



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Aplicación de Lean Manufacturing para incrementar la productividad
de la empresa Metal Industria e Ingeniería S.A.C, Trujillo – 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

AUTOR:

Valiente Canales, Brayam Jeremy (orcid.org/0000-0002-3958-0781)

ASESOR:

Dr. Estela Tamay, Walter (orcid.org/0000-0003-0016-7962)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

TRUJILLO – PERÚ

2023

Dedicatoria

Este espacio está dedicado a lo más importante de mi vida, que son mi madre Milagros del Pilar Canales Sandoval, a mi padre Henry Juver Valiente Arce y a mi hermana Bricely Jerome Valiente Canales, que son el impulso que necesito día a día para continuar hacia mis logros y poder lograrlos como profesional. Y, por último, dedicárselo a mi abuela Carmen Evelia Sandoval Córdova, que para mí significa una persona de gran carácter y determinación para sacar a su familia adelante sin el apoyo de nadie.

Agradecimiento

De antemano, agradecerle al Ing. Walter Estela Tamay que gracias a sus aportes como guía académico pude culminar el sustento de mi proyecto de tesis satisfactoriamente. A toda mi familia, por aportar un granito de arena para este proyecto. A la empresa Metal Industria e Ingeniería sac, por brindarme el apoyo necesario para concretar mi proyecto de tesis.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, ESTELA TAMAY WALTER, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis Completa titulada: "Aplicación de Lean Manufacturing para incrementar la productividad de la empresa Metal Industria e Ingeniería S.A.C, Trujillo – 2023", cuyo autor es VALIENTE CANALES BRAYAM JEREMY, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 14.00%, 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 Completa 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.

TRUJILLO, 28 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
ESTELA TAMAY WALTER DNI: 16684488 ORCID: 0000-0003-0016-7962	Firmado electrónicamente por: WESTELA el 29-12- 2023 17:54:50

Código documento Trilce: TRI - 0711125



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, VALIENTE CANALES BRAYAM JEREMY estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Aplicación de Lean Manufacturing para incrementar la productividad de la empresa Metal Industria e Ingeniería S.A.C, Trujillo – 2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

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

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

Nombres y Apellidos	Firma
VALIENTE CANALES BRAYAM JEREMY DNI: 70034271 ORCID: 0000-0002-3958-0781	Firmado electrónicamente por: BJVALIENTEV el 10- 01-2024 11:05:56

Código documento Trilce: INV - 1424516

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Declaratoria de Autenticidad del Asesor	iv
Declaratoria de Autenticidad del Autor	v
Índice de contenidos	vi
Índice de tablas	vii
Índice de figuras	viii
Resumen	ix
Abstract	x
I. INTRODUCCIÓN	11
II. MARCO TEÓRICO	15
III. METODOLOGÍA	22
1.1. Tipo y diseño de investigación.....	22
1.1.1. Tipo de investigación.	22
1.1.2. Diseño de Investigación.	22
1.2. Variables y Operacionalización.....	23
1.3. Población, muestra y muestreo.	24
1.3.1. Población.	24
1.3.2. Muestra.	24
1.3.3. Muestreo.	24
1.3.4. Unidad de análisis.....	25
1.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	25
1.5. Procedimientos	26
1.6. Método de análisis de datos	26
1.7. Aspectos éticos.....	27
IV. RESULTADOS	28

V. DISCUSIÓN.....	58
VI. CONCLUSIONES.....	61
VII. RECOMENDACIONES.....	63
REFERENCIAS	64
ANEXOS	69

Índice de tablas

Tabla N°1. Esquema del Diseño de Investigación.....	23
Fuente: Elaboración propia.....	23
Tabla N°2. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.	25
Tabla N°3. Causas Primordiales que afectan a la empresa.....	28
Tabla N°4. Clasificación de las causas seleccionadas.....	30
Tabla N°5. Puntuación según la Evaluación 5s.....	33
Tabla N°6. Productividad del mes de mayo (pre – test).....	34
Tabla N°7. Productividad Pre – Test (Mayo – Julio).....	35
Tabla N°8. Orden de cada Material	36
Tabla N°9. Tipos de limpieza.....	40
Tabla N°10. Auditorias	42
Tabla N°11. Inventario de máquinas.....	43
Tabla N°12. Tipo y Características de los equipos en la empresa.....	44
Tabla N°13. Gastos en mantenimiento por mes	44
Tabla N°14. OOE de la maquinaria existente en la empresa.	45
Tabla N°15. Check list del Mantenimiento Autónomo.	46
Tabla N°16. Criticidad de la maquinaria.....	47
Tabla N°17. Gastos en mantenimiento después de la aplicación	48
Tabla N°18. Variación de costos.....	49
Tabla N°19. OEE luego de la aplicación TPM	49

Tabla Nº20. Causa y efecto de problemas al laborar.	51
Tabla Nº21. Productividad del mes de agosto (post – test).	55
Tabla Nº22. Productividad Post – Test (Agosto – Octubre)	55
Tabla Nº23. Pre – Test y Post – Test de la productividad.....	55

Índice de figuras

Imagen Nº 1	Diagrama de Ishikawa (Causa – Efecto).....	29
Imagen Nº 2	Pareto de los problemas en la Empresa.	31
Imagen Nº 3	Flujograma.....	32
Imagen Nº 4	Gráfico Radial del mes de mayo.	33
Imagen Nº 5	Croquis del área a trabajar	38
Imagen Nº 6	Tareas de limpieza en el Área de Operaciones	38
Imagen Nº 7	Check List del Área de Operaciones	40
Imagen Nº 8	Frecuencia de la criticidad	48
Imagen Nº 9	DAP REQUERIMIENTO CORTE Y SOLDEO	50

Resumen

El presente estudio de investigación que tiene como objetivo principal aumentar la productividad de mano de obra y maquinaria usando distintas herramientas Lean, para el área de producción en la Empresa Metal Industria E Ingeniería S.A.C. Se logró un diseño pre – experimental con un enfoque cuantitativo de tipo aplicada. En lo que respecta a la población, se conformó por el área de producción, para los meses de Mayo - Julio del Pre – Test, y Agosto – Octubre del Post – Test para el año 2023. Luego se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia.

Se empezó con el desarrollo de técnicas como la observación, recolección de datos para el análisis de los problemas que aquejan a la empresa, luego se plasmó en un Ishikawa, y junto a ello se usó un Diagrama de Pareto, También, se realizó un Diagrama de flujo para el área de producción, para las 5s se usó un Formato de Evaluación 5s , y por último, se hizo un cuadro de la productividad para mano de obra(PMO) y maquinaria(PM) de los meses del Pre – Test, teniendo como resultado para PMO un promedio de 0.48 y PM un promedio de 0.53 requerimientos/hora al día respectivamente, haciendo uso del Excel.

Para los resultados obtenidos, al lograr aplicar las 5s se obtuvo un aumento en promedio de 49 a 92 puntos según el formato de evaluación 5s. En la aplicación del TPM se obtuvo un aumento del OEE de 33.85% a 70.32% y una disminución para costos de mantenimiento del s/.1624.90 a s/.708.00. por último, al aplicar el Poka Yoque logró disminuir el 80% de los errores encontrados para el mantenimiento de un remolque, se hizo uso de 7 DAP, analizando la demora de los tiempos de cada requerimiento, dando como resultado una disminución de 56.83 hrs a 48.17 hrs. Luego analizando la productividad final del Post – Test se obtuvo una productividad de mano de obra del 0.85 y maquinaria del 0.90 requerimientos/hora al día. Donde se logró concluir que estas herramientas aplicadas en la empresa logran un impacto positivo, demostrando las mejoras en la productividad de mano de obra y maquinaria.

Palabras clave: Lean Manufacturing, Productividad, 5s, TPM, Poka Yoque.

Abstract

The main objective of this research study is to increase the productivity of labor and machinery using different Lean tools, for the production area at the Company Metal Industria E Ingeniería S.A.C. A pre-experimental design was achieved with an applied quantitative approach. Regarding the population, it was made up of the production area, for the months of May - July of the Pre-Test, and August - October of the Post-Test for the year 2023. Then, non-probabilistic sampling was used for convenience. .

It began with the development of techniques such as observation, data collection for the analysis of the problems that afflict the company, then it was captured in an Ishikawa, and along with it a Pareto Diagram was used. Also, a Diagram was made of flow for the production area, for the 5s a 5s Evaluation Format was used, and finally, a productivity table was made for labor and machinery for the months of the Pre-Test, resulting in a PMO average of 70% and PM an average of 49% respectively, using Excel where we project goals of 0.15.

For the results obtained, it was possible to apply the 5s tool, the TPM and the Poka Yoque. By applying the 5s, an average increase was obtained from 49.83% to 92.59% according to the 5s evaluation format. In the application of the TPM, an increase in OEE was obtained from 34.69% to 72.3% and a decrease in maintenance costs from s/.1624.90 to s/.708.00. Finally, when applying the Poka Yoque, 7 DAP was used, analyzing the delay in the times of each requirement, resulting in a decrease from 56.83 hrs to 48.17 hrs in carrying out the repair of each Trailer. Then analyzing the final productivity, for the months of August - October, a labor productivity of 107% and machinery of 90% was obtained. Where it was concluded that these tools applied in the company achieve a positive impact, demonstrating improvements in the productivity of labor and machinery.

Keywords: Lean Manufacturing, Productivity, 5s, TPM, Poka Yoque.

I. INTRODUCCIÓN.

A medida que las economías de todo el mundo se vuelven cada vez más integradas, las empresas y organizaciones manufactureras deben adaptar sus métodos de fabricación para adaptarse a los cambios en la economía global. El aumento de la competencia y el posicionamiento rápido y ordenado entre empresas de un mismo sector industrial llevan a las organizaciones a superar parámetros de calidad y productividad con bajos recursos. Por lo tanto, muchas empresas entienden que su supervivencia comercial depende principalmente de fabricar bienes de alta calidad y brindar los mejores servicios (Canahua Afaza, 2021).

El instituto de Estudios Económicos y Sociales (IEES, 2021) Nos dice que, de enero hasta abril del 2021, la producción de la industria procesadora de metales o más conocida como metalmecánica aumentó un 39,6% interanual. Este resultado positivo fue explicado por 26 de los 31 sectores de la industria. De las 26 industrias que mostraron cambios positivos en los primeros cuatro meses del año, 16 de ellas ya superaron el nivel epidémico, algunas de las cuales se ven favorecidas por el mayor dinamismo de la industria de la construcción (estructuras metálicas, cables, maquinaria, etc.). por lo tanto, la mayoría de los productos han sido beneficiados de acuerdo a la normalidad vigente, como bicicletas, motos, electrodomésticos, muebles y otros productos. En 2020, la industria procesadora de metales disminuyó un 10,8% respecto a 2019 al cesar la actividad. Aunque la actividad económica se reanudó con la primera fase de la recuperación económica, desde diciembre de 2020 se ha logrado una recuperación (+2,5%), dependiendo de la dinámica de otros sectores económicos.

Por otra parte, en Colombia según el análisis de la (Oficina de Estudios Económicos del Ministerio de Comercio, 2023) la producción real en manufactura creció un 0,4% en febrero de 2023, con el proceso de refinado del petróleo; fabricación de detergentes y jabones y producción de bebidas, los subsectores que aportaron más a este cambio de nivel, contribuyendo con 2,5 puntos porcentuales al cambio de la industria. A febrero de 2023, las provincias con mayor crecimiento en la producción respecto al mismo periodo de 2022 son Boyacá, Bolívar y Risaralda, con incrementos del 15,7%, 13,3% y 5,9% respectivamente.

La industria manufacturera peruana, especialmente el sector de maquinaria metálica, está viendo una demanda creciente gracias a los proyectos de inversión anunciados para los próximos años. El sector industrial productivo más importante de la economía nacional es el de maquinaria metalúrgica, lo cual tiene un efecto de arrastre en la economía nacional (Gamarra Conder & Avila Chumpisuca, 2020).

El Instituto de Economía y Desarrollo Empresarial (IEDEP, 2020), Asegura que la economía en el Perú durante el año 1960 y 2019, presentó notables variaciones a lo que corresponde al sector primario, secundario y terciario. En donde, La manufactura que corresponde dentro del sector secundario, electricidad, construcción, representó el 20% del PBI en el año 2019. Entre los años 1960 y 2019 este sector estaba representado por el 22% del PBI y en los años 2001 y 2019 tuvo un incremento ligero al 22.2% de la producción. El (IEDEP) analizó considerables aumentos para el sector. En la década de 1960, la tasa de contribución de la industria manufacturera al segundo PIB rondaba el 80%, a principios de este siglo superaba el 70%, para 2018 y 2019 alcanzaba el 62,5% y el 61,2% consecuentemente. Todo esto se debe a la ampliación de cada acción, como son: la electricidad, la construcción y agua que han representado en promedio el 28,7% y el 8,9% del sector secundario en los últimos cinco años.

Como resultado, los analistas (FocusEconomics, Consensus, Forecast, & LatinFocus, 2023), pronostican que la manufactura peruana crecerá un 1,1% este año, superando el promedio latinoamericano. Además, también han analizado el año 2024, por lo que se espera que la producción de la industria peruana crezca un 1,8%. Por lo tanto, las empresas manufactureras deben aprovechar las oportunidades en la situación de promoción de ventas de este año y deben innovar si tienen soluciones técnicas de primera clase.

Por otro lado, Las empresas hoy en día innovan para poder aumentar su nivel de eficiencia de acuerdo a los procesos que realizan y, así, tener el servicio sobre la elección del cliente; de acuerdo a esta razón, las corporaciones usan recursos disponibles para lograr competir en el mercado manufacturero, ser competitivos está siendo cada vez más difícil porque los clientes solicitan productos o

servicios a buen precio, buena calidad y se logren adquirir en menor tiempo, además, el mercado pretende que las empresas, sus administradores, socios, trabajadores, brinden una mayor responsabilidad social.

No obstante, pese a los proyectos multimillonarios que la industria de maquinaria de metal tiene que entregar, las empresas de la industria de Metalmecánicas en Perú aún enfrentan una gran amenaza, a saber, sobre la competencia extranjera (Di Natale, Picón, Quezada, & Toro, 2017).

China y EE.UU. son competidores industrializados que brindan cadenas de fabricación actualizada, con productos de bajos precios y de calidad, siendo superiores a las industrias locales. Además, los contratos, pagos y financiamientos se manejan de manera diferente entre empresas extranjeras y nacionales, ya que los tiempos de pago son más cortos y los procedimientos de trabajo son menos complejos. (Flores, 2018).

Entre los procesos manufactureros que resaltan en la industria, lo que más se produce es, motores eléctricos, transformadores, generadores (132,8%), motocicletas (22,8%), accesorios y repuestos para vehículos (15,3%), carrocería para remolques, autos, camiones (8,5%), manufactura de varios productos fabricados en metal (7,1%), turbinas y motores (6,8%), herramientas y productos de ferretería varios (6,7%), productos mecánicos de metal estructural (6,6%), cables varios (6,3%) y baterías varias (3,9%). (Mariátegui, 2020).

