Sem. 6 Sep	126	336	0.38
Sem. 7 Sep	119	336	0.35
Sem. 8 Sep	119	336	0.35
Sem. 9 Oct	119	336	0.35
Sem. 10 Oct	126	336	0.38
Sem. 11 Oct	119	336	0.35
Sem. 12 Oct	119	336	0.35
			0.36

Fuente: Instrumento ficha de registro.

Se estableció la productividad luego de la aplicación, resultando un indicador de productividad promedio de 0.36 tareas entregadas por cada hora hombre de trabajo asignada a la semana. Este resultado indica un incremento en comparación con el resultado inicial (0.24) y lo cual a su vez representa una mejora de la productividad.

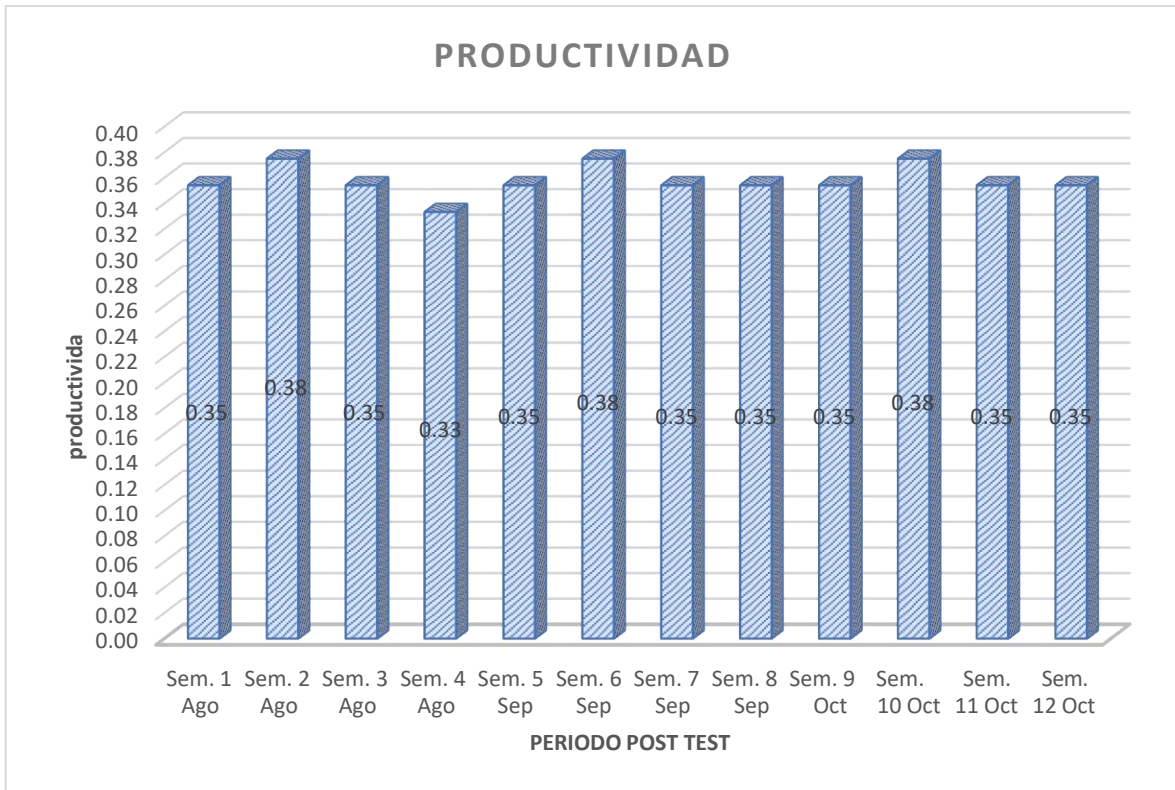


Figura 23. Comportamiento de la productividad post aplicación.

En la gráfica se puede apreciar el comportamiento de la productividad obtenida, donde se aprecia que uno de los periodos con el mayor índice de productividad fue la semana 10 de octubre con 0.38 tareas / hora hombre de trabajo asignada a la semana, mientras que en la semana 4 del mes de agosto se determinó el menor pico de productividad con 0.33 tareas / hora hombre de trabajo asignada.

Tabla 24. Cuadro comparativo de los resultados alcanzados.

Resultados obtenidos antes y después de la aplicación Lean			
Eficiencia	Eficacia	Productividad	
0.77	0.32	0.24	PRE TEST
0.96	0.37	0.36	POST TEST
		50%	Variación (%)

Fuente: Autoría propia.

Luego de la aplicación del enfoque Lean se logró mejorar la productividad de la entidad en un 50% en comparación con el resultado establecido en la etapa de evaluación inicial, pasando de 0.24 a 0.36 tareas / hora hombre de trabajo asignada.

Prueba de Normalidad e Hipótesis

Prueba de Shapiro Wilk ($n < 35$)

H₁: Los datos de productividad siguen un comportamiento normal.

H₂: Los datos de productividad no siguen un comportamiento normal.

Si $p > 0.050$ se aprueba H₁.

Si $p < 0.050$ se aprueba H₂.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
diferencia	,452	12	,000	,598	12	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 24. Prueba de normalidad de los datos.

Fuente: SPSS v.25.

Los datos de productividad no siguen un comportamiento normal ($p=0.000$), el cual es menor que 0.050 por lo que se aplicó una prueba no paramétrica (Wilcoxon) para la contrastación de la hipótesis.

Prueba de hipótesis: Prueba no paramétrica (Wilcoxon).

H₁: La aplicación de Lean Manufacturing mejora la productividad de la empresa.

H₀: la aplicación de Lean Manufacturing no mejora la productividad de la empresa.

Si $p < 0.050$ se aprueba H₁.

Si $p > 0.050$ se aprueba H₀.

Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

		Rangos		
		N	Rango promedio	Suma de rangos
post_test - pre_test	Rangos negativos	0 ^a	,00	,00
	Rangos positivos	12 ^b	6,50	78,00
	Empates	0 ^c		
	Total	12		

a. post_test < pre_test

b. post_test > pre_test

c. post_test = pre_test

Estadísticos de prueba^a

	post_test - pre_test
Z	-3,108 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,002

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Figura 25. Prueba no paramétrica de Wilcoxon.

Fuente: SPSS v.25.

Se acepta la hipótesis alternativa (H_1), en base a que $p=0.002$ (menor que 0.050), concluyendo que la aplicación de Lean Manufacturing mejora la productividad de la empresa Tecsitec Perú E.I.R.L.