En la Libertad, especialmente en Trujillo se ubican distintas macros y micro empresas del rubro Metalmecánico, la cuestión, duda y problema de este sector industrial Metalmecánico es su informalidad, lo cual conlleva a que universitarios no hagan sus prácticas profesionales y esto implica a que no haya mejoras en los procesos. Esta investigación se realizará en la empresa Metal Industria e Ingeniería S.A.C. está dedicada al mantenimiento, fabricación, montaje y electromecánicos, contando con más de un año de experiencia en el mercado Metalmecánico, ubicada en la ciudad de Trujillo. En base a su gran participación en el mercado industrial metalmecánico la empresa cuenta con convenios con nuevas empresas, donde se enfocan en el mantenimiento y fabricación de estructuras metálicas como: remolques, chasis de camiones, implementos de

carrocerías. Por lo tanto, la empresa no cuenta con un plan estratégico en cuanto a la producción, retrasos en la entrega de servicios por falla de herramientas, también, en el área de soldado existen demoras por no contar con equipos adecuados y óptimos para el trabajo, por último, no existe una buena adquisición de materia prima, herramientas manuales, consumibles, EPP'S, estando mal distribuida el área de almacén. Ya una vez identificado los errores, se procedió a implementar el método Lean Manufacturing y analizar el impacto que existe en la productividad.

En base al contexto suscitado, como problema se formuló: ¿De qué modo la aplicación de un método Lean Manufacturing ayuda a incrementar la productividad de la empresa Metal industria e Ingeniería S.A.C., Trujillo - 2023? El presente trabajo de investigación es teóricamente justificado, ya que brindará y mejorará el conocimiento de los trabajadores de la empresa Metal Industria, a diferencia de las teorías ya propuestas por otros autores, lo que prevé un crecimiento exponencial del personal, brindándoles la posibilidad de desarrollo profesional. Por lo tanto, siguiendo las normativas universitarias se logra justificar metodológicamente, los modelos lean y la implementación de procesos adecuados para obtener resultados de óptima calidad, contribuyendo así a investigaciones a futuro. Al final se demuestra de manera realista, ya que se implementarán herramientas Lean para dar solución a problemas de investigación.

Como objetivo general se tiene aplicar la metodología Lean Manufacturing para incrementar la productividad de la empresa Metal Industria e Ingeniería S.A.C., Trujillo – 2023. Para lograrlo implementamos los siguientes objetivos específicos: Diagnosticar el estado actual de la empresa, aplicar un método Lean Manufacturing en la empresa, realizar una medición de la productividad final en la empresa Metal Industria e Ingeniería S.A.C.

Lo que se planteó en cuanto a la hipótesis es: La aplicación de la metodología Lean Manufacturing incrementa la productividad de la empresa Metal industria e Ingeniería S.A.C., Trujillo – 2023.

II. MARCO TEÓRICO.

Para una buena investigación los antecedentes cumplen un rol importante, ya que ayuda a verificar lo que se obtuvo como resultados, por ello como antecedentes tenemos a (Carrillo, Alvis, Mendoza, & Cohen, 2019), cuyo artículo de Investigación titulado como “Lean Manufacturing: 5 s y TPM, herramientas de mejora de la calidad. Caso empresa metalmecánica en Cartagena, Colombia”, Para todo proceso de mejora continua debe perfeccionar la calidad de trabajo, reduciendo progresivamente los retrasos, las pérdidas operativas o cualquier fallo, para que el uso de los recursos sea lo más óptimo posible. Es por ello que el objetivo principal de este estudio es realizar recomendaciones para la implementación de manufactura esbelta mediante el uso de herramientas lean y confiabilidad de procesos, facilitando así la búsqueda de oportunidades mutuamente beneficiosas en la utilización de recursos. Se utiliza para mejorar y optimizar recursos y procesos. Los datos históricos y el análisis del modo de falla indican que las fallas más comunes están relacionadas con la ejecución incorrecta de las operaciones de producción y la automatización de la máquina, entonces, si se implementan un ideal mantenimiento de la máquina, la gravedad y la frecuencia de las fallas serán significativamente menores. Entonces, se sugiere desarrollar un programa de inducción y actualizarlo para el correcto mantenimiento de los equipos.

(Linares Contreras, 2018), Para su tesis, que tiene como título, “Aplicación de Herramientas de Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la Empresa Soquitex,” Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Lima, Perú, 2018. Nos expone que, el propósito de este trabajo es implementar herramientas de manufactura esbelta para incrementar la productividad en Soquitex Corporation. Se trata de una Pyme que ha conseguido un enorme crecimiento y ha conseguido mejorar su posicionamiento gracias a precios competitivos frente a empresas de mayor tamaño. Si bien todavía no existe un sistema de producción estandarizado ni una productividad suficiente, tampoco existe una secuenciación de procesos. Se decidió realizar un estudio para utilizar herramientas de manufactura esbelta y aumentar la productividad con el fin de incrementar la competitividad de la empresa, que se dedica a la comercialización de insumos químicos en la industria textil. Para ello se utilizarán diferentes

herramientas para realizar cambios y reducir actividades que no generan valor. Gracias a los principios de lean Manufacturing, el sistema de distribución de pedidos está diseñado para lotes de trabajo más pequeños (Heijunka), cambiando la secuencia de actividades realizadas en los puestos para aumentar la productividad (takt time), de modo que finalmente se pueda reorganizar el espacio, mejorando el trabajo. (5S). El propósito de este proyecto de investigación es demostrar la aplicación de un sistema de trabajo para reducir el costo de insumos químicos a las empresas y aumentar la productividad. Mediante estos métodos de trabajo, los retrasos en los pedidos totales se redujeron en un 18%, la productividad aumentó en un 15% y la rotación de inventario se incrementó en un 10%. Los resultados obtenidos, muestran que la producción responde bien a la reprogramación para lograr una producción correcta basada en una demanda flexible.

(CHARAJA, 2020), de acuerdo a su trabajo de investigación titulada como, “aplicación de herramientas de lean Manufacturing para mejorar la productividad en empresas metal mecánica de aluminio, Lima”, Su propósito es determinar el impacto al implementar las diferentes herramientas lean en múltiples empresas industriales de metalurgia de maquinaria de aluminio. Para ello, evaluó si estas herramientas mejoran su productividad y calidad de elaboración de sus artículos que brinda. El estudio comparó las diferentes empresas revisadas en el documento y determinó que la productividad aumentó en todas ellas. Sin embargo, solo la mitad de las empresas mejoran su calidad al disminuir los productos en mal estado. Por lo mismo, se concluyó que para los casos que han sido analizados, la metodología LM es una herramienta importante para las PYMES de la industria de maquinaria de metal aluminio, permitiéndoles competir en el mercado con empresas más competitivas. Países que exportan productos a América Latina. Una mayor productividad y una menor cantidad de productos en mal estado le permitieron reducir costos y aumentar su competitividad de la fábrica sin invertir muchos recursos. Para asegurar la aplicación exitosa de esta metodología Lean, siempre se requiere el pacto de cumplimiento de la alta dirección de la empresa y de los empleados.

(Guitierrez & Terrones, 2021) En su tesis titulada como, “Implementación de la metodología Lean Manufacturing para aumentar la productividad de la curtiembre Ecológica del Norte EIRL, Trujillo - 2019” Nos dice que mediante la aplicación de un método LM, como lo es la herramienta 5S, Takt Time y Layout, siendo esta última como propuesta por limitaciones netamente de la empresa, la productividad aumentó del 0.53 con una capacidad de 30.35 pies²/(horas *hombre) al 0.67 con una capacidad de 37.95 pies²/(horas *hombre) con la herramienta de mejora continua. En cuanto al Takt time se logró reducir los de tiempos para la producción de 0.14 min/pies² a 0.11 min/pies². Por último, para la aplicación de la herramienta 5S hubo notables mejoras desde el 28% al 62% de su implementación en todo el transcurso que se logró realizar la investigación. Concluyendo que la LM mejorar la productividad notablemente.

(Angulo & Rodriguez , 2020) en su investigación titula, “Aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la empresa metalmecánica Promet E.I.R.L, Trujillo, 2019”, Esta tesis fue trabajada a través de aplicaciones de métodos y herramientas Lean production, teniendo como objetivo general “Aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la empresa metalmecánica Promet E.I.R.L., durante el año 2019.”; la herramienta esta aplicada a una población determinada de pedidos de la empresa. Para ello se utilizan el diagrama de Ishikawa, el principio de Pareto, etc. El principal resultado fue un aumento en el indicador de productividad de 0,52 a 0,59. Esto nos lleva a la conclusión de que la productividad aumenta notablemente.

Por otro lado, Lean Manufacturing está centrada en disminución de sobras o desechos que no aportan a una organización o empresa, con el respaldo de metodologías que se lograron procrear en el país de Japón principalmente en la empresa Toyota. En cuanto, al objetivo principal de la metodología Lean, es aumentar los niveles de productividad, la eficiencia, la competitividad y por ende la rentabilidad de las micro y macro empresas (Muñoz, Zapata, & Medina, 2022)

Los métodos y técnicas de manufactura esbelta fueron desarrollados paso a paso y empíricamente por Taiichi Ohno en un lapso de treinta y cinco años a través de comparaciones en fábricas, por ensayo y error e ideas generadas

directamente a partir de hechos que fueron observados directamente. Taiichi Ohno creó el (TPS) que viene a ser “Sistema de Producción Toyota”, sin el respaldo de un gran modelo matemático o una gran teoría; los desechos son considerados opuestos a la eficiencia de Plantas e ideando y experimentando con un grupo coherente de métodos para eliminarlos (MADARIAGA, 2021).

(Muñoz, Zapata, & Medina, 2022) Nos dicen que la aplicación de las herramientas Lean, para la gestión de los centros de trabajo, están implementadas para abonar, aumentar y mejorar el rango o nivel de lo que viene a ser la productividad y eficiencia en las micro o macro empresas. Al hábitat de trabajo, se entiende como un lugar donde se cumple con las metas y se tenga un orden de los recursos que se produce.

Nos hacen presente que para empezar con una aplicación de una metodología Lean, las 5S's, son el primer escalón y el más relevante. Las 5S's nacieron en la empresa Toyota, en el 1960, donde se necesitaba tener los espacios ordenados, limpios y organizados. Esta Metodología llamada 5S es la letra de cinco palabras en japonés, que respectivamente nombran a 5 etapas que son: Seiri (Clasificar), Seiton (Ordenar), Seiso (Limpieza), Siketsu (Señalizar), Shitsuke (Mantener). Conceptualmente las palabras son muy sencillas y, por ende, la aplicación aún más, la dificultad radica en mantener la disciplina y los hábitos de trabajo.

El pensamiento Poka Yoke existió tiempo atrás, Shingeo Shingo, ingeniero de producción fue la persona que logró desarrollar el pensamiento como una herramienta para lograr “Cero Defectos” y continuamente suprimir el control de calidad. Si bien sabemos Poka Yoke es una metodología y herramienta Lean que significa aprueba de errores. Siendo como objetivo principal la prevención de errores, entonces esto lleva establecer la calidad en el proceso. Tiene como indicadores para la implementación, alta calidad, disminución de reprocesos, cliente satisfecho. (Muñoz, Zapata, & Medina, 2022)

Según (Avilez Avellaneda, 2022), En su trabajo de suficiencia, titulada como “Aplicación de la herramienta Poka Yoke – 5s para la mejora de la productividad en el proceso de pruebas de carga y control de calidad en ascensores del modelo s3300 en la empresa TSC ASCENSORES” Universidad Privada del Norte, Lima,

2022. El objetivo principal del siguiente proyecto es incrementar la productividad del proceso de pruebas de carga y control de calidad del ascensor modelo S3300 de la empresa TSC Ascensores E.I.R.L. Aplicar herramientas de fabricación ajustada, como la corrección de errores y las 5S. Se pueden identificar causas directamente relacionadas con altas tasas de cancelación de ascensores y altas tasas de reinspección de control de calidad. Una vez que haya identificado las razones de la baja productividad de su empresa, puede implementar las herramientas del Ciclo de Deming: Planificar, Hacer, Verificar y Actuar. Las herramientas de gestión implementadas incluyen: diagramas de comunicación efectiva, procedimientos estándar e informes de trabajo como parte de la aplicación Poka Yoke, además se aplica las 5S en una metodología basada en la limpieza y el orden del almacén. Durante 2021 se lograron resultados notables, al reducirse el índice de cancelación de ascensores de 65% a 5%, reducirse la carga de trabajo de re – inspección de 23% a 7% y en este período se logró un beneficio económico total de S/34,432.00, lo que trajo mejores resultados. resultados para la confiabilidad de nuestros clientes. Finalmente, la creación de este trabajo de competencia profesional mejora las condiciones laborales, desarrolla los procedimientos de las actividades diarias y delega responsabilidades en el personal de la empresa y proporciona una formación que ayuda a mejorar sus competencias profesionales.

La Total Productive Maintenance (TPM), reconocido mundialmente como un enfoque holístico para cuando se realiza el mantenimiento de maquinarias y equipos, se esfuerza por conseguir métodos de producción casi en perfectas condiciones. El mantenimiento autónomo es donde el propio operador es el que realiza el mantenimiento a su maquinaria o equipo, donde al mismo tiempo que se acentúa el mantenimiento preventivo. Los procesos de mejora y la mejora continua son pilares clave del TPM. El proceso TPM garantiza menos fallas, tiempo de inactividad y defectos al mismo tiempo que reduce los costos y atrae empleados por debajo del nivel C. La comunicación entre los trabajadores de operaciones y el apoyo de la alta dirección facilitan la funcionalidad del TPM. TPM mejora las condiciones de operación del equipo, permitiendo que la máquina alcance la mayor eficiencia posible y permitiendo que el equipo mantenga niveles óptimos de rendimiento y confiabilidad. TPM también puede

extender la vida útil del equipo, reducir o eliminar averías, eliminar funcionamientos lentos o interrupciones menores y apuntar a cero defectos y cero accidentes mientras mantiene a los operadores 100% involucrados y comprometidos. (Agustiady & Cudney, 2018).

El VSM (Value Stream Mapping) o mapeo de la cadena de valor, es una tecnología que se logró desarrollar bajo el modelo de Producción – Ajustada para ayudar a las pequeñas y medianas empresas a mejorar sus procesos productivos. Esta técnica poderosa pero simple puede afinar y diferenciar el verdadero valor de un producto como ninguna otra. La ventaja de esta herramienta es su practicidad y sencillez. (García Cantó & Amador Gandía, 2019).

La palabra Kaizen proviene de la combinación de dos palabras japonesas: KAI quiere decir cambiar y ZEN que significa mejora. La sustancia de Kaizen es simple y directa: Kaizen quiere decir mejorar. Además, supone una mejora incremental y continua que involucra a todos los integrantes de la organización, altos directivos, directivos y trabajadores. Kaizen es asunto de todos. La mejora se puede dividir en mejora e innovación. Kaizen significa realizar pequeñas mejoras en el statu quo; implica un progreso incremental, lento y a menudo invisible, cuyos efectos son visibles a largo plazo. (Osmar, 2014).

La productividad proviene de la conexión, combinación, de la producción y cada factor o recurso que utilizamos para lograr la producción realizada, es decir, la conexión entre insumos y la producción. (FONTALVO , DE LA HOZ , & MORELOS , 2018) entienden que la productividad es la forma en que se utiliza cada factor de producción de la ejecución de bienes y servicios para satisfacer los gustos y requerimientos sociales, y deducen que es una estrategia importante de cada empresa para hacer de ellos sus productos y servicios de calidad elevada (Guzel, 2021).