V. DISCUSIÓN

En el análisis de la coyuntura actual de la empresa, por medio del diagrama de Ishikawa y estudio de Pareto, se lograron establecer las causas principales que impactaban en la productividad de la entidad donde se determinaron que los procesos sin estandarizar, la ausencia de la mejora continua, los métodos ineficientes de trabajo, el desorden en las áreas, los tiempos improductivos en el proceso y los espacios contaminados eran las principales causas que impactaban de forma negativa en la productividad de la empresa; y para solucionar estos problemas se vio la necesidad de seleccionar a las herramientas Lean de las 5S, la Estandarización y el SMED. También se pudo determinar los indicadores iniciales de productividad luego de haberse efectuado el análisis inicial, donde se obtuvo una eficiencia de 0.77 en promedio a la semana, una eficacia de 0.32 tareas entregadas/hora hombre trabajada a la semana en promedio, lo cual resultó en una productividad equivalente a 0.24 tareas entregadas/hora hombre de trabajo asignada en promedio semanal.

Los hallazgos de esta investigación son semejantes y discuten en resultados al estudio de Vargas, Muratalla y Jiménez (2018), quienes por medio del análisis previo efectuado en una compañía de servicios se establecieron que los factores del problema de la entidad y que condicionaban la productividad correspondían a procesos ineficientes, tiempos de las operaciones sin estandarizar, método de trabajo sin un estándar, desorden y poca limpieza en las áreas de trabajo. Producto de este estudio y al igual que este trabajo, se determinó una productividad inicial de 0.56 tareas/hora de trabajo.

La investigación se desarrolló en la compañía TecsiteL Perú E.I.R.L. con el objeto de determinar el efecto de las herramientas Lean en la productividad de la organización, la cual tuvo algunas limitaciones en el acceso continuo a la información producto de la aún presente emergencia sanitaria a causa de la pandemia, sin embargo, se logró culminar satisfactoriamente con la investigación y el desarrollo de los resultados.

La aplicación de las herramientas Lean se llevó a cabo en tres (3) etapas: 5S, Estandarización y SMED. En las 5S el investigador realizó una evaluación inicial que resultó en un cumplimiento del 72.50% de las 5S para a partir de ello implementar las actividades de mejora de clasificación de materiales, orden de los espacios, limpieza de las áreas de trabajo, estandarización de las anteriores S y actividades de disciplina y evaluación de dicha gestión; lo que resultó en un indicador posterior del 95% de cumplimiento de las 5S. En cuanto a la segunda herramienta Lean (Estandarización), el investigador en primera instancia vio la necesidad de evaluar el método actual del proceso de "Instalación de redes" por medio de un DOP y posteriormente realizar el estudio de tiempos que conllevaba ese proceso, lo que reflejó un tiempo estándar de 91.59 minutos por cada trabajo entregado al cliente; y dicho proceso se analizó en un DAP, reflejando un IAV del 90.3%; mientras que en segunda instancia el investigador procedió a mejorar el proceso actual y estandarizarlo, para lo cual se rediseñó dicho proceso en un DOP y se llevó a cabo la estandarización de tiempos, establecido en 80.69 minutos por cada trabajo culminado. Además, en un DAP se analizó el proceso mejorado y se alcanzó un IAV del 94.2%. Por último, por medio de la herramienta SMED se logró optimizar los tiempos de las actividades del proceso, en relación al procedimiento inicial de la compañía y producto de ello se logró reducir el tiempo del proceso de 80.69 a 67.73 minutos, resultando en una mejora del 16.06%.

La aplicación de las herramientas Lean fueron realizadas exitosamente en la entidad tal y como lo efectuaron Delgado, Portillo y Suarez (2021) en su investigación, iniciando con estudiar el método de trabajo inicial para posterior estandarizarlo y del mismo modo los tiempos del proceso: promovió los tiempos estándares de cada una de las operaciones. También desarrolló las 5S en el almacén de la entidad donde alcanzó un % de cumplimiento del 97%.

Del mismo modo, Espejo y Pérez (2021) llevaron a cabo la aplicación tanto las 5S como el método SMED, donde en la primera etapa se impartieron cada una de las S logrando de este modo un cumplimiento post del 98% y en cuanto a la segunda, los autores pudieron optimizar un 20% los tiempos de operación del proceso y de este modo se logró una optimización de los recursos de la entidad.

Dentro de los enfoques teóricos que respaldan la aplicación de dichas herramientas, Pérez, Marmolejo y Mejía (2017) dan a conocer que Lean Manufacturing es una metodología basada en la optimización de los recursos, suprimiendo todos aquellos factores/desperdicios que no generan valor al proceso productivo en una empresa. En base a las 5S, se trata de una disciplina que gestiona y procura espacios de trabajo limpios, ordenados y productivos para el buen desarrollo de las labores de los trabajadores (Favela, Romero y Hernández, 2019). La estandarización como una herramienta Lean, según Risco (2018), se enfoca en estandarizar tanto el método de trabajo como los tiempos de los procesos llevados a cabo en una organización, promoviendo de esta manera un sistema productivo eficiente y productivo. Y referentes a SMED, se trata de una herramienta que promueve la reducción de los tiempos improductivos en el proceso de fabricación de un producto o prestación de un servicio, lo que a su vez significa un mejor aprovechamiento de los recursos (Escobedo, Barrón, Martínez y Estebané, 2017).

Ya realizado la aplicación del enfoque Lean por medio de las herramientas antes mencionadas, el investigador determinó los nuevos indicadores de productividad de la empresa donde la eficiencia fue de 0.96 en promedio semanal, la eficacia alcanzó un indicador de 0.37 tareas entregadas/hora hombre trabajada en promedio semanal, resultado así en una productividad de 0.36 tareas entregadas/hora hombre de trabajo asignada a la semana en promedio.

En esta investigación se pudo evidenciar un crecimiento de la productividad, la cual al igual que en otros estudios también se reflejaron ciertas mejoras y para ello se mencionan los resultados de Palomino (2020), quien logró obtener una productividad post aplicación de 2.45 unidades/hora trabajada, representando una mejora del 16% de la productividad por medio del enfoque Lean.

Se menciona también el estudio de Fernández y Mendoza (2021), dichos autores por medio de la aplicación de Lean lograron establecer una productividad post de 5.34 unidades/hora hombre, dicho resultado reflejó que un aumento del 17% de la productividad de la compañía en estudio.

La productividad, como variable dependiente de este trabajo, mostró un ascenso positivo, el cual según Mohedano (2017), mide la eficiencia alcanzada de la producción de un bien o servicio por cada elemento o factor necesitado, como trabajo, capital, material, maquinaria, etc.

Del mismo modo Galindo (2018) la define como un indicador que mide los resultados alcanzados y los recursos totales empleados para tal logro en un tiempo y espacio determinado.

Una vez aplicada la metodología Lean se resolvió que el efecto en la productividad es positivo a razón de que previamente se obtuvo como resultado una productividad de 0.24 tareas entregadas/hora hombre de trabajo asignada y luego de la aplicación este indicador ascendió a de 0.36 tareas entregadas/hora hombre de trabajo asignada, evidenciando un crecimiento y mejora del 50% de la productividad.

La hipótesis de esta investigación se contrastó por medio de la prueba no paramétrica de Wilcoxon el cual alcanzó una significancia de 0.002 ($p < 0.050$), lo que determinó la aceptación de la hipótesis, reafirmando que la aplicación de las herramientas Lean mejora la productividad de la entidad.

VI. CONCLUSIONES

1. El diagnóstico inicial logró establecer las causas principales que impactaban en la productividad de la entidad, en el análisis de la coyuntura actual, donde se determinaron que los procesos sin estandarizar, la ausencia de la mejora continua, los métodos ineficientes de trabajo, el desorden en las áreas, los tiempos improductivos en el proceso y los espacios contaminados eran las principales causas que impactaban de forma negativa en la productividad de la empresa. También se pudo determinar la productividad inicial equivalente a 0.24 tareas entregadas/hora hombre de trabajo asignada en promedio semanal.
2. La aplicación de las herramientas Lean se llevó por medio de las 5S, lo que resultó en un indicador del 95% de cumplimiento de las 5S; en cuanto a la Estandarización, se mejoró el proceso actual y se pudo estandarizar, para lo cual se rediseñó el proceso en un DOP y se llevó a cabo la estandarización de tiempos, establecido en 78.14 minutos por cada trabajo culminado y por último, por medio del SMED se logró reducir el tiempo del proceso de 92 a 79 minutos, resultando en una mejora del 16.45%.
3. Se calcularon los nuevos indicadores de productividad de la empresa donde la eficiencia fue de 0.96 en promedio semanal, la eficacia alcanzó un indicador de 0.37 tareas entregadas/hora hombre trabajada en promedio semanal, resultando así en una productividad de 0.36 tareas entregadas/hora hombre de trabajo asignada a la semana en promedio.
4. El efecto de las herramientas Lean en la productividad es positivo, en base a que se obtuvo como resultado inicial una productividad de 0.24 tareas entregadas/hora hombre de trabajo asignada y luego de la aplicación este indicador ascendió a de 0.36 tareas entregadas/hora hombre de trabajo asignada, evidenciando un crecimiento y mejora del 50% de la productividad.

VII. RECOMENDACIONES

Para la entidad en estudio se sugiere seguir adoptando la propuesta de esta investigación, poniendo énfasis en la mejora continua del proceso para alcanzar la optimización de los recursos y mejores resultados que promuevan el crecimiento empresarial.

Se recomienda que en otros estudios sobre el tema Lean se apliquen otras herramientas que al igual que las de este trabajo tengan un efecto positivo frente a la solución de problemas en otras entidades de igual o diferente sector económico.

La compañía deberá de estudiar otros problemas relacionados al proceso y que también impacten a la productividad, haciendo un feed back continuo del trabajo desarrollados por el talento humano; de este modo se alcanzaría un mejor control sobre los recursos y activos propios de la empresa.

Los investigadores cercanos deben considerar trabajar con una población y muestra de análisis mucho más amplia y variada para de este modo los resultados alcanzados sean más confiables y cercanos a la realidad, conllevando esto a la obtención de indicadores más exactos.

Es muy importante que en todo diagnóstico los investigadores empleen las herramientas de calidad necesarias para llevar a cabo un análisis mucho más completo, verás y cercano a la realidad sobre la problemática que acontecen las diversas empresas que se han de evaluar, esto como parte del procedimiento de análisis en otras futuras investigaciones.

REFERENCIAS

Actis di Pasquale, Eugenio, Balsa, Javier La técnica de escalamiento lineal por intervalos: una propuesta de estandarización aplicada a la medición de niveles de bienestar social. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa* [en línea]. 2017, 23(), 164-196[fecha de Consulta 9 de mayo de 2022]. ISSN: . Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=233151826008>

Canahua Apaza, Nohemy (2021). Implementación de la metodología TPM- Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia general de los equipos (OEE) en la producción de repuestos en una empresa metalmecánica. *Industrial Data* [en línea]. 24(1), 49-62[fecha de Consulta 27 de Mayo de 2022]. ISSN: 1560-9146. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81668400003>

Carrillo Landazábal, M. S., Alvis Ruiz, C. G., Mendoza Álvarez, Y. Y., & Cohen Padilla, H. E. (2019). Lean manufacturing: 5 s y TPM, herramientas de mejora de la calidad. Caso empresa metalmecánica en Cartagena, Colombia. *SIGNOS - Investigación En Sistemas De gestión*, 11(1), 71-86. <https://doi.org/10.15332/s2145-1389.2019.0001.04>

Vargas-Hernández, J. G., Jiménez Castillo, M. T., & Muratalla-Bautista, G. (2018). Sistemas de producción competitivos mediante la implementación de la herramienta Lean Manufacturing. *Ciencias Administrativas*, (11), 020. <https://doi.org/10.24215/23143738e020>

Espejo, Dennis y Pérez, Kilder (2021). Aplicación de herramientas Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la empresa RMH PLAST. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería. Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/81373?show=full>

ESPINOZA FREIRE, Eudaldo Enrique. Las variables y su operacionalización en la investigación educativa. Segunda parte. *Conrado* [online]. 2019, vol.15, n.69 [citado 2022-10-02], pp.171-180. Disponible en:

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442019000400171&lng=es&nrm=iso. ISSN 2519-7320.

Delgado, Mary y Portillo, Gianpierre (2021). Implementación de leanmanufacturing para mejorar la productividad del área de almacén de la empresa Perutel Soluciones S.A.C. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería. Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/71997?show=full>

López, Raúl; Avello, Raidell; Palmero, Diana; Sánchez, Samuel y Quintana, Moisés (2019). Validation of instruments as a guarantee of credibility in scientific research. Rev Cub Med Mil vol.48 supl.1 ISSN: 1561-3046. [citado 2022-05-09]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0138-65572019000500011#:~:text=La%20validez%20del%20instrumento%20es%20para%20verificar%20si%20mide%20los%20factores%20escogidos.&text=Pasos%20para%20realizar%20un%20an%C3%A1lisis,un%20an%C3%A1lisis%20factorial%20o%20no

López, R., Lalangui, J., Maldonado, A, & Palmero, D. (2019). Validación de un instrumento sobre los destinos turísticos para determinar las potencialidades turísticas en la provincia de El Oro, Ecuador. Universidad y Sociedad, 11(2), 341-346. Recuperado de <http://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus>

SALAZAR RAYMOND, María Belén; ICAZA GUEVARA, María de Fátima y ALEJO MACHADO, Oscar José. La importancia de la ética en la investigación. Universidad y Sociedad [online]. 2018, vol.10, n.1 [citado 2022-10-20], pp.305-311. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202018000100305&lng=es&nrm=iso. ISSN 2218-3620.