Calidad, en el sector industrial de servicios se refiere al contacto directo con el personal, brindando el buen trato y la mejor preparación para servir. (Hernández, Barrios, & Martínez) También, nos dice que para impulsar la calidad significa una

oportunidad para mejorar la competitividad empresarial a través de la conexión entre productos o servicios y clientes, una forma de adaptarse a los cambios del mercado actual que requiere estrategias y métodos precisos con el menor riesgo posible.

La eficiencia para una empresa o producción industrial se calcula con indicadores fundamentados al dividir resultados que se obtienen entre los recursos que se emplean (MADARIAGA, 2021).

Eficacia para términos económicos, se basa en el intelecto de las empresas para efectuar objetivos predeterminados en condiciones preestablecidas. Como tal, es una suposición sobre los desafíos de la producción y su realización dentro de sus propios parámetros. (Sanchez, 2020).

III. METODOLOGÍA.

3.1. Tipo y diseño de investigación.

3.1.1. Tipo de investigación.

Viene a ser de *Tipo Cuantitativa* por lo que las variables serán observadas, medidas e interpretadas en cantidades de números.

Será *Tipo Longitudinal* debido a la evolución del fenómeno en estudio, por lo que, la variable dependiente (productividad) será estudiada (medida) en dos oportunidades durante el análisis (Pre – Test y Post – Test), para determinar cambios en el valor o cambios en su magnitud.

Según la finalidad para la que se persiga, la investigación cumple los requisitos para ser considerada como aplicada, maneja herramientas de mejora continua en el ámbito del marco conceptual de la metodología Lean Manufacturing porque con base en el conocimiento previo del investigador, se propondrá una estrategia para resolver un problema específico, y los beneficios pueden ayudar a un grupo de individuos o a una comunidad (Garay , Hilario , & Flores , 2021).

3.1.2. Diseño de Investigación.

Para (Arispe , y otros, 2020) El diseño es una guía para que los investigadores desarrollen procesos de investigación relacionados con la obtención de información. En otras palabras, depende de la pregunta y los objetivos de una investigación.

Para ello la siguiente investigación está sujeta a un diseño experimental de tipo estudio Pre – Experimental, porque implica un barrido de cuestiones que se tendrá que modificar por la persona a cargo de investigar, con la ayuda de la manipulación de variables de la metodología Lean Manufacturing, con la pretensión de incrementar la productividad de la empresa. Se tendrá un control bajo de

acuerdo con la variable independiente, lean Manufacturing, es decir, una Pre y Post prueba y así tener mejor control con la variable dependiente que es la productividad en la empresa Metal Industria e Ingeniería S.A.C.

Tabla N.º 1 *Esquema del Diseño de Investigación.*

M	01 x 02	
01 Pre – Prueba	Aplicación de la metodología <u>Lean Manufacturing</u>	02 Post – Prueba
<p>M = Muestra.</p> <p>01 = Primer instancia, estado de la Productividad en empresa Metal industria e Ingeniería S.A.C. antes de aplica la metodología Lean Manufacturing.</p> <p>X = Aplicación de la metodología Lean Manufacturing.</p> <p>02 = Segunda instancia, estado de la Productividad en empresa Metal Industria S.A.C. luego de aplicar la metodología Lean Manufacturing.</p>		

Fuente: Elaboración propia.

3.2. Variables y Operacionalización.

En las investigaciones, las variables son las distintas cualidades de los organismos, fenómenos u objetos que pueden observarse, analizarse y controlarse durante el inicio de una investigación, con características variables (Blanco Muñoz, 2018).

Variable Dependiente: Productividad.

Expresa los resultados obtenidos por el proceso con respecto a los recursos utilizados y el tiempo empleado por la mano de obra, así mismo se evalúa el desempeño de los trabajadores y la relación entre los bienes y servicios prestados (Hu, Liang, & Yipeng, 2017).

- **Definición Operacional:** Para lograr medir la Productividad se ha empleado dos dimensiones productividad recursos utilizados y productividad mano de obra con sus respectivos indicadores de la mano de una ficha. **(Anexo 1)**
- **Dimensión de la productividad es:** Productividad de la mano de obra: Relación entre servicios prestados y horas trabajadas. Productividad de la maquinaria: Relación entre la producción y la disponibilidad de la maquinaria.

Variable Independiente: Metodología Lean Manufacturing.

La metodología de manufactura esbelta es una filosofía de producción que agrupa técnicas para facilitar el diseño de sistemas a un costo mínimo, alta flexibilidad y calidad competitiva; permitiendo a las empresas reducir inventarios, reducir demoras y reducir costos (Salazar López, 2019).

3.3. Población, muestra y muestreo.

3.3.1. Población.

Medidas de productividad del área de producción, durante 26 días. Para esto se tomó en cuenta un periodo de 6 meses, (3 meses para el análisis Pre – Test y 3 meses de análisis para el Post – Test).

- **Criterio de inclusión:** solo se tendrá en cuenta la productividad que se efectúa en el área de producción.
- **Criterio de exclusión:** No se tendrá en cuenta los dominios de trabajo que no están dentro del área de producción.

3.3.2. Muestra.

Medidas de productividad para el Pest – Test de Mayo – Julio, para el Post – Test de Agosto – Octubre.

3.3.3. Muestreo.

Por conveniencia, donde el muestreo en este estudio será una recopilación de cifras no probabilísticas.

3.3.4. Unidad de análisis.

Lo que se utilizará como unidad para el análisis para este trabajo de investigación será cada dato o cifra que tiene la cadena de producción.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

En función de los objetivos específicos, se seguirán referenciando las técnicas e instrumentos utilizados para la recopilación de cifras en el progreso de esta investigación. En este estudio se utilizarán técnicas para la recopilación de cifras como: encuestas, observación directa, también se considerarán como herramientas de recolección de datos: cuestionarios, guías de observación.

Tabla N.º 2 *Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.*

OBJETIVO ESPECÍFICO	TÉCNICA	INSTRUMENTO
Determinar el estado actual de la empresa Metal Industria e Ingeniería S.A.C.	Análisis documental	Hoja de registro de producción del mes de Mayo, Junio y Julio (Anexo 3)
	Observación	Encuesta sobre causas que afectan la productividad (Anexo 2)
		Ishikawa (Imagen 1)
		Flujograma (Imagen 3)
		Diagrama de Pareto (Imagen 2)
		Formato de Evaluación 5s (Anexo 4)
		Gráfico Radial (Anexo 5)
Aplicar un método Lean Manufacturing en la empresa Metal industria	Observación	Check List (Imagen 9)
		Clasificación de materiales (Anexo 8)
		Tarjeta Roja (Anexo 8)
		Tareas de Limpieza (Imagen 7)
		Criticidad de la maquinaria (Tabla 16)
Realizar una medición de la productividad final en la empresa Metal Industria e Ingeniería S.A.C.	Análisis documental	Hoja de registro de producción del mes de Agosto, Septiembre y Octubre (Ver anexo 3)

Fuente: Elaboración propia.

3.5. Procedimientos

- Para poder diagnosticar el estado actual de la empresa Metal Industria e Ingeniería S.A.C., se conversará con Gerencia para poder recaudar información sobre la cadena de producción o proceso, se utilizará el Análisis documental, mediante la Hoja de registro del mes de mayo, junio y julio también, se hará uso de la observación utilizando el instrumento de Flujograma, mediante un software llamado Bizagi, también identificaremos los problemas que existen en el proceso productivo, donde plasmaremos dichos problemas en un diagrama de Ishikawa, donde nos servirá también para el Diagrama de Pareto. Por otro lado, para las 5s nos ayudará el Formato de Evaluación 5s donde obtendremos un gráfico radial.
- En cuanto, a la aplicación de un método Lean Manufacturing, También, debemos tomar nota del proceso productivo para poder crear un check list, esto mediante la técnica de observación, para poder lograr dar una evaluación a la metodología 5s, lo cual mide el nivel con que se cumple dicha metodología.
- Por último, para lograr realizar una medición de la productividad final, luego de aplicar un método Lean Manufacturing, usaremos un análisis documental mediante un registro de producción, datos que serán plasmados en la Hoja de registro de datos.

3.6. Método de análisis de datos

Este estudio de trabajo ha requerido entender cómo se podría manipular la variable independiente que es (Lean Manufacturing) para mejorar la variable dependiente que es (productividad) de la empresa Industria e Ingeniería del Metal S.A.C.

Análisis:

- Descriptivo, Para explicar y examinar cómo se comporta la productividad dentro de la empresa Metal Industria e Ingeniería

S.A.C., usaremos bases matemáticas que se obtiene de la estadística descriptiva, esto se llevará a cabo mediante el cálculo de la prueba de normalidad.

- Ligado a la Hipótesis, utilizaremos la aplicación de la T de Student.

3.7. Aspectos éticos

Esta investigación, estará ligada mediante el código de ética RCUN°0262- 2020-UCV donde tendremos la obligación de respetar la legitimidad de los autores que referenciamos, también, la fiabilidad de las cifras obtenidas mediante la aplicación de instrumentos en la empresa Metal industria e Ingeniería S.A.C., y, por último, este documento será revisado por el docente donde tendremos que dar originalidad pasando por la plataforma turnitin que brindó la Universidad César Vallejo.

IV. RESULTADOS

Para lograr alcanzar los resultados se empezó con los objetivos presentados anteriormente.

Resultado 1: Diagnostico del estado actual de la empresa Metal Industria e Ingeniería S.A.C.

Delimitación de Problemas que aquejan a la empresa

Para poder tener un buen diagnóstico del Área donde se realizan las actividades, se logró aplicar una encuesta, sobre las causas que aquejan la productividad, a los operarios que trabajan directamente en el proceso de mantenimiento. (**Anexo 2**).

Donde obtendremos como primera instancia la tabla de Causas primordiales que afectan a la empresa.

Tabla N.º 3 *Causas Primordiales que afectan a la empresa*

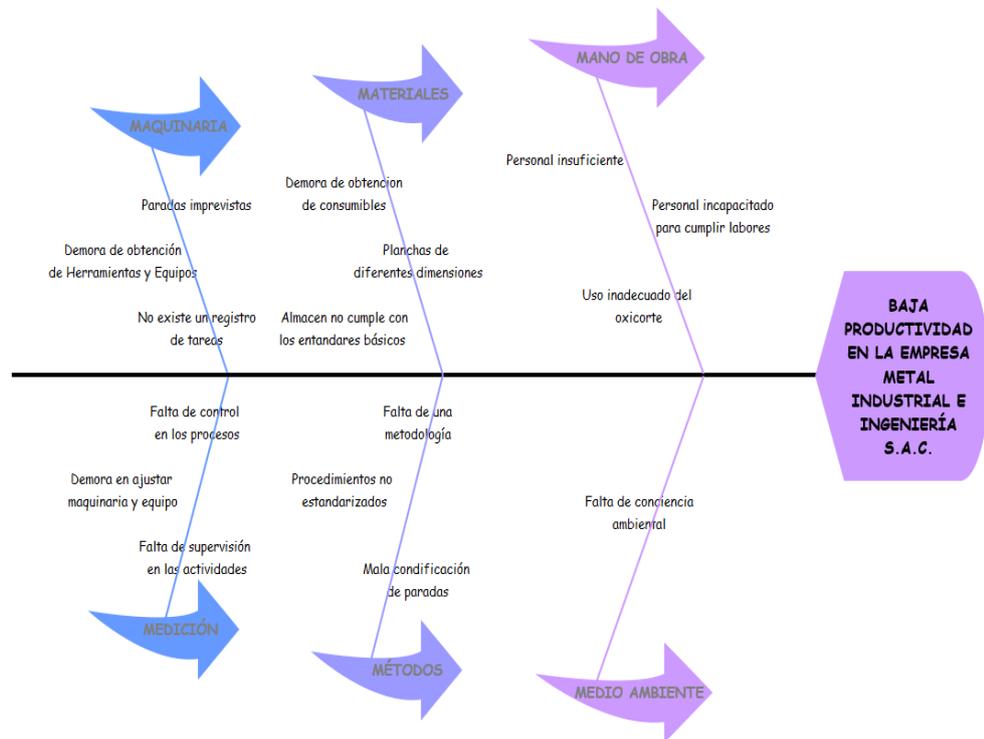
Causa / Problema / Fenómeno	Datos recolectados
PARADAS IMPREVISTAS	27
DEMORA DE OBTENCIÓN DE HERRAMIENTAS	16
NO EXISTE UN REGISTRO DE TAREAS	18
DEMORA DE OBTENCION DE CONSUMIBLES	27
PLANCHAS DE DIFERENTES DIMENSIONES	8
EL ALMACEN NO CUMPLE CON LOS ESTANDARES BÁSICOS	29
PERSONAL INSUFICIENTE	27
PERSONAL INCAPACITADO PARA CUMPLIR LABORES	11
USO INADECUADO DEL OXICORTE	17
DEMORA EN AJUSTAR MAQUINARIA Y EQUIPO	18
FALTA DE CONTROL DE LOS PROCESOS	25
FALTA DE SUPERVISION EN LA ACTIVIDADES	28
MALA CODIFICACION DE PARADAS	8
PROCEDIMIENTO NO ESTARIZADOS	18
FALTA DE UNA METODOLOGÍA	29
FALTA DE CONCIENCIA AMBIENTAL	15

Fuente: Elaboración propia.

En esta tabla 3, se muestran causas que fueron escogidas y analizadas con ayuda del Jefe de Operaciones, donde logramos priorizar 16 y luego evaluarlas.

Luego plasmamos las causas en un Diagrama de Ishikawa.

Imagen N° 1 Diagrama de Ishikawa (Causa – Efecto).



Fuente: Elaboración propia.

En esta imagen 1, logramos observar el diagrama de Ishikawa donde está ubicado cada problema según su aspecto clave que aqueja a la compañía. De esta manera habrá un orden adecuado para poder lograr mejoras y soluciones posibles.

Tabla N.º 4 Clasificación de las causas seleccionadas.

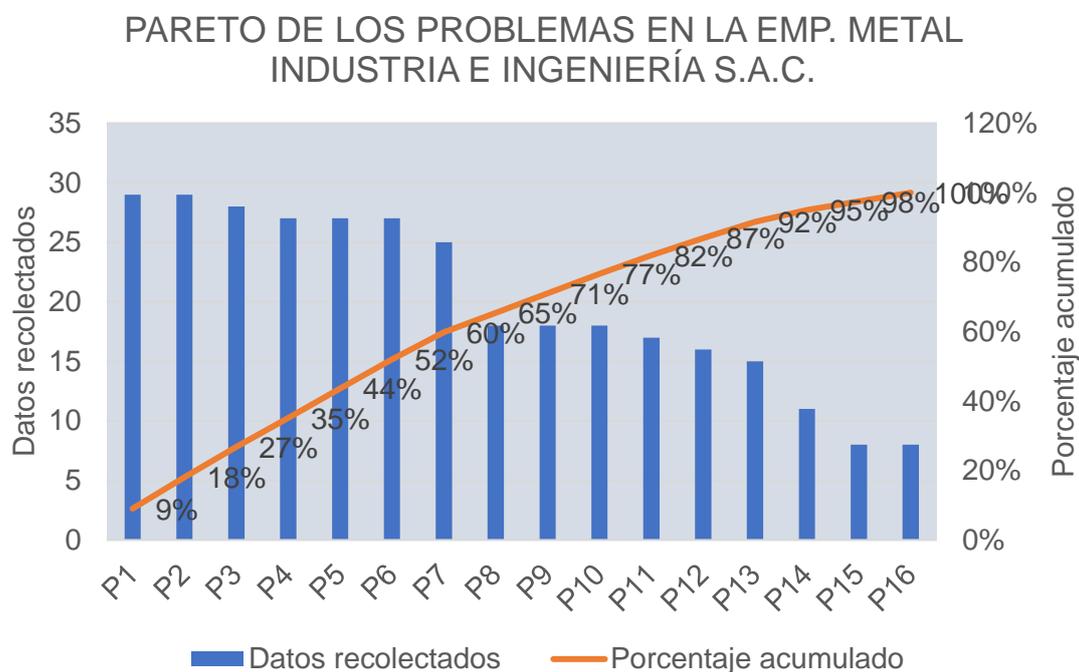
ÍTE M	Posición real (Causas y datos ordenados)		Frecuencia acumulada	Porcentaje	Porcentaje acumulado
1	EL ALMACEN NO CUMPLE CON LOS ESTANDARES BÁSICOS	29	29	9%	9%
2	FALTA DE UNA METODOLOGÍA	29	58	9%	18%
3	FALTA DE SUPERVISION EN LA ACTIVIDADES	28	86	9%	27%
4	PARADAS IMPREVISTAS	27	113	8%	35%
5	DEMORA DE OBTENCION DE CONSUMIBLES	27	140	8%	44%
6	PERSONAL INSUFICIENTE	27	167	8%	52%
7	FALTA DE CONTROL DE LOS PROCESOS	25	192	8%	60%
8	NO EXISTE UN REGISTRO DE TAREAS	18	210	6%	65%
9	DEMORA EN AJUSTAR MAQUINARIA Y EQUIPO	18	228	6%	71%
10	PROCEDIMIENTO NO ESTARIZADOS	18	246	6%	77%
11	USO INADECUADO DEL OXICORTE	17	263	5%	82%
12	DEMORA DE OBTENCIÓN DE HERRAMIENTAS	16	279	5%	87%
13	FALTA DE CONCIENCIA AMBIENTAL	15	294	5%	92%
14	PERSONAL INCAPACITADO PARA CUMPLIR LABORES	11	305	3%	95%
15	PLANCHAS DE DIFERENTES DIMENSIONES	8	313	2%	98%
16	MALA CODIFICACION DE PARADAS	8	321	2%	100%

Fuente: Elaboración propia.

Para la siguiente tabla 4, Luego de haber aplicado la encuesta a los operarios se logró obtener los ítems más críticos, esta vez enumerados de acuerdo de mayor a menor criticidad. Siendo estos, El almacén no cumple con los estándares básicos, Falta de una metodología, Falta de supervisión de las actividades, Paradas imprevistas. Demora de obtención de consumibles, Personal insuficiente, Falta de control de los procesos.

Siguiendo con la lineación se obtuvo un Diagrama de Pareto.

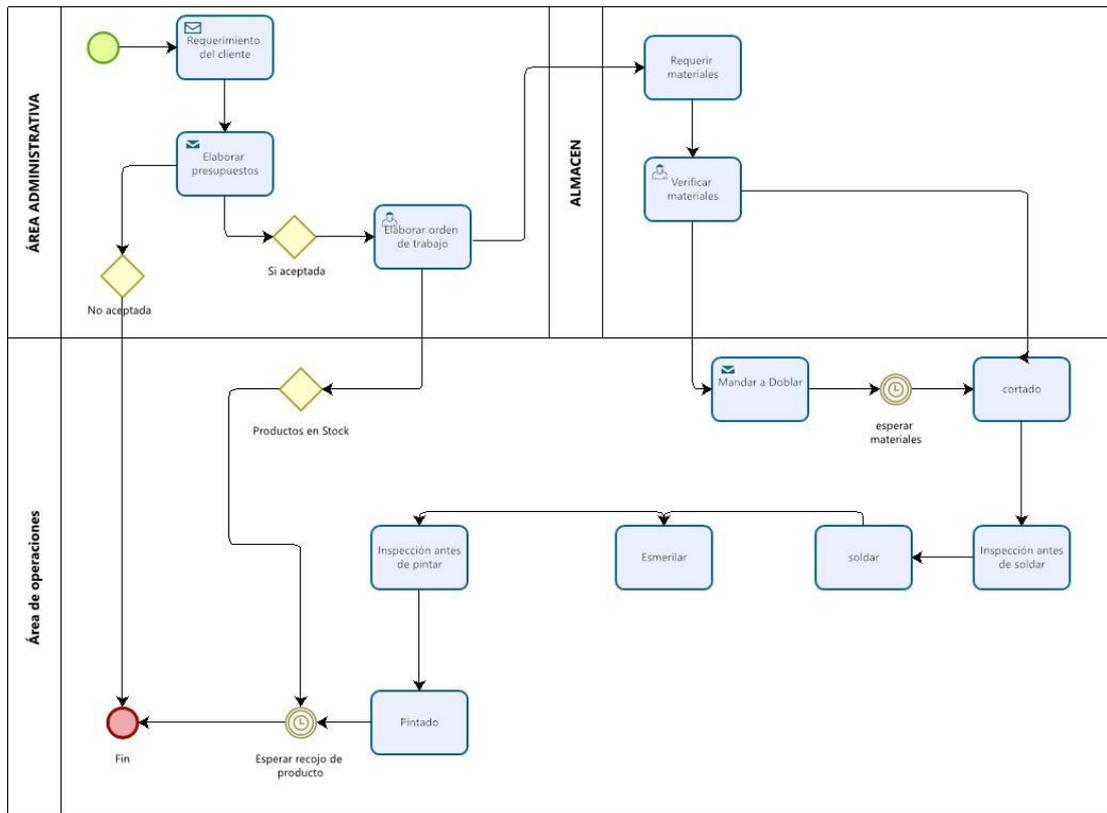
Imagen N° 2 Pareto de los problemas en la Empresa.



Fuente: Elaboración propia.

La imagen 2 confirma la existencia de 7 causas que aquejan a la empresa, estos problemas están sobre la línea base del 80% de la totalidad de ítems definidos en la encuesta (**Anexo 2**).

Imagen N° 3 *Flujograma.*



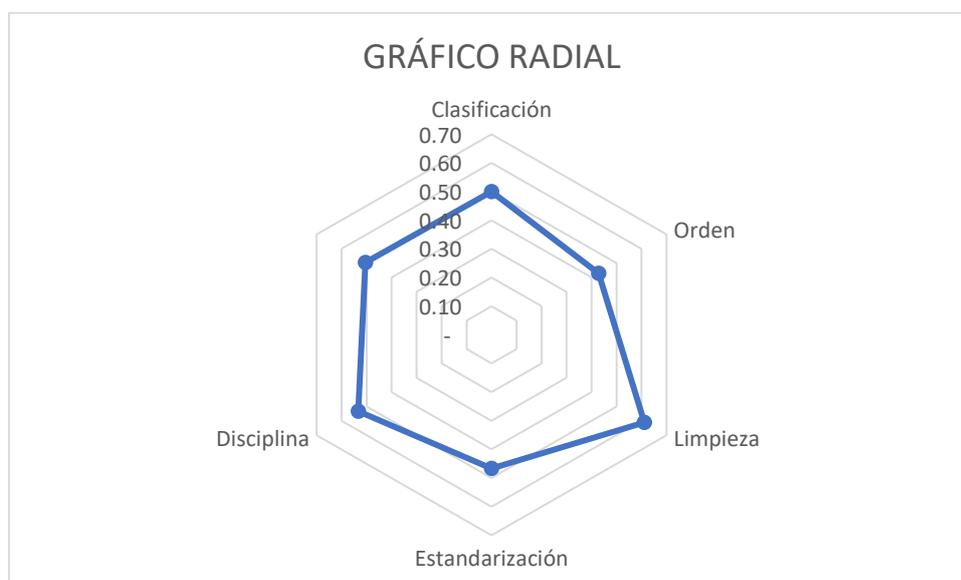
Fuente: Elaboración propia

La imagen 3, el flujograma nos detalla el proceso en el área de operaciones, en conjunto con área administrativa y almacén, para poder realizar los servicios (Mantenimiento y/o fabricación) logrando obtener así una mejor perspectiva del área operativa para poder encontrar las causas que aquejan a la empresa.

Por otro lado, para cumplir con uno de nuestras dimensiones aplicamos una auditoria, esta evaluación también nos ayudará a ver el estado que se encuentra la empresa. **(Anexo 4)**

Por lo mismo, los datos que se obtuvieron se muestran a continuación

Imagen N° 4 Gráfico Radial del mes de mayo.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla N.º 5 Puntuación según la Evaluación 5s del mes de Mayo

	%C5`s=P/PM	Puntuación	Puntuación Máxima
Clasificación	0.50	15	30
Orden	0.43	9	21
Limpieza	0.61	11	18
Estandarización	0.47	7	15
Disciplina	0.53	8	15
Puntaje Total	50.51%	50	99

Fuente: Elaboración propia.

Luego de la aplicación de la evaluación, en la tabla 5, se logró obtener un calificativo de 50 puntos con un porcentaje de 50.51% para el mes de mayo, para junio obtuvimos 49.49% y para agosto se tuvo un 49.49% ver **(Anexo 5)**. Debido a esto se evidencia un calificativo del 49.83% ver **(Anexo 6)** en promedio por lo que es necesario la implementación de una metodología Lean.

Otro punto que hemos tratado, para lograr con nuestro objetivo específico 1, es hallar la productividad antes de aplicar una metodología Lean, que viene a ser una de nuestras variables importantes.

Tabla N.º 6 *Productividad del (Pre – Test).*

Pre - Test / Post Test	PRODUCCIÓN TOTAL(Requerimientos)	Nº TRABAJADORES	Nº MÁQUINAS	HORA S AL DÍA	HORAS - MÁQUINA	productivid ad mano de obra	Productivid ad maquinaria
May o	4.04	6	7.85	8.65	7.85	0.47	0.51
Juni o	4.04	6	7.76	8.72	7.76	0.46	0.52
Julio	4.20	6	7.64	8.40	7.64	0.50	0.55
PROMEDIO						0.48	0.53

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 6, podemos observar la producción total por requerimientos, del mes de mayo, y para los meses de junio y julio, ver **(Anexo 3)**, que avanza nuestro grupo de operarios al día, al inicio contamos con 6 operarios, se logró obtener para el pretest una productividad para la mano de obra del 0.48 Requerimientos/Hora promedio por día, para la productividad de maquinaria nos arrojó un promedio del 0.53 Requerimientos/hora al día. Estos datos son para el Pre – Test.

Resultado 2: Aplicación de una metodología Lean Manufacturing para el área de operaciones en la empresa Metal Industria e Ingeniería S.A.C.

Implementación de metodologías Lean Manufacturing

- I. Siguiendo la metodología planteada desarrollaremos nuestro segundo objetivo, donde empezaremos aplicar las 5s, siendo este el método de partido para poder implementar una metodología Lean.

Aplicación de las 5s:

- **Clasificar**

De acuerdo a esta primera S empezaremos por clasificar y agrupar los materiales ubicados en el área de producción, con el objetivo de saber su categoría y si aún están en buenas condiciones o no.

En el **(Anexo 7)** nos indica la clasificación de cada herramienta, instrumento, pieza, material, etc. Que han sido hallados en el Área de operaciones, por lo mismo, se dio un valor si es útil, inútil y/o reparable, siendo el 61% de la clasificación accesorios útiles para la producción, un 34% de los accesorios son inútiles para la producción y el 5% son reparables.

Luego de haber clasificado los materiales, elaboramos una cartilla llamada “Tarjeta Roja” **(Anexo 8)**, en colaboración con los operarios del área de operaciones, para lo cual, se pueda identificar los materiales que son útiles y en donde ubicarlos. Esta cartilla nos será de mucha ayuda a la hora de ordenar todos los materiales.

- **Ordenar**

Para la segunda fase, como su nombre lo dice, debemos ordenar los materiales hallados, según su modo de uso.

Tabla N.º 7 Orden de cada Material

ÍTEM	MATERIAL	USO	ACCIÓN
1	Caretas	SI	reubicar en almacén
2	Guantes	SI	reubicar en almacén
3	Alicates	SI	reubicar en almacén
4	Cinzel	SI	reubicar en almacén
5	Combo	SI	reubicar en almacén
6	Dados Hexagonales	SI	reubicar en almacén
7	Desarmador	SI	reubicar en almacén
8	Espátulas	SI	reubicar en almacén
9	Llaves francesas	SI	reubicar en almacén
10	Llaves mixtas	SI	reubicar en almacén
11	Martillo	SI	reubicar en almacén
12	Escuadra	SI	reubicar en almacén
13	Manómetro	SI	Colocar en su respectivo balón de Oxígeno
14	Pie de rey	A VECES	reubicar en almacén
15	Wincha	SI	reubicar en almacén
16	Máquina de soldar	SI	Reubicar en zona de materiales eléctricos
17	Amoladora	SI	Reubicar en zona de materiales eléctricos
18	Taladro	A VECES	Reubicar en zona de materiales eléctricos
19	Galones de pintura	SI	reubicar en almacén
20	Galones de Thinner	NO	reubicar en zona de reciclaje
21	Tarros de masilla	NO	reubicar en zona de reciclaje
22	Trapos industriales	NO	Eliminar, tirar a la basura
23	Discos de corte	NO	Eliminar, tirar a la basura
24	Discos de desbaste	NO	Eliminar, tirar a la basura
25	Pernos	SI	reubicar en almacén
26	Pulifan	NO	Eliminar, tirar a la basura
27	Retazos con forma	A VECES	reubicar en zona de reciclaje
28	Retazos sin forma	NO	Eliminar, tirar a la basura
29	soldadura	NO	Eliminar, tirar a la basura
30	Tubos	A VECES	reubicar en zona de reciclaje
31	Botellas de gaseosa	NO	Eliminar, tirar a la basura
32	Enchufes y Cableado	SI	Reubicar en zona de materiales eléctricos
33	Grasa	A VECES	reubicar en almacén
34	Válvulas	SI	Colocar en su respectivo balón de Oxígeno
35	vasos descartables	NO	Eliminar, tirar a la basura
36	Bocinas	NO	reubicar en zona de reciclaje
37	Kramer	NO	reubicar en zona de reciclaje
38	Muelles	NO	reubicar en zona de reciclaje
39	Pines para remolques/camiones	NO	reubicar en zona de reciclaje
40	Pinzas	SI	reubicar en almacén
41	Zapatas de frenos	NO	reubicar en zona de reciclaje

Fuente: Elaboración propia.

Imagen N° 5 Orden de los materiales.



Fuente: Taller de mantenimiento

En la tabla anterior, Logramos analizar las acciones que se deben de tomar en cuanto a las piezas halladas, tratando de tener un mejor método y control al momento de ordenar los materiales. Por lo cual, optamos por adquirir maletas para herramientas, donde guardaremos todo lo que es: Alicates, cincel, Combo, Martillo, Dados, Desarmador, Espátulas, Llaves, etc. Por otro lado, haremos uso de un espacio en almacén para colocar los materiales pesados, como Maquinas de soldar, Amoladora, Taladro, etc. También, para los materiales que son reciclables habrá una zona especial para estos.