Palomino, Angie (2020). Aplicación de las herramientas lean manufacturing y su efecto en la productividad de la empresa Frigoinsa S.A.C. Tesis (Ingeniero Industrial). Chepén: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería.

Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/59642>

Fernández, Ahela y Mendoza, Susana (2021). Aplicación de lean manufacturing y su efecto en la productividad de la empresa Empacadora Mendoza Guayambal S.A.C. Tesis (Ingeniero Industrial). Chepén: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería. Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/76436>

RAMOS DIAZ, R; VINA ROMERO, MM y GUTIERREZ NICOLAS, F. Investigación aplicada en tiempos de COVID-19. Rev. OFIL·ILAPHAR [online]. 2020, vol.30, n.2 [citado 2022-05-28], pp.93-93. Disponible en: <http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1699-714X2020000200093&lng=es&nrm=iso>. Epub 15-Mar-2021. ISSN 1699-714X. <https://dx.doi.org/10.4321/s1699-714x2020000200003>.

Sarria Yépez, M. P., Fonseca Villamarín, G. A., & Bocanegra-Herrera, C. C. (2017). Modelo metodológico de implementación de lean manufacturing. Revista Escuela De Administración De Negocios, (83), 51–71. <https://doi.org/10.21158/01208160.n83.2017.1825>

Fernández, Álvaro y Gómez, Paola. FACTORES CLAVES DE ÉXITO Y LA COMPETITIVIDAD DE LAS EMPRESAS EN EL VALLE DEL CAUCA. Tesis (Administrador de Empresas). Santiago de Cali: Universidad ICESI, Facultad de Ciencias Económicas, 2017. Disponible en https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/77873/1/TG00814.pdf

González Gaitán, H. H., Marulanda Grisales, N., & Echeverry Correa, F. J. (2018). Diagnóstico para la implementación de las herramientas Lean Manufacturing, desde la estrategia de operaciones en algunas empresas del sector textil confección de Colombia: reporte de caso. Revista Escuela De Administración De Negocios, (85), 199–218. <https://doi.org/10.21158/01208160.n85.2018.2058>

RISCO, Bryan. Estandarización de procesos para mejorar la productividad en el área de abastecimiento de la Empresa Neovet S.A.C. Callao 2017. Tesis (Para obtener el título de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2018.

Disponible

en:

http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/23295/Risco_MBR.pdf?sequence=1&isAllowed=y

TAPIA CORONADO, Jessica et al. Marco de Referencia de la Aplicación de Manufactura Esbelta en la Industria. Cienc Trab. [online]. 2017, vol.19, n.60 [citado 2022-05-27], pp.171-178. Disponible en:

<[http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-24492017000300171&lng=es&nrm=iso)

[24492017000300171&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-24492017000300171&lng=es&nrm=iso).

ISSN

0718-2449.

<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-24492017000300171>.

GUTIÉRREZ, Humberto. Calidad total y Productividad [en línea]. 3.a ed. México: McGraw-Hill, 2014. [Fecha de consulta: 02 de mayo de 2022]. ISBN:

9786071503152. Disponible en: [https://www.udocz.com/read/20760/calidad-total-y-](https://www.udocz.com/read/20760/calidad-total-y-productividad-humberto-gutierrez-pulido-1)

[productividad-humberto-gutierrez-pulido-1](https://www.udocz.com/read/20760/calidad-total-y-productividad-humberto-gutierrez-pulido-1)

Acevedo, Adolfo; Linares, Carolina; Cachay, Orestes. Investigación en la acción. Un ejemplo de estudio experimental en el mercadeo de servicios. Industrial Data [en línea]. 2016, 16(2), 79-85[fecha de Consulta 2 de mayo de 2022].

ISSN:

1560-9146.

Disponible

en:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81632390010>

Arias-Gómez, Jesús, Villasís-Keever, Miguel Ángel, Miranda Novales, María Guadalupe El protocolo de investigación III: la población de estudio. Revista Alergia México [en línea]. 2016, 63(2), 201-206[fecha de Consulta 20 de mayo de 2022].

ISSN:

0002-5151.

Disponible

en:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=486755023011>

ARIAS, Fidias. El Proyecto de Investigación: Introducción a la metodología científica. 6.a ed. Venezuela: Editorial Episteme, C.A., 2016. [Fecha de

Consulta: 03 de mayo de 2022]. ISBN: 9800785299

CARBALLO BARCOS, Miriam y GUELMES VALDES, Esperanza Lucía. Algunas consideraciones acerca de las variables en las investigaciones que se desarrollan en educación. Universidad y Sociedad [online]. 2018, vol.8, n.1 [citado 2021-10-02], pp.140-150. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202016000100021&lng=es&nrm=iso. ISSN 2218-3620

Carrillo-Landazábal, Martha Sofía, Alvis-Ruiz, Carmen Giarma, Mendoza- Álvarez, Yaniris Yaneth, Cohen-Padilla, Harold Enrique Lean manufacturing: 5 s y TPM, herramientas de mejora de la calidad. Caso empresa metalmecánica en Cartagena, Colombia. SIGNOS-Investigación en Sistemas de Gestión [en línea]. 2019, 11(1), 71-86 [fecha de Consulta 20 de mayo de 2022]. ISSN: 2145- 1389. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=560465980005>

Castillo, José. Historia del GLP a nivel mundial, en GASNOVA [en línea]. Colombia: 2020 [fecha de consulta: 23 de mayo de 2022]. Disponible en <https://www.gasnova.co/historia-del-glp-a-nivel-mundial/>

FAVELA-HERRERA, Marie Karen Issamar; ESCOBEDO-PORTILLO, María Teresa; ROMERO-LOPEZ, Roberto and HERNANDEZ-GOMEZ, Jesús Andrés. Herramientas de manufactura esbelta que inciden en la productividad de una organización: modelo conceptual propuesto. Rev. Lasallista Investig. [online]. 2019, vol.16, n.1 [cited 2022-05-20], pp.115-133. Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-44492019000100115&lng=en&nrm=iso. ISSN 1794-4449.

Galindo, Mariana y Viridiana Ríos. Productividad. Serie de Estudios Económicos [en línea]. 2016, Vol. 1. México DF: México ¿cómo vamos? Disponible en https://scholar.harvard.edu/files/vrios/files/201508_mexicoproductivity.pdf

González Gaitán, Henry Helí, Marulanda Grisales, Natalia, Echeverry Correa, Francisco Javier Diagnóstico para la implementación de las herramientas Lean Manufacturing, desde la estrategia de operaciones en algunas empresas del sector textil confección de Colombia: reporte de caso. Revista Escuela de Administración de Negocios [en línea]. 2018, (85), 199-218[fecha de Consulta 20 de mayo de 2022]. ISSN: 0120-8160. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=20658110012>

MANZANO NUNEZ, Ramiro y GARCIA PERDOMO, Herney Andrés (2017). Sobre los criterios de inclusión y exclusión. Más allá de la publicación. Rev. chil. pediatr. [online]. Vol.87, n.6 [citado 2022-05-09], pp.511-512. Disponible en: <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-41062016000600015&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0370-4106. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rchipe.2016.05.003>.

Mohedano, José. Productividad. Bit [en línea]. 2016, 198(7), [fecha de Consulta 2 de mayo de 2022]. ISSN: 0210-3923. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4871523>

Muñoz Pinzón, Dairo Steven, Arteaga Sarmiento, Wilfrido Javier, Villamil Sandoval, Diana Carolina Uso y aplicación de herramientas del modelo de producción Toyota: una revisión de literatura. Revista Politécnica [en línea]. 2018, 14(27), 80-92[fecha de Consulta 20 de mayo de 2022]. ISSN: 1900-2351. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=607866319009>

Pérez-Vergara, Ileana Gloria, Marmolejo, Natalia, Mejía, Ana Milena, Caro, Mauricio, Rojas, José A. Mejoramiento mediante herramientas de la manufactura esbelta, en una Empresa de Confecciones. Ingeniería Industrial [en línea]. 2016, XXXVII(1), 24-35[fecha de Consulta 20 de mayo de 2022]. ISSN: 0258-5960. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360443665003>

Piñero, Edgar Alexander, Vivas Vivas, Fe Esperanza, Flores de Valga, Lilian Kaviria Programa 5S's para el mejoramiento continuo de la calidad y la productividad en los puestos de trabajo. Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias [en línea]. 2018, VI(20), 99-110[fecha de Consulta 02 de Noviembre de 2022]. ISSN: 1856-8327. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=215057003009>

Pulido Polo, Marta Ceremonial y protocolo: métodos y técnicas de investigación científica. Opción [en línea]. 2015, 31(1), 1137-1156[fecha de Consulta 20 de mayo de 2022]. ISSN: 1012-1587. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31043005061>

Rodriguez, Viviana, Moreno, Socorro, Camacho, Jhon, Gómez-Restrepo, Carlos, de Santacruz, Cecilia, Rodriguez, Maria Nelcy, Tamayo Martínez, Nathalie Diseño e implementación de los instrumentos de recolección de la Encuesta Nacional de Salud Mental Colombia 2015. Revista Colombiana de Psiquiatría [en línea]. 2016, 45(1), 9-18[fecha de Consulta 20 de mayo de 2022].ISSN: 0034-7450. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=80650839003>

SARRIA YEPEZ, Mónica Patricia; FONSECA VILLAMARIN, Guillermo Alberto and BOCANEGRA-HERRERA, Claudia Cristina. Modelo metodológico de implementación de lean manufacturing. Rev. esc.adm.neg [online]. 2017, n.83[cited 2022-05-20], pp.51-71. Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-81602017000200051&lng=en&nrm=iso. ISSN 0120-8160.

Vargas-Hernández, José G., Muratalla-Bautista, Gabriela, Jiménez-Castillo, María Lean M anufacturing ¿una herramienta de mejora de un sistema de producción?. Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias [en línea]. 2016, V(17), 153-174[fecha de Consulta 20 de mayo de 2022]. ISSN: 1856- 8327. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=215049679011>

González Millán, José Javier , Zambrano Vargas, Sandra Milena , Segura Vargas, Ángela María World class manufacturing in micro manufacturers of handmade wooden furniture industry in Puntalarga - Colombia. Pensamiento & Gestión [en línea]. 2017, (42), 162-186[fecha de Consulta 27 de Mayo de 2022]. ISSN: 1657-6276. Disponible en:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=64652584008>

Pérez, Rocío (2020). Aplicación de la Manufactura esbelta y su efecto en la productividad del Molino Puro Norte S.A.C. Tesis (Ingeniero Industrial). Chepén: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería. Disponible en

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/59646>

Pérez Vera, Monserrat Gabriela, Ocampo Botello, Fabiola, Sánchez Pérez, Karoll Rebeca Aplicación de la metodología de la investigación para identificar las emociones. RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo [en línea]. 2018, 6(11), [fecha de Consulta 20 de Junio de 2022]. ISSN: 2007-7467. Disponible en:<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=498150319048>

ANEXOS

Anexo 1. Cuadro de operacionalización de variables

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Lean Manufacturing	Pérez, Marmolejo y Mejía (2017) la definen como una metodología que se basa en la optimización de los recursos, suprimiendo todos aquellos factores que no generan valor al proceso productivo en una empresa o negocio.	González, Marulanda y Echeverry (2018) comentan que el enfoque Lean se aplica mediante las herramientas de la metodología 5S, Estandarización y SMED.	5S	% de cumplimiento de cada S	Razón
			Estandarización	$Av = (\Sigma TAv / \Sigma Tt) \times 100\%$ <p>Av = Av: Actividades que agregan valor. ΣTAv: Sumatoria de los tiempos de las actividades que agregan valor al trabajo. ΣTt: Sumatoria de tiempo total del proceso.</p>	
			SMED	$SMED = 1 - \left(\frac{\text{tiempo actual de las actividades}}{\text{tiempo anterior de las actividades}} \right) \times 100$	
Productividad	Mohedano (2017) define la productividad como el indicador que mide la eficiencia alcanzada de la producción de un bien o servicio por cada elemento o factor utilizado, como trabajo, capital, material, maquinaria, entre otros.	Gutiérrez (2018) manifiesta que la productividad se mide en relación a la eficiencia y eficacia del trabajo.	Eficiencia	$\text{Eficiencia} = \frac{\text{horas hombre trabajadas}}{\text{total de horas hombre}}$	Razón
			Eficacia	$\text{Eficacia} = \frac{\text{unidades producidas}}{\text{horas hombre trabajadas}}$	
			Productividad	$\text{Productividad} = \frac{\text{horas hombre trabajadas}}{\text{total de horas hombre}} \times \frac{\text{unidades producidas}}{\text{horas hombre trabajadas}}$	

Anexo 3. Instrumento: Ficha de registro de productividad (i)

INSTRUMENTO: FICHA DE REGISTRO DE PRODUCTIVIDAD (1)			
EMPRESA			
PERIODO 2022	Eficiencia		
SEMANA	horas de trabajo ejecutadas	total horas de trabajo programadas	horas de trabajo ejecutadas/total horas de trabajo programadas
Sem. 1 Abr			
Sem. 2 Abr			
Sem. 3 Abr			
Sem. 4 Abr			
Sem. 5 May			
Sem. 6 May			
Sem. 7 May			
Sem. 8 May			
Sem. 9 Jun			
Sem. 10 Jun			
Sem. 11 Jun			
Sem. 12 Jun			