El orden en una empresa también ayuda a reducir los accidentes, ya que, como se ve en las evidencias, hay piezas de metal u otro objeto punzante por el área de operaciones, estos objetos atentan contra la integridad física.

- **Limpiar**

Para la ejecución de la 3S, una vez que ya se clasificó y ordenó el área de operaciones pasaremos a realizar una limpieza general a dicha área.

Para ello designaremos tareas a cada operario, que estarán a cargo en cada lugar del área.

Imagen N° 6 Croquis del área a trabajar



Fuente: Elaboración propia.

Imagen N° 7 Tareas de limpieza en el Área de Operaciones

		AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE			
		Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
ÁREA DE OPERACIONES	Taller de Mantenimiento	Operario 1	Operario 3	Operario 5	Operario 1	Operario 3	Operario 5	Operario 1	Operario 3	Operario 5	Operario 1	Operario 3	Operario 5
		Operario 2	Operario 4	Operario 6	Operario 2	Operario 4	Operario 6	Operario 2	Operario 4	Operario 6	Operario 2	Operario 4	Operario 6
	Recepción de Carrocería	Operario 3	Operario 5	Operario 1	Operario 3	Operario 5	Operario 1	Operario 3	Operario 5	Operario 1	Operario 3	Operario 5	Operario 1
		Operario 4	Operario 6	Operario 2	Operario 4	Operario 6	Operario 2	Operario 4	Operario 6	Operario 2	Operario 4	Operario 6	Operario 2
	Taller de Fabricación	Operario 5	Operario 1	Operario 3	Operario 5	Operario 1	Operario 3	Operario 5	Operario 1	Operario 3	Operario 5	Operario 1	Operario 3
		Operario 6	Operario 2	Operario 4	Operario 6	Operario 2	Operario 4	Operario 6	Operario 2	Operario 4	Operario 6	Operario 2	Operario 4

Fuente: Elaboración propia

Como son un promedio de 6 operarios se formarán parejas y se hará limpieza cada fin de semana, donde se harán rotaciones por semana.

Gracias a esta limpieza semanal, tendremos el espacio libre de algún objeto que pueda causarnos algún daño.

Imagen N° 8 *Limpieza del taller de mantenimiento*



Fuente: Taller de mantenimiento

- **Estandarizar**

La 4s es alcanzada cuando ya se implementaron las primeras 3s, en esta etapa, su finalidad es mantener vigente las 3 primeras “s”. Para ello crearemos un check list donde tomaremos en cuenta en qué estado se encuentra el área de trabajo, la maquinaria, herramientas, consumibles, etc. Así mismo se obtendrá el diagrama de flujo (**ver imagen 3**), aquí se evidencia la manera precisa de como seguir las actividades diarias para una mejor labor y ser productivo.

Imagen N° 9 Check List del Área de Operaciones

CHECK LIST / ÁREA DE OPERACIONES



FECHA:	PERSONA A CARGO:	SI	NO
Las labores designadas anteriormente se realizan mediante la supervisión de una persona a cargo.		X	
El espacio del área de operación es el adecuado para laborar.		X	
Las herramientas, equipos, materiales se encuentran en su lugar designado.		X	
Se encuentran herramientas, materiales que no se usan sobre la mesa de trabajo.			X
Las herramientas, equipos, materiales de trabajo se encuentran limpios.		X	

Fuente: elaboración propia

Tabla N.º 8 Tipos de limpieza

Actividad	Descripción	Frecuencia
Limpieza Semanal	Limpieza y orden del área de operaciones	Semanal
Limpieza con inspección	El supervisor a cargo está obligado a inspeccionar para una correcta función de los equipos	Semanal
Limpieza con observación	Si el operario no está apto para dar solución a la falla del equipo se coloca una tarjeta para mantenimiento.	Cuando lo requiera

Fuente: Elaboración propia

La limpieza se realiza por los operarios, la inspección por el supervisor a cargo, en cuanto a la observación para cada equipo que requiera mantenimiento se colocará una tarjeta de observación, esto servirá para nuestra siguiente metodología Lean Manufacturing (**Anexo 9**).

- **Disciplina**

Finalmente, para esta fase realizaremos una auditoria a los operarios cada quincena, para monitorear el cumplimiento de las 4s anteriores (**Anexo 4**) el cual aportará información y lograr observar si se cumplen los estándares propuestos por las 5s.

Se programó auditorias para los meses de:

Tabla N.º 9 *Gráfico Radial de las 5s*

5s	Puntuación Máxima	PUNTAJE			PUNTAJE		
		Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
Clasificación	30.00	15.00	16.00	17.00	27.00	27.00	26.00
Orden	21.00	9.00	10.00	9.00	19.00	19.00	18.00
Limpieza	18.00	11.00	10.00	9.00	16.00	17.00	18.00
Estandarización	15.00	7.00	7.00	7.00	15.00	15.00	14.00
Disciplina	15.00	8.00	6.00	7.00	15.00	15.00	15.00
Puntuación total	99	50.00	49.00	49.00	92.00	93.00	91.00

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 9, tenemos los puntajes antes y después de aplicar las 5s, lo cual para el pre – test tenemos un promedio del 49 del cumplimiento de las 5s, luego de aplicar esta metodología nos arrojó un 92 lo cual indica que la implementación de dicha metodología está dando buenos resultado para la empresa.

Tabla N.º 10 *Auditorias*

AUDITORÍA	
Mes	Fecha
<i>Agosto</i>	<i>15/08/2023</i>
<i>Agosto</i>	<i>31/08/2023</i>
<i>Septiembre</i>	<i>15/09/2023</i>
<i>Septiembre</i>	<i>30/09/2023</i>
<i>Octubre</i>	<i>15/10/2023</i>
<i>Octubre</i>	<i>31/10/2023</i>

Fuente: Elaboración propia

- II. Como segunda herramienta tenemos la aplicación del TPM (Mantenimiento Productivo Total). Por lo cual, como inició de este método, se implementó un mantenimiento autónomo, empezaremos a realizar un inventario sobre las máquinas que existen en la empresa.

Tabla N.º 11 *Inventario de máquinas*

ÍTEM	EQUIPO	DESCRIPCIÓN	UNIDADES
1	COMPRESOR DE AIRE	PARA PINTURA Y SOPLETE	1
2	MAQUINA DE SOLDAR ESAB	ELECTRODOS	1
3	MAQUINA DE SOLDAR MIG	MIG	1
4	AMOLADORA DE 4"	USO MANUAL	1
5	AMOLADORA DE 7"	USO MANUAL	1
6	TALADRO DE MANO	USA MANUAL	1
7	MAQUINA EQUIPO PLASMA	PARA CORTES	1
8	TALADRO FIJO	DE MESA	1
9	TURBINETA	RECTIFICADORES DE METALES	1

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 11, tenemos lo que es la cantidad de equipos con la que cuenta la empresa

Tabla N.º 12 *Tipo y Características de los equipos en la empresa*

ÍTEM	EQUIPO	TIPO	CARACTERÍSTICAS
1	COMPRESOR DE AIRE	Eléctrica manual	Ruedas, carcasa, manguera, soplete, motor, cableado eléctrico, interruptor, tanque,
2	MAQUINA DE SOLDAR ESAB	Eléctrica manual	pinzas, manija, puesta tierra, fuente de alimentación, ventilación, interruptor, carcasa
3	MAQUINA DE SOLDAR MIG	Eléctrica manual	fuente de alimentación, alambre, soplete de soldadura, cilindro de gas, ruedas de arrastre, cableado, amperímetro, pinzas
4	AMOLADORA DE 4"	Eléctrica manual	cable de alimentación, carcasa, mango auxiliar, botón de bloqueo, interruptor, bonete
5	AMOLADORA DE 7"	Eléctrica manual	cable de alimentación, carcasa, mango auxiliar, botón de bloqueo, interruptor, bonete
6	TALADRO DE MANO	Eléctrica manual	porta brocas, selector de percusión, orificios de ventilación, botón de bloque, ajuste de mandril, cambio de giro, interruptor, fuente de alimentación
7	MAQUINA EQUIPO PLASMA	Eléctrica manual	Cable de alimentación, asa de transporte, conexión a los mandos, conector de aire, manguera de antorcha, boquilla de corte, cable y pinza de masa, interruptor, conector hembra cable, conexión de control electrónico de la antorcha, conexión de aire de la antorcha, regla de intensidad de corte, manómetro de presión de aire comprimido.
8	TALADRO FIJO	Eléctrica manual	Palanca, tope regulador, mandril porta broca, motor, cuerpo, columna, tornillos de fijación, mesa, base, seguros
9	TURBINETA	Eléctrica manual	motor, cable de alimentación, carcasa, interruptor, mandril, botón de bloqueo, mango, seguros

Fuente: Elaboración propia

Luego de hacer el inventario, pasamos a realizar a que tipo pertenece ya sea un sistema eléctrico o un sistema mecánico como se observa en la tabla 12. Además, también contiene las características específicas y servirá para un mantenimiento autónomo, ayudando a detectar las fallas y ver si se manda con un profesional o se revisa por un operario de la empresa.

Antes de realizar un mantenimiento autónomo haremos un análisis de los meses mayo, junio y julio del costo en mantenimiento por un profesional de cada máquina sin un control adecuado del mismo.

Tabla N.º 13 *Gastos en mantenimiento por mes*

COSTO

CARÁCTER	MES		
	MAYO	JUNIO	JULIO
Mano de obra	S/ 60.00	S/ 60.00	S/ 60.00
Repuesto	S/ 402.90	S/ 76.00	S/ 176.00
Compra de equipo nuevo	S/ -	S/ 500.00	S/ 200.00
Otros gastos	S/ 30.00	S/ 30.00	S/ 30.00
Total	S/ 492.90	S/ 666.00	S/ 466.00
Total, trimestre			S/ 1624.90

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 13, se observa los gastos que se hicieron en los meses del pre – test. Donde se mandó a mantenimiento el día 21/05/2023 con un gasto del S/.492.90. luego en el mes de junio el día 28/06/2023 un total de S/.666.00. y para el mes de Julio se hizo un gasto del S/.466.00. siendo un total del trimestre de 1624.90. Para más detalle ver **(Anexo 12)**.

Tabla N.º 14 OOE de la maquinaria existente en la empresa.

	MAQUINARIA EXISTENTE	Disponibilidad	Calidad	Desempeño	OEE
1	COMPRESOR DE AIRE	86.67%	81.25%	49.23%	34.67%
2	MAQUINA DE SOLDAR ESAB	86.36%	80.00%	42.11%	29.09%
3	MAQUINA DE SOLDAR MIG	86.52%	76.00%	51.95%	34.16%
4	AMOLADORA DE 4"	86.21%	85.00%	64.00%	46.90%
5	AMOLADORA DE 7"	86.36%	80.00%	47.37%	32.73%
6	TALADRO DE MANO	86.36%	80.00%	52.63%	36.36%
7	MAQUINA EQUIPO PLASMA	86.05%	74.00%	54.05%	34.42%
8	TALADRO FIJO	87.10%	77.50%	39.51%	26.67%
9	TURBINETA	86.52%	82.50%	41.56%	29.66%
PROMEDIO TOTAL					33.85%

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla 14, tenemos los datos recolectados desde mayo hasta finalizar el mes de julio, en promedio de todas las 9 máquinas con las que cuenta la empresa **(Anexo 13)**, tenemos el turno, los tiempos que no se trabajaron, la velocidad ideal, piezas totales producidas, las piezas no conformes y con esos datos calculamos tiempo planeado. Tiempo operativo, piezas buenas. Finalizamos con el cálculo de la

OEE de las 9 máquinas, donde la efectividad de toda la maquinaria en promedio nos da un OEE del 33.85% promedio/día.

Para nuestro mantenimiento autónomo procederemos a crear un check list, por lo cual en colaboración con los operarios se redactó las correcciones que ellos mismos pueden realizar.

Tabla N.º 15 *Check list del Mantenimiento Autónomo.*

**CHECK LIST - MANTENIMIENTO
AUTÓNOMO**



OBSERVACIONES: **FECHA:** 05/08/2023
Máquina 1, 4, 6 Y 9 llevar a mantenimiento con un profesional

ÍTE M	ACCIÓN	ítem de Máquina averiada	Oper ario	Requiere inspección por un profesional
1	Verificar cable de alimentación de las máquinas	1 - 9	1 - 2	SI
2	Verificar funcionamiento del motor de las máquinas	-	3 - 4	no
3	Verificar si el botón de seguro de cada máquina está en perfectas condiciones	4	5 - 6	si
4	Verificar el cable puesta a tierra de las máquinas de soldar está en buenas condiciones	-	1 - 2	no
5	verificar si el botón de encendida de cada máquina está en buenas condiciones	4	3 - 4	si
6	verificar el ajuste del mandril de los taladros están en buenas condiciones	6	5 - 6	si
7	verificar si la ventilación de cada máquina está libre de polvo u otra obstrucción	8	1 - 2	no
8	verificar si la carcasa de cada máquina está en buenas condiciones	1	3 - 4	no
9	verificar las ruedas de la máquina de soldar Mig funciona correctamente	3	5 - 6	no
10	Verificar a cada amoladora tiene el seguro del disco puesto	4	1 - 2	no
11	verificar la manguera de aire del compresor	1	3 - 4	no

Fuente: Elaboración propia.

Lo cual, antes de la aplicación de este método, no había un registro de las verificaciones que realizaban y se llevaban a un profesional

directamente, sin antes realizar un mantenimiento autónomo y tratar de arreglar las averías por cuenta de la empresa para disminuir gastos.

Luego, pasaremos a realizar un análisis de la criticidad de cada máquina, para poder agrupar según su estado.

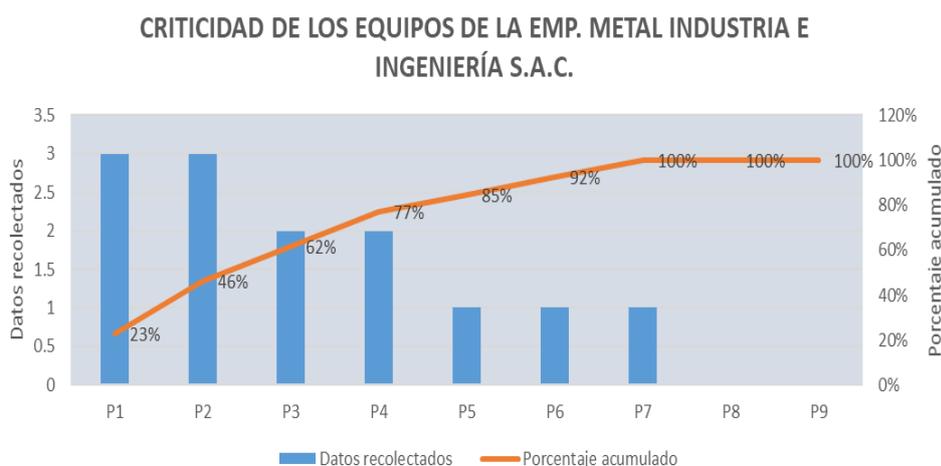
Tabla N.º 16 *Criticidad de la maquinaria.*

Posición real (Causas y datos ordenados)	Frecuencia	Frecuencia acumulada	Porcentaje	Porcentaje acumulado
<i>COMPRESOR DE AIRE</i>	29	29	8%	8%
<i>AMOLADORA DE 4"</i>	29	58	8%	17%
<i>AMOLADORA DE 7"</i>	28	86	8%	25%
<i>TALADRO DE MANO</i>	27	113	8%	33%
<i>MAQUINA DE SOLDAR MIG</i>	27	140	8%	41%
<i>TALADRO FIJO</i>	27	167	8%	49%
<i>TURBINETA</i>	27	194	8%	57%
<i>MAQUINA DE SOLDAR ESAB</i>	26	220	8%	64%
<i>MAQUINA EQUIPO PLASMA</i>	25	245	7%	71%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 16, nos detalla la criticidad que existe en cada máquina, obteniendo 3 grupos, para la calificación A se obtiene 4 máquinas siendo estas las más críticas de la empresa, para la calificación B tenemos 3 máquinas siendo estas las que se averían de vez en cuando, y, por último, para la calificación de C que es la que no se averían hasta el momento tenemos a 2 máquinas.