EMPRESA			
PERIODO 2022	Eficacia		
SEMANA	tareas entregadas	total de tareas asignadas	tareas entregadas/total de tareas asignadas
Sem. 1 Abr			
Sem. 2 Abr			
Sem. 3 Abr			
Sem. 4 Abr			
Sem. 5 May			
Sem. 6 May			
Sem. 7 May			
Sem. 8 May			
Sem. 9 Jun			
Sem. 10 Jun			
Sem. 11 Jun			
Sem. 12 Jun			

EMPRESA			
PERIODO 2022	Productividad		
SEMANA	Eficiencia	Eficacia	eficiencia x eficacia
Sem. 1 Abr			
Sem. 2 Abr			
Sem. 3 Abr			
Sem. 4 Abr			
Sem. 5 May			
Sem. 6 May			
Sem. 7 May			
Sem. 8 May			
Sem. 9 Jun			
Sem. 10 Jun			
Sem. 11 Jun			
Sem. 12 Jun			

Anexo 5. Ficha de registro del cumplimiento de las 5S.

INSTRUMENTO: FICHA DE REGISTRO DEL CUMPLIMIENTO DE LAS 5S							
EMPRESA							
5S		CLASIFICACIÓN					
CLASIFICAR		0	1	2	3	4	TOTAL
1	Existen materiales necesarios en el lugar de trabajo						
2	El trabajo no es afectado por la presencia de objetos innecesarios						
3	Existen equipos que son utilizados sólo en el área						
4	Hay facilidad para encontrar materiales y equipos						
Total							
ORDENAR		0	1	2	3	4	TOTAL
1	Existe una señalización adecuada						
2	Los espacios están claramente identificados						
3	Existe un correcto registro del inventario						
4	Están definidos los espacios de trabajo						
Total							
LIMPIEZA		0	1	2	3	4	TOTAL
1	Existe supervisión de la limpieza de los espacios de trabajo						
2	Existen espacios libres de suciedad y contaminación						
3	Se inspeccionan periódicamente los espacios de trabajo						
4	El trabajador promueve la limpieza de su zona de trabajo						
Total							
ESTANDARIZAR		0	1	2	3	4	TOTAL
1	Se ha implementado ideas de mejora						
2	Se emplean procedimientos, guías u otra documentación						
3	Existe planes de mejora a corto o largo plazo						
4	Se aplican evaluaciones constantemente						
Total							0
DISCIPLINA		0	1	2	3	4	TOTAL
1	Los trabajadores conocen la metodología de las 5S						
2	Los trabajadores asisten puntualmente a la empresa						
3	Los trabajadores se sienten motivados por el empleador						
4	Se hace uso eficiente de los recursos disponibles						
Total							

Anexo 7. Ficha de registro de productividad (ii).

INSTRUMENTO: FICHA DE REGISTRO DE PRODUCTIVIDAD (2)			
EMPRESA			
PERIODO 2022	Eficiencia		
SEMANA	horas de trabajo ejecutadas	total horas de trabajo programadas	horas de trabajo ejecutadas/total horas de trabajo programadas
Sem. 1 Ago			
Sem. 2 Ago			
Sem. 3 Ago			
Sem. 4 Ago			
Sem. 5 Sep			
Sem. 6 Sep			
Sem. 7 Sep			
Sem. 8 Sep			
Sem. 9 Oct			
Sem. 10 Oct			
Sem. 11 Oct			
Sem. 12 Oct			

EMPRESA			
PERIODO 2022	Eficacia		
SEMANA	tareas entregadas	total de tareas asignadas	tareas entregadas/total de tareas asignadas
Sem. 1 Ago			
Sem. 2 Ago			
Sem. 3 Ago			
Sem. 4 Ago			
Sem. 5 Sep			
Sem. 6 Sep			
Sem. 7 Sep			
Sem. 8 Sep			
Sem. 9 Oct			
Sem. 10 Oct			
Sem. 11 Oct			
Sem. 12 Oct			

EMPRESA			
PERIODO 2022	Productividad		
SEMANA	Eficiencia	Eficacia	eficiencia x eficacia
Sem. 1 Ago			
Sem. 2 Ago			
Sem. 3 Ago			
Sem. 4 Ago			
Sem. 5 Sep			
Sem. 6 Sep			
Sem. 7 Sep			
Sem. 8 Sep			
Sem. 9 Oct			
Sem. 10 Oct			
Sem. 11 Oct			
Sem. 12 Oct			

Anexo 8. Validación de los instrumentos.

CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor:

Ing. Carlos Sandoval Reyes

Presente

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


Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la EP de Ingeniería de la UCV, en la sede Chepen, promoción 2022 - II, requerimos validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con la cual optaremos el título profesional de Ingeniería Industrial.

El título nombre de nuestro proyecto de investigación es: "Aplicación de las herramientas Lean Manufacturing y su efecto en la productividad de la empresa Tecsitec Perú EIRL, Trujillo, 2022, y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos 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.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.



Firma

Atentamente.

SOLSOL JARA , Richard Michael

DNI: 47842662

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

N°	VARIABLES – DIMENSION - INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE: Lean Manufacturing	Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1: 5S							
1	Indicador: % de cumplimiento de cada S	X		X		X		
	DIMENSIÓN 2: Estandarización	Si	No	Si	No	Si	No	
2	Indicador: $Av = (\sum TA_v / \sum T_t) \times 100\%$							
	DIMENSIÓN 3: SMED	X		X		X		
3	Indicador: $SMED = 1 - \left(\frac{\text{tiempo actual de las actividades}}{\text{tiempo anterior de las actividades}} \right) \times 100$							
	VARIABLE DEPENDIENTE: Productividad	Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 4: Eficiencia							
4	Indicador: Eficiencia = $\frac{\text{horas de trabajo reales}}{\text{horas de trabajo programadas}}$	X		X		X		
	DIMENSIÓN 5: Eficacia	Si	No	Si	No	Si	No	
5	Indicador: Eficacia = $\frac{\text{unidades producidas}}{\text{total de unidades programadas}}$	X		X		X		
	DIMENSIÓN 6: Productividad	Si	No	Si	No	Si	No	
6	Indicador: Productividad = eficiencia x eficacia	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Hay suficiencia

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

Apellidos y nombres del juez validador. Mg: Carlos José Sandoval Reyes

DNI: 09222224

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: 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

30 de junio del 2022



Firma del Experto Informante.

CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor:

Dr. Hugo Daniel García Juárez

Presente

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


Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la EP de Ingeniería de la UCV, en la sede Chepen, promoción 2022 - II, requerimos validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con la cual optaremos el título profesional de Ingeniería Industrial.

El título nombre de nuestro proyecto de investigación es: "Aplicación de las herramientas Lean Manufacturing y su efecto en la productividad de la empresa TecsiteL Perú EIRL, Trujillo, 2022, y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos 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.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.


Firma

Atentamente.

SOLSOL JARA , Richard Michael

DNI: 47842662

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

N°	VARIABLES – DIMENSION - INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE: Lean Manufacturing							
	DIMENSION 1: 5S							
1	Indicador: % de cumplimiento de cada S	X		X		X		
	DIMENSION 2: Estandarización							
2	Indicador: $Av = (\Sigma TAv / \Sigma Tt) \times 100\%$							
	DIMENSION 3: SMED							
3	Indicador: $SMED = 1 - \left(\frac{\text{tiempo actual de las actividades}}{\text{tiempo anterior de las actividades}} \right) \times 100$							
	VARIABLE DEPENDIENTE: Productividad							
	DIMENSION 4: Eficiencia							
4	Indicador: $\text{Eficiencia} = \frac{\text{horas de trabajo reales}}{\text{horas de trabajo programadas}}$	X		X		X		
	DIMENSION 5: Eficacia							
5	Indicador: $\text{Eficacia} = \frac{\text{unidades producidas}}{\text{total de unidades programadas}}$	X		X		X		
	DIMENSION 6: Productividad							
6	Indicador: $\text{Productividad} = \text{eficiencia} \times \text{eficacia}$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

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

Apellidos y nombres del juez validador. Dr./ Mg: Dr. Hugo Daniel García Juárez
Especialidad del validador: Ingeniería Industrial – Producción y Logística

DNI: 41947380

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: 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


Hugo Daniel García Juárez
INGENIERO INDUSTRIAL
CIF 110495

20 de junio del 2022

Firma del Experto Informante.

CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor:

Ing. Marcos Alejandro Robles Lora

Presente

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


Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la EP de Ingeniería de la UCV, en la sede Chepen, promoción 2022 - II, requerimos validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con la cual optaremos el título profesional de Ingeniería Industrial.

El título nombre de nuestro proyecto de investigación es: "Aplicación de las herramientas Lean Manufacturing y su efecto en la productividad de la empresa Tecsitec Perú EIRL, Trujillo, 2022, y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos 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.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.



Firma

Atentamente.

SOLSOL JARA , Richard Michael

DNI: 47842662

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

Nº	VARIABLES – DIMENSION - INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE: Lean Manufacturing	Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1: 5S							
1	Indicador: % de cumplimiento de cada S	X		X		X		
	DIMENSIÓN 2: Estandarización	Si	No	Si	No	Si	No	
2	Indicador: $A_v = (\sum T_{Av} / \sum T_t) \times 100\%$							
	DIMENSIÓN 3: SMED	X		X		X		
3	$SMED = 1 - \left(\frac{\text{tiempo actual de las actividades}}{\text{tiempo anterior de las actividades}} \right) \times 100$							
	VARIABLE DEPENDIENTE: Productividad	Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 4: Eficiencia							
4	Indicador: Eficiencia = $\frac{\text{horas de trabajo reales}}{\text{horas de trabajo programadas}}$	X		X		X		
	DIMENSIÓN 5: Eficacia	Si	No	Si	No	Si	No	
5	Indicador: Eficacia = $\frac{\text{unidades producidas}}{\text{total de unidades programadas}}$	X		X		X		
	DIMENSIÓN 6: Productividad	Si	No	Si	No	Si	No	
6	Indicador: Productividad = eficiencia x eficacia	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

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

Apellidos y nombres del juez validador. Mg.: Marcos Alejandro Robles Lora DNI: 460533902

Especialidad del validador: Gerencia de Operaciones

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: 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


Marcos A. Robles Lora
ING. INDUSTRIAL
R. CIP. 162358

20 de Junio del 2022

Firma del Experto Informante.

Anexo 9. Factor de calificación para las actividades del proceso inicial.

PROCESO		Instalación de red de telecomunicación				
EMPRESA		TECSITEL PERU E.I.R.L.				
N°	ACTIVIDADES	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Fc
1	Exploración del campo	C1	C2	C	C	0.11
		0.06	0.02	0.02	0.01	
2	Instalación de equipos de ascenso	B2	B2	B	C	0.21
		0.08	0.08	0.04	0.01	
3	Recepción de herramientas y materiales	D	C2	C	B	0.07
		0	0.02	0.02	0.03	
4	Coordinación para el uso de EPPS	C1	B2	B	B	0.21
		0.06	0.08	0.04	0.03	
5	Revisión del protocolo de trabajo en altura	A2	B1	A	A	0.33
		0.13	0.1	0.06	0.04	
6	Ascenso a la torre	A2	B1	A	B	0.32
		0.13	0.1	0.06	0.03	
7	Instalación de la antena	A2	C2	A	B	0.24
		0.13	0.02	0.06	0.03	
8	Configuración del equipo	C1	C1	C	B	0.16
		0.06	0.05	0.02	0.03	
9	Prueba de señal	A1	C1	B	B	0.27
		0.15	0.05	0.04	0.03	
10	Conformidad de la señal	A1	C1	B	B	0.27
		0.15	0.05	0.04	0.03	
11	Coordinación para el descenso de la torre	C1	C1	A	A	0.21
		0.06	0.05	0.06	0.04	
12	Descenso de la torre	A1	C1	B	B	0.27
		0.15	0.05	0.04	0.03	
13	Entrega de tarea/trabajo	C1	C1	A	A	0.21
		0.06	0.05	0.06	0.04	
14	Recojo de equipo y materiales de trabajo	C2	B1	C	D	0.15
		0.03	0.1	0.02	0	

Anexo 10. Factor de calificación para las actividades del proceso final.