Imagen N° 10 *Frecuencia de la criticidad*



Fuente: Elaboración propia

Esta imagen 10, Nos muestra la frecuencia crítica que tiene cada máquina, siendo esencial para diagnosticar en qué estado se encuentra nuestra maquinaria y poder desarrollar un plan que pueda disminuir estas fallas encontradas.

Por lo mismo, planteamos un mantenimiento preventivo, en donde se llevará un registro semanal, mensual. **(Anexo 14).**

Tabla N.º 17 *Gastos en mantenimiento después de la aplicación*

CARÁCTER	COSTO					
	MES					
	AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBE	
<i>Mano de obra</i>	S/	60.00	S/	60.00	S/	60.00
<i>Repuesto</i>	S/	273.0	S/	80.00	S/	85.00
<i>Compra de equipo nuevo</i>	S/	-	S/	-	S/	-
<i>Otros gastos</i>	S/	30.00	S/	30.00	S/	30.00
Total	S/	363.0	S/	170.00	S/	175.00
Total trimestre						S/ 708.0

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 17 se muestran los gastos desde agosto hasta octubre, con un total del S/.708.00 soles luego del post – aplicación de la metodología. Recomendando a los líderes de grupo que se siga

monitoreando para que en un futuro no eleve estos gastos. Ver (Anexo 15).

Tabla N.º 18 Variación de costos.

CARÁCTER	PRE - TEST	POST - TEST
<i>Mano de obra</i>	S/ 180.0	S/ 180.00
<i>Repuesto</i>	S/ 654.90	S/ 438.00
<i>Compra de equipo nuevo</i>	S/ 700.0	S/ -
<i>Otros gastos</i>	S/ 90.0	S/ 90.00
Total	S/ 1624.90	S/ 708.00
	100%	56%
		S/ 916.90.00

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 18, nos muestra los costos de mantenimiento, teniendo un S/.708.00 con una variación del 44%, donde se observa que el cambio es bastante significativo que benefició a la empresa la aplicación de un mantenimiento preventivo.

Tabla N.º 19 OEE luego de la aplicación TPM

MAQUINARIA EXISTENTE	Disponibilidad	Calidad	Desempeño	OEE
1 COMPRESOR DE AIRE	86.67%	89.71%	69.75%	69.75%
2 MAQUINA DE SOLDAR ESAB	86.36%	92.07%	72.24%	72.24%
3 MAQUINA DE SOLDAR MIG	86.52%	90.88%	67.84%	67.84%
4 AMOLADORA DE 4"	86.21%	93.30%	72.15%	72.15%
5 AMOLADORA DE 7"	86.36%	92.07%	71.33%	71.33%
6 TALADRO DE MANO	86.36%	92.07%	70.43%	70.43%
7 MAQUINA EQUIPO PLASMA	86.05%	94.56%	69.27%	69.27%
8 TALADRO FIJO	87.10%	86.39%	67.50%	67.50%
9 TURBINETA	86.52%	90.88%	72.33%	72.33%
PROMEDIO TOTAL				70.32%

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla 19, luego de la implementación de esta metodología TPM, se logró aumentar el OEE de la maquinaria de 33.85% a un 70.32% logrando en esta ocasión un aumento considerable ver (Anexo 16) Entonces, la maquinaria ahora está funcionando correctamente, y en las mejores condiciones. Ahora para tener siempre la misma eficiencia, con la labor del supervisor a cargo,

se tiene que tener un registro y una supervisión mejorada, ya este método viene a ser una metodología de mejora continua, así en un futuro lograr que la maquinaria funcione a más del 70%.

III. Como última metodología aplicada, tenemos al PokaYoque.

Imagen N° 11 *DAP REQUERIMIENTO CORTE Y SOLDEO*

DAP REQUERIMIENTO CORTE Y SOLDEO (Tiro enganche)

Actividades	Símbolos					Distancia (metros)	Tiempo (minutos)
	●	■	■	➔	▼		
Requerir orden de requerimientos	x						10
Requerimiento de materiales	x						10
Trasladar material			x			15	5
Control de calidad de materiales		x					20
Trasladar al área de corte			x			20	5
Corte de placas, pines y bocinas a medida de requerimiento	x						120
Llamar a operario para colaboración en corte			x				20
Inspección de calidad		x					5
Soldeo de placas, pines y bocinas a pedido de requerimiento	x						150
Llamar operario para soldeo de bocinas			x				20
Inspección de calidad		x					5
Rectificar uniones con amoladora	x						60
Inspección de calidad		x					5
soldar sistema engrase en tubos verticales	x						60
Total	6	4	2	3	0	35	495

Fuente: elaboración propia

En la imagen 11, se observa que el tiempo empleado para fabricar el tiro enganche del remolque fue de 8hrs con 15 min. Lo cual también se realizó: DAP REQUERIMIENTO CORTE Y SOLDEO (Pines, bocinas y sistema engrase), DAP REQUERIMIENTO CORTE Y SOLDEO (Tubo lateral en canasta), DAP REQUERIMIENTO CORTE Y SOLDEO PARA PLANCHA ACANALA, DAP REQUERIMIENTO

MÉCANICO (Cubo de ruedas), DAP REQUERIMIENTO MÉCANICO (Muelles y base de muelles), DAP REQUERIMIENTO ELÉCTRICO. **(Anexo 16)**. en estos 7 DAP nos da un aproximado de 7 días para el mantenimiento de un remolque cañero.

Tabla N.º 20 *Cuadro Resumen del DAP*

	Símbolos	Resumen
Operación		44
Inspección		28
Espera		8
Transporte		16
Almacenamiento		0
Tiempo	Minutos	3410
	Horas	56.83
	Días	7.10
Nuevo Tiempo	Minutos	2890
	Horas	48.17
	Días	6.02

Fuente: Elaboración propia

Para este cuadro 20, hemos sumado todas las actividades de los 7 DAP, donde nos resulta que para la realización de mantenimiento de un remolque cañero nos demoramos en promedio 48.17 horas o 6 días en culminar.

Tabla N.º 21 Causa y efecto de problemas al laborar.

Ítem	Acción	Descripción	Causa	Efecto	Se necesita
1	FABRICACIÓN DE TIRO ENGANCE / CORTE Y SOLDEO DE PLANCHAS ACANALADAS	Se tiene que pedir ayuda a operarios para sujetar al momento de cortar y soldar	Llamar a operarios, a veces están ocupados	Tiempos no laborados	Sujetadores hidráulicos
2	FABRICACIÓN DE AUTOVOLTEO LATERAL/ CORTE Y SOLDEO DE TUBOS LATERAL-SUPERIOR	Al momento de soldar se usan andamios, sobrepasa el 1.8 m	pedir prestados los andamios	Tiempos no laborados	Fabricar o comprar andamios nuevos.
3	DESMONTAR Y MONTAR MUELLES	al momento de desmontar muelles, se usa gatas hidráulicas	solo se cuenta con 2 en taller	Demora en la instalación	Adquirir 2 gatas hidráulicas
4	INSTALACIÓN ELECTRICA	Cuando los operarios sueldan queman el cableado eléctrico	quemado de cables	Demora en la instalación	Supervisión
5	CAMBIO CUBOS DE RUEDAS	Limpieza y engrasar rodajes u otros accesorios	al momento de limpiar se necesita trapos industriales y guantes maniobra	Demora en la instalación	abastecer el almacén con trapos industriales

Fuente: Elaboración propia.

Como siguiente paso se analizan los errores para tratar de encontrar las mejores opciones y así poder erradicarlos.

- Eliminar la fase Causa – efecto.
Para este paso no se puede eliminar, porque es una necesidad del proceso de la empresa.
- Sustituir esta fase con medio prueba de error.
Para el primer (FABRICACIÓN DE TIRO ENGANCE / CORTE Y SOLDEO DE PLANCHAS ACANALADAS), trata de adquirir sujetadores hidráulicos lo cual nos va a permitir ya no tener la colaboración de otros operarios lo que esto va a generar es que los tiempos muertos que existían antes por la llamada de ayuda

se disminuyan y por lo tanto habrá mayor productividad y mejores horas de culminación de trabajo, menos accidentes laborales.

Para nuestro segundo ítem (FABRICACIÓN DE AUTOVOLTEO LATERAL/ CORTE Y SOLDEO DE TUBOS LATERAL-SUPERIOR), la altura es mucho lo cual se tiene que usar andamios, entonces al fabricar o comprar andamios beneficia, ya que no habrá tiempos no laborados.

Para el tercer ítem (DESMONTAR Y MONTAR MUELLES) se hizo la adquisición de 2 gatas hidráulicas lo cual ayuda y da seguridad al operario al momento de realizar sus labores.

Para el ítem 4 (INSTALACIÓN ELECTRICA), los operarios al momento de empezar con el corte y soldeo de tubos, no se percatan de la línea eléctrica dentro de la estructura, y a veces se fundían los cables o al momento de soldar la batería del camión cañero debe estar desconectada y por lo mismo se necesitaba de una persona que este supervisando y atenta a todas estas actividades que influyen en los accidentes de trabajo.

Para el ítem 5 (CAMBIO CUBOS DE RUEDAS), al momento de realizar limpieza y mantenimiento de engranajes y otros accesorios el almacén no está abastecido con guantes y trapos industriales necesarios para esta labor. Por este motivo le recomendamos abastecer el almacén con trapos industriales.

Por otra parte, si los errores no se logran eliminar de raíz, se debe volver hacer un análisis para tratar de minimizarlo ya que estos imperfectos siempre están presentes en el proceso productivo lo que hay muchas demoras en las labores tanto operativa como administrativa.

Por lo mismo la empresa contrató un supervisor de operaciones para al momento de la ejecución del primer proceso no repercute en el siguiente, y así minimizar los errores analizados.

El operario también podrá hacer una auto inspección, analizar el proceso y lograr tener un diagnóstico de momento después de proceder las siguientes labores.

Como último paso, se procederá a realizar un curso de capacitación (**Anexo 18**) a los operarios y tratar de evidenciar los errores encontrados en cada proceso y así tratar de eliminar los o en todo caso minimizarlos. Para este método, la aplicación fue de tanto muy factible y fácil, ya que los operarios son conscientes de cada error encontrado y tienen la solución a cada uno de ellos, solo faltaba el comunicar con los jefes a cargo para que haya un mejor plan y organización.

Tabla N.º 22 *Índice de piezas defectuosas.*

Errores encontrados	Errores Eliminados	Material comprado
1	si	<i>Se compro 2 sujetadores hidráulicos</i>
2	si	<i>Se fabricó 2 cuerpos de andamios</i>
3	si	<i>Se adquirió 2 gatas más de 24 Tn</i>
4	si	<i>Se contrato una persona a cargo para supervisión</i>
5	no	<i>No abasteció con la compra de trapos industriales</i>
Total, errores eliminados	80%	

Fuente: Elaboración propia.

Para la tabla 22, nos muestra que se logró reducir el 80% de los errores encontrados según la tabla 21, tal que, se hizo la adquisición de nuevas herramientas para que el índice de errores disminuya.

Resultado 3: Medición de la productividad final en la empresa Metal Industria e Ingeniería S.A.C.

Luego de haber aplicado la metodología Lean, haremos un cálculo de la productividad post – test, nos referimos a los meses de agosto, septiembre y octubre del año 2023.

Para esta información se calculó la productividad de mano de obra H – H y la productividad de maquinaria H – M véase **(Anexo 3)**.

Tabla N.º 23 *Productividad del mes de agosto (post – test).*

Pre - Test / Post Test	PRODUCCIÓN TOTAL POR (REQUERIMIENTOS)	Nº TRABAJADORES	Nº MAQUINAS	HORAS AL DÍA	HORAS - MÁQUINA (H-M)	productividad mano de obra	Productividad maquinaria
Agosto	7.07	7.26	7.67	8.04	7.67	0.88	0.92
Septiembre	6.88	7.58	8.00	8.92	8.00	0.77	0.86
Octubre	7.23	7.50	7.81	8.15	7.81	0.89	0.93
PROMEDIO						0.85	0.90

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 23, se logra observar la producción total del Post – Test luego de implementar una metodología Lean Manufacturing, donde nos arrojó una productividad de 0.85 requerimientos/hora al día y un 0.90 Requerimientos/Hora en productividad de maquinaria. por otro lado, para más detalle véase **(Anexo 3)**.

Tabla N.º 24 *Pre – Test y Post – Test de la productividad.*

	Mano de Obra	Maquinaria
Pre - Test	0.48	0.53
Post - Test	0.85	0.90
Variación %	43.67%	41.50%

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla 24, se logra observar cómo varía la productividad, de acuerdo al pre – test de una implementación lean con respecto a un post – test de la misma. Logrando una variación del 43.67% para la mano de obra, y una variación del 41.50% para la productividad de la maquinaria.

Prueba de la hipótesis

Luego pasaremos a llevar a cabo una prueba de normalidad (Shapiro – Wilk) para poder verificar y estimar la hipótesis, por lo mismo que se obtuvieron datos <30 aplicaremos la prueba de T – Student.

H0: La productividad de la Empresa Metal Industria e Ingeniería sigue una distribución normal.

H1: La productividad de la Empresa Metal Industria e Ingeniería no sigue una distribución normal.

El resultado que se obtuvo fueron los siguientes.

Tabla N.º 25 Prueba de normalidad para Mano de Obra y Maquinaria.

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
MO	,358	3	.	,812	3	,144
MAQ	,337	3	.	,855	3	,253

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Software SPSS.

En la tabla anterior, se logra detallar en la prueba de Shapiro – Wilk el nivel de significancia, donde para Maquinaria y Mano de Obra supera el 0.05, por ende, se admite la H0 (hipótesis nula), esto quiere decir que las cifras de la productividad representan una distribución normal. Por ello, se realizará la prueba de T-Student.

Para los resultados hallados en la prueba estadística de T-Student son:

H0: La aplicación de la metodología Lean Manufacturing no incrementa la productividad de la empresa Metal Industria e Ingeniería S.A.C., Trujillo – 2023.