FACTOR DE DESEMPEÑO LABORAL (Fc)						
PROCESO		Instalación de red de telecomunicación				
EMPRESA		TECSITEL PERU E.I.R.L.				
N°	ACTIVIDADES	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Fc
1	Exploración del campo	C1	C2	C	C	0.11
		0.06	0.02	0.02	0.01	
2	Instalación de equipos y herramientas de trabajo	B2	B2	B	C	0.21
		0.08	0.08	0.04	0.01	
3	Recepción de materiales y herramientas	D	C2	C	B	0.07
		0	0.02	0.02	0.03	
4	Evaluación de factores de Seguridad en el trabajo	A2	B1	A	A	0.33
		0.13	0.1	0.06	0.04	
5	Verificación del uso de EPP	C1	B2	B	B	0.21
		0.06	0.08	0.04	0.03	
6	Conformidad para el ascenso	C1	D	C	C	0.09
		0.06	0	0.02	0.01	
7	Ascenso a la torre	A2	B1	A	B	0.32
		0.13	0.1	0.06	0.03	
8	Configuración del equipo	C1	C1	C	B	0.16
		0.06	0.05	0.02	0.03	
9	Conformidad de señal	A1	C1	B	B	0.27
		0.15	0.05	0.04	0.03	
10	Descenso de la torre	A2	B1	A	B	0.32
		0.13	0.1	0.06	0.03	
11	Entrega del trabajo	C1	C1	A	A	0.21
		0.06	0.05	0.06	0.04	
12	Recojo de equipos, materiales y herramientas	C2	B1	C	D	0.15
		0.03	0.1	0.02	0	

Anexo 11. Suplementos de trabajo para el desarrollo de las actividades del proceso inicial.

N°	SUPLEMENTOS DE LA OIT
NP	Necesidades personales
BF	Básico por Fatiga
A	Trabajo de pie
B	Postura normal
C	Uso de la fuerza o energía
D	Iluminación
E	Condiciones atmosféricas
F	Tensión visual
G	Ruido
H	Tensión mental
I	Monotonía mental
J	Monotonía física

SUPLEMENTOS DE TRABAJO														
N°	ACTIVIDADES	NP	BF	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	TOTAL
1	Exploración del campo	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	2%	0%	1%	0%	0%	14%
2	Instalación de equipos de ascenso	5%	4%	2%	2%	1%	0%	0%	2%	0%	1%	0%	0%	17%
3	Recepción de herramientas y materiales	5%	4%	2%	0%	3%	0%	0%	2%	0%	1%	0%	0%	17%
4	Coordinación para el uso de EPPS	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	2%	0%	1%	0%	0%	14%
5	Revisión del protocolo de trabajo en altura	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	2%	0%	1%	0%	0%	14%
6	Ascenso a la torre	5%	4%	2%	7%	2%	0%	0%	2%	0%	4%	0%	0%	26%
7	Instalación de la antena	5%	4%	2%	2%	0%	0%	0%	2%	0%	4%	0%	0%	19%
8	Configuración del equipo	5%	4%	2%	2%	2%	0%	0%	2%	0%	1%	0%	0%	18%
9	Prueba de señal	5%	4%	2%	2%	0%	0%	0%	2%	0%	1%	0%	0%	16%
10	Conformidad de la señal	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	2%	0%	1%	0%	0%	14%
11	Coordinación para el descenso de la torre	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	2%	0%	1%	0%	0%	14%
12	Descenso de la torre	5%	4%	2%	7%	1%	0%	0%	2%	0%	4%	0%	0%	25%
13	Entrega de tarea/trabajo	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	2%	0%	1%	0%	0%	14%
14	Recojo de equipo y materiales de trabajo	5%	4%	2%	0%	2%	0%	0%	2%	0%	1%	0%	0%	16%

Anexo 12. Suplementos de trabajo para el desarrollo de las actividades del proceso final.

N°	SUPLEMENTOS DE LA OIT
NP	Necesidades personales
BF	Básico por Fatiga
A	Trabajo de pie
B	Postura normal
C	Uso de la fuerza o energía
D	Iluminación
E	Condiciones atmosféricas
F	Tensión visual
G	Ruido
H	Tensión mental
I	Monotonía mental
J	Monotonía física

SUPLEMENTOS DE TRABAJO														
N°	ACTIVIDADES	NP	BF	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	TOTAL
1	Exploración del campo	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	2%	0%	1%	0%	0%	14%
2	Instalación de equipos y herramientas de trabajo	5%	4%	2%	2%	1%	0%	0%	2%	0%	1%	0%	0%	17%
3	Recepción de materiales y herramientas	5%	4%	2%	0%	3%	0%	0%	2%	0%	1%	0%	0%	17%
4	Evaluación de factores de Seguridad en el trabajo	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	2%	0%	1%	0%	0%	14%
5	Verificación del uso de EPP	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	2%	0%	1%	0%	0%	14%
6	Conformidad para el ascenso	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	2%	0%	1%	0%	0%	14%
7	Ascenso a la torre	5%	4%	2%	7%	2%	0%	0%	2%	0%	4%	0%	0%	26%
8	Configuración del equipo	5%	4%	2%	2%	2%	0%	0%	2%	0%	1%	0%	0%	18%
9	Conformidad de señal	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	2%	0%	1%	0%	0%	14%
10	Descenso de la torre	5%	4%	2%	7%	1%	0%	0%	2%	0%	4%	0%	0%	25%
11	Entrega del trabajo	5%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	2%	0%	1%	0%	0%	14%
12	Recojo de equipos, materiales y herramientas	5%	4%	2%	0%	2%	0%	0%	2%	0%	1%	0%	0%	16%

Anexo 13. Clasificación de materiales de trabajo.



Anexo 14. Orden de herramientas y materiales de trabajo.



Anexo 15. Limpieza de las zonas de trabajo.



Anexo 16. Carta de autorización de la empresa.

“Año del fortalecimiento de la soberanía nacional”


Universidad César Vallejo — Sede Chepén
Escuela de Ingeniería

YO, Esaú Antonio Tapia Contreras, Identificado con DNI N.º 47114617, Gerente de la EMPRESA TECSITEL PERU EIRL, con Ruc N.º 20605908285, me dirijo a ustedes para autorizar a Solsol Jara Richard Michael con DNI N.º 47842662. Estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial de la universidad Cesar Vallejo, a utilizar información de la empresa para el proyecto de investigación denominada “Aplicación de las herramientas Lean Manufacturing y su efecto en la productividad de la empresa TECSITEL PERU EIRL, Trujillo -2022.

Los estudiantes asumen que toda la información, análisis, investigación y el resultado de su proyecto serán de uso solamente académico.

TRUJILLO, 15 de Noviembre 2022

Atentamente,



ESAU TAPIA CONTRERAS
Titular Gerente
TECSITEL PERU E.I.R.L.

ESAU ANTONIO TAPIA CONTRERAS
Gerente General



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CRUZ SALINAS LUIS EDGARDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHEPEN, asesor de Tesis titulada: "Aplicación de las herramientas Lean Manufacturing y su efecto en la productividad de la empresa TecsiteL Perú EIRL, Trujillo, 2022.", cuyo autor es SOLSOL JARA RICHARD MICHAEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 28.00%, 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.

CHEPÉN, 23 de Noviembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CRUZ SALINAS LUIS EDGARDO DNI: 19223300 ORCID: 0000-0002-3856-3146	Firmado electrónicamente por: LECRUZS el 13-12- 2022 08:22:27

Código documento Trilce: TRI - 0451877