H1: La aplicación de la metodología Lean Manufacturing incrementa la productividad de la empresa Metal industria e Ingeniería S.A.C., Trujillo – 2023.

Tabla N.º 26 Prueba estadística T-Student para muestras Emparejadas.

		Prueba de muestras emparejadas							
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	MOantes - MOfdespues	- 37,66667	3,51188	2,02759	-46,39067	-28,94266	- 18,577	2	,003
Par 2	Mantes - Mdespues	- 37,00000	5,29150	3,05505	-50,14482	-23,85518	- 12,111	2	,007

Fuente: Software SPSS.

Luego de aplicar la prueba estadística de T – Student, se logró obtener un nivel bajo de significancia bilateral para ambos, lo cual este dato es <0.05, donde se admite la H1 de la investigación, por lo cual, la metodología Lean Manufacturing si incrementa la productividad en la Empresa Metal Industria e Ingeniería S.A.C.

V. DISCUSIÓN

Para este estudio que se logró realizar en una empresa que está dedicada al mantenimiento, fabricación, montaje y electromecánicos de remolques y camiones cañeros, carrocería en general en la sede de Trujillo. Para esto tuvo como objetivo general aplicar la metodología Lean Manufacturing para incrementar la productividad de la empresa Metal Industria e Ingeniería.

Metal industria e Ingeniería no ha implementado alguna metodología Lean que mejore su cadena de producción y eleve su nivel de calidad de su proceso. Luego de la aplicación de una metodología Lean se logró eliminar algunos tiempos inactivos, lo cual esto producía retrasos en el proceso. Esto, logró influenciar para poder disminuir los descuidos que realizan los operarios y otros errores que se puedan cometer, dejando en mejor posición en el mercado de la industria.

Para nuestro objetivo específico 1, se basa en la situación que tiene la empresa actualmente, también se visualiza los problemas existentes en Metal Industria e Ingeniería siendo estos los que trabajaremos para darle la solución requerida. Para tener más detalle en cuanto al proceso productivo realizaremos un Diagrama de flujo, un Pareto y un Gráfico radial, esto servirá para dar una evaluación más minuciosa a los problemas de la empresa. Para lo cual la productividad de la mano de obra (PMO) es de 0.48 requerimientos/hora al día y la productividad de maquinaria (PM) es del 0.53 requerimientos/hora al día del Pre – Test.

Lo que se logró aplicar y mencionar anteriormente es similar a lo que nos dice Charaja Aznarán (2020), para las empresas metalmecánica de aluminio, los DAP y DOP son diagramas que tienen una amplia visión para poder analizar y dar solución a la empresa o área.

Por lo mismo, Calua y Jara (2020), logró realizar un Pareto y un diagrama de flujo con el objetivo de encontrar los problemas más críticos que disminuyen la productividad en la empresa.

Por otro lado, Arana & Del Rosario (2022), hicieron uso de tablas en Excel y gráficos radiales para dar comparaciones del antes y después de aplicar la metodología Lean 5s.

En lo que respecta nuestro segundo objetivo, que es aplicar una metodología Lean, mediante el método 5s, aplicamos una entrevista pre – test obteniendo una puntuación de 49 antes de la implementación de dicho método, luego de aplicar esta metodología se obtuvo una puntuación de 92.

Lo que se mencionó anteriormente tiene que ver con los resultados obtenidos con Paredes (2018), donde logró aplicar la metodología 5s, aumentando el cumplimiento en un valor de 68%.

Para Ross Mike (2017) el método 5s es una filosofía tan simple pero precisa, que ayuda a aumentar la productividad, eficiencia y eficacia en donde se emplee dicha metodología, creando buenos hábitos en el personal que labora.

Siguiendo con la alineación, para nuestro segundo objetivo, lo cual consta de la aplicación de un mantenimiento preventivo total que fue de ayuda para lograr disminuir las paradas no previstas de cada maquinaria. No obstante, se analizó el OEE de cada máquina. Por lo cual como primera instancia se obtuvo un OEE del 33.85%, también se obtuvo un costo de mantenimiento por mes de S/. 1625.90. Para luego de la aplicación del TPM se obtuvo un OEE del 70.32% y para los costos de mantenimiento de S/. 708.00.

Para (2020) después de aplicar TPM, la disminución de paradas de equipos fue del 75.3%. lo cual es un dato muy elevado a lo habitual, ya que los procesos son muy distintos y las maquinas con las que trabajan.

Por último, para el tercer objetivo, lo cual es pronosticar los nuevos datos de la productividad, logrando como primer dato la productividad de mano

de obra siendo este un 0.85 requerimientos/hora al día, con una variación del 43.47% y para la productividad de la maquinaria un 0.90 requerimientos/hora al día con una variación del 41.50% respectivamente.

Lo cual para Paredes (2018) obtuvo resultados similares después de implementar las herramientas Lean para su proyecto de investigación, logrando incrementar su productividad en 16.36%.

Para el objetivo principal, la implementación de este método Lean tiende a incrementar lo que es la productividad, logrando exitosamente una variación de esta hasta un 43.67% para la Mano de obra y un 41.50% para la maquinaria. Siendo un método importante en la industria Metalmecánica.

Para Charaja Aznarán (2020) nos dice que luego de la aplicación de las herramientas Lean en empresas de Metalmecánica de aluminio, se logra incrementar lo que es productividad, teniendo como resultados en productividad de MO en 17.8% logrando de 12.5 a 15.2 protectores de aluminio /H-H.

Finalmente, para Socconini (2019), nos hace saber que tan importante viene a ser estas herramientas para la industria metalmecánica, gracias a estas se logran disminuir drásticamente cualquier despilfarro, problema o desperdicio que se presentan en las empresas, dando validez a los datos resultantes de este proyecto.

VI. CONCLUSIONES

Para nuestras conclusiones, luego de aplicar las herramientas necesarias, se obtuvo:

1. Se logró concluir que, en el análisis situacional (Pre – Test) de la empresa para el área de producción, como primera instancia se hizo uso de la observación, guiado por los jefes expertos de la empresa, para después realizar un diagrama de Pareto de los problemas, diagrama de Ishikawa, diagrama de flujo, Formato de Evaluación 5s pre – test, Grafico Radial, finalizando con el hallazgo de la productividad de mano de obra con un promedio del 0.48 requerimientos/hora al día y maquinaria con un promedio del 0.53 requerimientos/hora al día, para los meses de Mayo, Junio y Julio respectivamente.
2. Luego de aplicar la metodología Lean Manufacturing, se obtuvieron mejoras para la productividad PMO y PM, donde se hizo uso de métodos como el mantenimiento autónomo y preventivo total, logrando aumentar un OEE del 33.85% al 70.32% siendo una variación del 56%. También logramos aplicar el método 5s, este nos ayudó a que los operarios tengan un método específico para antes y después de realizar sus labores, teniendo como resultado, gracias al Formato de Evaluación 5s, para el pre – test una puntuación de 49. y el post – test 92 puntos, aumentando notablemente su puntuación.
3. Posteriormente, luego de aplicar estas herramientas Lean se obtuvo un resultado para la productividad de mano de obra en promedio del 0.85 requerimientos/hora al día y para maquinaria un promedio de 0.90 requerimientos/hora al día, ya que la empresa recién está sobresaliendo en el mercado metalmecánico, los trabajadores están motivados y aptos para colaborar con este proyecto y realizar sus labores aplicando estas metodologías Lean.
4. Para la prueba de hipótesis se eligió Shapiro – Wilk, dando como resultado el nivel de significancia del 0.144 para Mano de Obra y 0.253 para Maquinaria, seguidamente se aplica la T – Student, dando como resultado un nivel bajo de significancia bilateral del

0.003 para Mano de obra y 0.007 para Maquinaria, esta prueba logró aprobar lo que es la hipótesis 1 de este proyecto de investigación, dando por hecho que dichas metodologías si aumentan la productividad de la empresa Metal Industria e Ingeniería S.A.C.

5. Para finalizar, se recalca que estas herramientas Lean, al aplicarse en esta empresa que está surgiendo recientemente, fue de gran ayuda para mejorar la metodología de trabajo en el área de producción, aumentando la productividad de mano de obra con una variación del 43.67%% y para la productividad de maquinaria con una variación de 41.50%.

VII. RECOMENDACIONES

1. Generalmente debemos monitorear toda herramienta Lean aplicada en la empresa, puesto que, son métodos que mejoran los procesos, por lo mismo no se debe dejar de aplicar estas herramientas para que la productividad de la empresa no decaiga nuevamente.
2. No dejar de aplicar el Formato de Evaluación 5s, puesto que es base para todo método de trabajo, y así haya un orden y las dinámicas implantadas no se pierdan, y el grupo no este desorganizado.
3. Seguir efectuando el mantenimiento autónomo para que no exista costos elevados en cuanto a las reparaciones de la maquinaria, ya que algunas de las maquinas tienen más de un año y tienden a fallar constantemente así se haya hecho el mantenimiento preventivo.
4. Seguir informando a los operarios mensualmente sobre los pasos correctos para la aplicación de cada método propuesto, puesto que, esto ayuda a no perder la idea que se implanto en cada trabajador.
5. Por otra parte, y ultima recomendación, proponer un plan para la seguridad en el área, puesto que el desorden, la falta de limpieza, falta de disciplina y conciencia del trabajador ocasionan accidentes leves hasta mortales.

REFERENCIAS

(s.f.).

Agustiady, T. K., & Cudney, E. (15 de Febrero de 2018). *Taylor & Francis Online*.

Obtenido de Mantenimiento Productivo Total:

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14783363.2018.1438843>

Angulo, J., & Rodriguez, D. (2020). *Aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la empresa metalmecánica Promet E.I.R.L, Trujillo, 2019*. Universidad César Vallejo, La Libertad. Trujillo: Repositorio UCV.

Arana Cardenas, F., & Del Rosario Ochoa, S. (2022). *IMPLEMENTACIÓN DE LAS 5S PARA REDUCIR EL TIEMPO DE RESPUESTA Y DESPACHO EN ELALMACÉN DE UN CENTRO HOSPITALARIO PÚBLICO LIMA - 2020*. Tesis para optar el título profesional de:, UPN, Lima. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/32746/Arana%20Cardenas%20Flavio%20Salvador%20-%20Del%20Rosario%20Ochoa%20Schania%20Nicolle.pdf?sequence=2>

Arispe, C., Yangai, J., Guerrero, M., Lozada, O., Acuña, L., & Arellano, C. (2020). *La investigación científica*. (UIDE, Ed.) Guayaquil: GUAYAQUIL/2020. Obtenido de <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/4310>

Arroyo Paredes, N. (2018). *implementación de herramientas lean manufacturing para mejorar la producción en una empresa metalmecánica*. Lima: Universidad Nacional de San Marcos. Obtenido de https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/9778/Arroyo_pn.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Avila, V. K., & Castro, B. S. (2022). *IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SMED PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE TAPAS DE PLÁSTICO EN LA EMPRESA ASAPLAST E.I.R.L*. Lima: Repositorio UPN. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/32414/Avila%20Valed%20Kendra%20Yasmin%20-%20Castro%20Balboa%20Sara%20Elvira-Parcial.pdf?sequence=2>

Avilez Avellaneda, J. J. (2022). *Aplicación de la herramienta Poka Yoke – 5S para la mejora de la productividad en el proceso de pruebas de carga y*

control de calidad en ascensores del modelo S3300 en la empresa TSC Ascensores. Lima, Perú: Repositorio Institucional UPN. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/30171>

Blanco Muñoz, S. (2018). *¿Cómo Elaborar Un Proyecto De Investigación?*

Calua Villanueva, A., & Jara Sandoval, M. (2020). *Propuesta de aplicación de herramientas LEan Manufacturing para mejora de la productividad de una empresa metalmecánica*. Lima: UTP. Obtenido de https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/3153/Alex%20Calua_Melissa%20Jara_Trabajo%20de%20Investigacion_Bachiller_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Canahua Afaza, N. (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*. Lima, Perú: Revista Industrial Data 24(1). Obtenido de <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/idata/article/view/18402/16998>

Carrillo, L. M., Alvis, R. C., Mendoza, A. Y., & Cohen, P. H. (Enero - Junio de 2019). Lean manufacturing: 5 s y TPM, herramientas de mejora de la calidad. Caso empresa metalmecánica en Cartagena, Colombia. (SIGNOS, Ed.) 11(1), 71-86. Obtenido de <https://doi.org/10.15332/s2145-1389-4934>

Charaja Aznarán, J. (2020). *Aplicación de herramientas lean manufacturing para mejorar la productividad en la empresa metalmecánica de aluminio*. Tesis bachiller en Ciencias, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.

CHARAJA, A. J. (2020). *APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EMPRESAS METAL MECÁNICA DE ALUMINIO*. Trabajo de investigación para la obtención del grado de BACHILLER EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN INGENIERÍA INDUSTRIAL, Pontificia Universidad Católica del Perú , Lima. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12404/18253>

Chaudhary, F. (2017). *KAIZEN: 5S & PDCA*. DHANBAD: AMAZON.

Di Natale, H. N., Picón, I. E., Quezada, R. H., & Toro, H. G. (2017). *Planeamiento estratégico del sector metalmecánica en el Perú*. TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE MAGÍSTER EN, PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA

- DEL PERÚ, Santiago de Surco. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12404/8489>
- Flores, C. (12 de Febrero de 2018). *Diario El Correo*. Obtenido de Empresas peruanas en desventaja ante extranjeras en licitaciones: <https://diariocorreo.pe/economia/empresas-peruanas-en-desventaja-ante-extranjeras-en-licitaciones-802620/>
- FocusEconomics, Consensus, Forecast, & LatinFocus. (11 de Junio de 2023). *ANDINA*. Obtenido de Manufactura peruana crecerá 1.1% el 2023, más que promedio regional: <https://andina.pe/agencia/noticia-manufactura-peruana-crecera-11-2023-mas-promedio-regional-943441.aspx>
- FONTALVO , T., DE LA HOZ , E., & MORELOS , J. (2018). La productividad y sus factores. (Dialnet, Ed.) 16(1), 47-60. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6233008>
- Gamarra Conder, A., & Avila Chumpisuca, R. (2020). *Modelo de producción Lean Manufacturing para incrementar la eficiencia de una línea de producción continua en una empresa del sector metalmecánico*. TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL , Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Lima. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10757/657931>
- Garay , G., Hilario , J., & Flores , J. (2021). *El proyecto de investigación (guía de elaboración)* (1 ed.). Perú: Garay Robles Gerardo. Obtenido de <http://isbn.bn.p.gob.pe/catalogo.php?mode=detalle&nt=119599>
- García Cantó, M., & Amador Gandia, A. (2019). *HOW TO APPLY “VALUE STREAM MAPPING” (VSM)* (30 ed., Vol. 8). Valencia, España: 3C Tecnología. doi:<http://dx.doi.org/10.17993/3ctecno/2019.v8n2e30.68-83>
- Guitierrez, D., & Terrones, C. (2021). *Implementación de la metodología lean manufacturing para aumentar la productividad de la curtiembre Ecológica del Norte EIRL, 2019*. Universidad César Vallejo, La libertad. Trujillo: Repositorio UCV.
- Guzel, D. (2021). Increasing Productivity of Furniture Factory with Lean Manufacturing Techniques (Case Study). 10(28). Obtenido de <https://hrcak.srce.hr/file/394104>
- Hernández, P. H., Barrios, P. I., & Martínez, S. D. (s.f.). *Gestión de la calidad: elemento clave para el desarrollo de las organizaciones* (Vol. 16). (C. LIBRE, Ed.) Bogotá, Colombia: UNIVERSIDAD LIBRE COLOMBIA.

- Hu, Y., Liang, W., & Yipeng, T. (2017). Evaluation on University Research Efficiency and Productivity: Concept, Methodology, and Literature Review. En *Evaluación de la eficiencia de la investigación de las universidades chinas* (págs. 11-31).
- IEDEP. (10 de Febrero de 2020). *LA CÁMARA* . Obtenido de Revista Digital de la Cámara de Comercio de Lima: <https://lacamara.pe/en-marcha-actualizacion-del-indice-del-pbi/>
- IEES, I. D. (2021). *INDUSTRIA METALMECÁNICA*. Obtenido de <https://sni.org.pe/wp-content/uploads/2022/01/33-Industria-Metalmecanica.pdf>
- Linares Contreras, D. A. (31 de Julio de 2018). *Aplicación de Herramientas de Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la Empresa Soquitex*. Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). Obtenido de <http://hdl.handle.net/10757/624049>
- MADARIAGA, N. F. (2021). *LEAN MANUFACTURING*. BUBOK. Obtenido de <https://drive.google.com/file/d/1NUdKTBMfa4kQUaM9KJ8cKNU0R2MT0ozU/view>
- Mariátegui, L. (14 de Febrero de 2020). *Industria metal mecánica, motor del desarrollo*. Obtenido de RPP noticias: <https://rpp.pe/columnistas/leandromariategui/industria-metal-mecanica-motor-del-desarrollo-noticia-1245757>
- Muñoz, G. J., Zapata, U. C., & Medina, V. P. (2022). *Lean Manufacturing Modelos y herramientas*. Pereira, Colombia: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA. Obtenido de <https://repositorio.utp.edu.co/bitstreams/b5ad2e22-e1fe-45ba-b872-54ea0d9817fd/download>
- Oficina de Estudios Económicos del Ministerio de Comercio, I. y. (18 de Abril de 2023). Obtenido de <https://www.mincit.gov.co/prensa/foto-noticias/empleo-en-sector-manufacturero-crecio-febrero-2023>
- Osmar, E. (2014). *La clave del cambio*. Obtenido de <https://articulospm.files.wordpress.com/2012/05/kaizen-la-clave-del-cambio.pdf>
- Ross, M. (2017). *System 5s*. 2(12), 125.

Salazar López, B. (29 de Octubre de 2019). *ingeniería Industrial*. Obtenido de ¿Qué es el Lean Manufacturing?: <https://ingenieriaindustrialonline.com/lean-manufacturing/que-es-el-lean-manufacturing/>

Sanchez, G. J. (01 de Febrero de 2020). *Economipedia*. Obtenido de Eficacia : <https://economipedia.com/definiciones/eficacia.html>

Socconini, L. (2019). *Lean manufacturing paso a paso* (Vol. 1). (M. books, Ed.)

ANEXOS

ANEXO 1. CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
LEAN MANUFACTURING	La metodología de manufactura esbelta es una filosofía de producción que agrupa técnicas para facilitar el diseño de sistemas a un costo mínimo, alta flexibilidad y calidad competitiva; permitiendo a las empresas reducir inventarios, reducir demoras y reducir costos (Salazar López, 2019),	Rueda (2016), La manufactura esbelta se puede medir por las herramientas utilizadas para reducir el desperdicio. Entre las técnicas utilizadas se encuentran: 5s, TPM y Poka Yoke..	5s	<p>%C5's = % de cumplimiento de las 5s Clasificar: %C5's = Puntaje obtenido del FE5's / Puntaje Máximo del FE5's Ordenar: %C5's = Puntaje obtenido del FE5's / Puntaje Máximo del FE5's Limpiar: %C5's = Puntaje obtenido del FE5's / Puntaje Máximo del FE5's Estandarizar: %C5's = Puntaje obtenido del FE5's / Puntaje Máximo del FE5's Disciplina: %C5's = Puntaje obtenido del FE5's / Puntaje Máximo del FE5's</p> <p>FE5's = Formato de evaluación 5's</p>	Razón
			TPM	<p>OEE= Disponibilidad* Calidad*Rendimiento Disponibilidad= (Tiempo Operativo/ Tiempo planificado producción) * 100% Calidad = (Producción real / Producción programada) * 100% Desempeño= (nº de Piezas buenas / nº de unds totales producidas) *100%</p>	Razón
			Poke Yoke: disminuye el margen de error	<p>$IE = (NE / TES) * 100\%$ IE: Índice de Errores NE: Número de Errores TES: Total Errores suprimidos</p>	Razón
PRODUCTIVIDAD	Expresa los resultados obtenidos por el proceso con respecto a los recursos utilizados y el tiempo empleado por la mano de obra, así mismo se evalúa el desempeño de los trabajadores y la relación entre los bienes y servicios prestados (Hu, Liang, & Yipeng, 2017),	La productividad se refiere al uso eficaz de recursos, potencia, capital, materiales, energía e información en la producción de diversos bienes y servicios.	Productividad (Maquinaria)	$PMP = (Producción\ Total / Horas\ Maquina)$	Razón
			Productividad (Mano de obra)	$PMO = (Producción\ Total / Horas\ al\ Día)$	Razón

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 2. Evaluación por juicio de expertos

- Evaluado por Ing. Luis Mantilla Rodríguez



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, **LUIS MANTILLA RODRIGUEZ** con CIP N° **193995** de profesión **INGENIERO INDUSTRIAL** desempeñándome actualmente como **DOCENTE**

Por este medio de la presente hago constar que he revisado, con fines de validación, el instrumento **“ENCUESTA PARA DETERMINAR CAUSAS QUE AFECTAN A LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA METAL INDUSTRIA E INGENIERIA S.A.C.”**, a los efectos de su aplicación en la Empresa de Calzado Creaciones Harley.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Muy Bueno	Excelente
1. Congruencia de ítem				X	
2. Amplitud de contenido				X	
3. Redacción de Ítems				X	
4. Pertinencia				X	
5. Metodología				X	
6. Coherencia				X	
7. Organización				X	
8. Objetividad				X	
9. Claridad				X	

En señal de la conformidad firmo la presente en la ciudad de Trujillo a los 14 días del mes de JULIO del 2023.



Luis Alfredo Mantilla Rodríguez
ING. INDUSTRIAL
R. CIP. N° 193995

**ENCUESTA PARA DETERMINAR CAUSAS QUE AFECTAN A LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA
METAL INDUSTRIA E INGENIERÍA S.A.C.**



Mediante esta encuesta sabremos las causas que están afectando a la productividad en la empresa. *(Esta encuesta de carácter anónimo)*

CALIFICACIÓN:
5 - DEMASIADO ALTO
4 - ALTO
3 - REGULAR
2 - BAJO
1 - DEMASIADO BAJO

MAQUINARIA

PARADAS IMPREVISTAS
DEMORA DE OBTENCIÓN DE HERRAMIENTAS Y EQUIPOS
NO EXISTE UN REGISTRO DE TAREAS

ENTREVISTADOS						TOTAL
OPERARIO 1	OPERARIO 2	OPERARIO 3	OPERARIO 4	OPERARIO 5	OPERARIO 6	
RESULTADOS						
4	5	4	5	5	4	27
3	3	3	2	3	2	16
3	3	3	3	3	3	18
						20.333 33

MATERIALES

DEMORA DE OBTENCIÓN DE CONSUMIBLES
PLANCHAS DE DIFERENTES DIMENSIONES
EL ALMACEN NO CUMPLE CON LOS ESTANDARES BÁSICOS

4	5	5	4	4	5	27
2	2	1	1	1	1	8
4	5	5	5	5	5	29
						21.333 33

MANO DE OBRA

PERSONAL INSUFICIENTE
PERSONAL INCAPACITADO PARA CUMPLIR LAS
LABORES
USO INADECUADO DEL OXICORTE

4	5	5	5	4	4	27
1	2	2	2	2	2	11
3	3	3	2	3	3	17
						18.3

MEDICIÓN

DEMORA EN AJUSTAR MAQUINARIA Y EQUIPO
FALTA DE CONTROL DE LOS PROCESOS
FALTA SUPERVISIÓN EN LAS ACTIVIDADES

3	3	3	3	3	3	18
4	4	4	4	4	5	25
5	5	5	4	4	5	28
						23.7

MÉTODOS

MALA CODIFICACIÓN DE PARADAS
PROCEDIMIENTOS NO ESTANDARIZADOS
FALTA DE UNA METODOLOGÍA

2	1	2	1	1	1	8
3	3	3	4	2	3	18
4	5	5	5	5	5	29
						18.3

MEDIO AMBIENTE

FALTA DE CONCIENCIA AMBIENTAL

3	2	3	2	3	2	15
						15

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 3. Tabla para hallar la Productividad del área de Operaciones



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, **LUIS MANTILLA RODRIGUEZ** con CIP N° **193995** de profesión **INGENIERO INDUSTRIAL** desempeñándome actualmente como **DOCENTE**

Por este medio de la presente hago constar que he revisado, con fines de validación, el instrumento “**Tabla para hallar la productividad del área de operaciones**”, a los efectos de su aplicación en la Empresa de Calzado Creaciones Harley.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Muy Bueno	Excelente
1. Congruencia de ítem				X	
2. Amplitud de contenido				X	
3. Redacción de Ítems				X	
4. Pertinencia				X	
5. Metodología				X	
6. Coherencia				X	
7. Organización				X	
8. Objetividad				X	
9. Claridad				X	

En señal de la conformidad firmo la presente en la ciudad de Trujillo a los 14 días del mes de JULIO del 2023.



Luis Alfredo Mantilla Rodríguez
ING. INDUSTRIAL
R. CIP. N° 193995

Productividad Pre – Test.

Mes de mayo

MES	PRODUCCIÓN TOTAL POR (REQUERIMIENTOS)	Nº TRABAJADORES	Nº MAQUINAS	HORAS AL DÍA	HORAS - MÁQUINA (H-M)
01/05/2023					
02/05/2023	4	6	8	9	8
03/05/2023	4	6	7	9	7
04/05/2023	5	6	7	9	7
05/05/2023	4	6	7	8	7
06/05/2023	4	5	8	8	8
07/05/2023					
08/05/2023	5	6	8	9	8
09/05/2023	4	6	8	9	8
10/05/2023	4	6	8	8	8
11/05/2023	3	5	8	8	8
12/05/2023	4	5	8	9	8
13/05/2023	4	5	7	9	7
14/05/2023					
15/05/2023	4	5	8	8	8
16/05/2023	5	5	8	9	8
17/05/2023	4	5	8	9	8
18/05/2023	4	5	8	8	8
19/05/2023	4	5	8	8	8
20/05/2023	5	5	8	9	8
21/05/2023					
22/05/2023	4	5	8	9	8
23/05/2023	5	5	8	8	8
24/05/2023	4	5	8	9	8
25/05/2023	3	5	8	9	8
26/05/2023	4	5	8	8	8
27/05/2023	3	5	8	8	8
28/05/2023					
29/05/2023	4	5	8	9	8
30/05/2023	3	5	8	9	8
31/05/2023	4	6	8	10	8

Fuente: elaboración propia.

Mes de junio

MES	PRODUCCIÓN TOTAL POR (REQUERIMIENTOS)	Nº TRABAJADORES	Nº MAQUINAS	HORAS AL DÍA	HORAS - MÁQUINA (H-M)
01/06/2023	5	5	7	10	7
02/06/2023	4	5	7	9	7
03/06/2023	4	5	8	9	8
04/06/2023					
05/06/2023	2	5	8	8	8
06/06/2023	5	5	8	9	8
07/06/2023	4	5	8	8	8
08/06/2023	4	5	8	9	8
09/06/2023	4	5	8	9	8
10/06/2023	4	5	8	9	8
11/06/2023					
12/06/2023	5	5	8	9	8
13/06/2023	3	5	8	9	8
14/06/2023	4	5	8	9	8
15/06/2023	4	5	8	9	8
16/06/2023	4	5	8	9	8
17/06/2023	5	5	8	9	8
18/06/2023					
19/06/2023	4	6	8	9	8
20/06/2023	3	6	8	9	8
21/06/2023	3	6	8	8	8
22/06/2023	6	6	8	8	8
23/06/2023	4	6	7	8	7
24/06/2023	4	6	7	8	7
25/06/2023					
26/06/2023	5	6	8	8	8
27/06/2023	4	6	7	9	7
28/06/2023	3	6	8	9	8
29/06/2023					
30/06/2023	4	6	7	8	7

Fuente: elaboración propia.

Mes de Julio

MES	PRODUCCIÓN TOTAL POR (REQUERIMIENTOS)	Nº TRABAJADORES	Nº MAQUINAS	HORAS AL DÍA	HORAS - MÁQUINA (H-M)
01/07/2023	3	6	8	8	8
02/07/2023					
03/07/2023	4	4	8	9	8
04/07/2023	4	4	7	9	7
05/07/2023	4	4	7	9	7
06/07/2023	5	4	7	9	7
07/07/2023	4	4	7	9	7
08/07/2023	5	4	8	8	8
09/07/2023					
10/07/2023	4	4	7	8	7
11/07/2023	5	4	7	8	7
12/07/2023	3	4	8	9	8
13/07/2023	4	4	8	9	8
14/07/2023	3	4	8	9	8
15/07/2023	3	4	7	9	7
16/07/2023					
17/07/2023	5	7	8	8	8
18/07/2023	5	7	8	8	8
19/07/2023	4	7	8	8	8
20/07/2023	4	7	8	8	8
21/07/2023	6	7	7	8	7
22/07/2023	4	7	8	8	8
23/07/2023					
24/07/2023	3	6	7	8	7
25/07/2023	4	6	8	8	8
26/07/2023	5	6	8	8	8
27/07/2023	5	6	8	8	8
28/07/2023	5	6	8	9	8
29/07/2023					
30/07/2023					
31/07/2023	4	6	8	8	8

Fuente: elaboración propia.

Productividad Post – Test.

Mes de Agosto

MES	PRODUCCIÓN TOTAL POR (REQUERIMIENTOS)	Nº TRABAJADORES	Nº MAQUINAS	HORAS AL DÍA	HORAS - MÁQUINA (H-M)
01/08/2023	6	7	7	8	7
02/08/2023	8	8	6	9	6
03/08/2023	8	8	8	8	8
04/08/2023	7	7	8	8	8
05/08/2023	7	7	8	8	8
06/08/2023					
07/08/2023	8	7	8	8	8
08/08/2023	6	7	7	8	7
09/08/2023	6	7	7	8	7
10/08/2023	8	7	7	8	7
11/08/2023	8	7	7	8	7
12/08/2023	7	7	8	8	8
13/08/2023					
14/08/2023	6	7	8	8	8
15/08/2023	6	7	8	8	8
16/08/2023	7	7	8	8	8
17/08/2023	8	7	7	8	7
18/08/2023	7	7	8	8	8
19/08/2023	6	7	7	8	7
20/08/2023					
21/08/2023	8	8	8	8	8
22/08/2023	7	7	8	8	8
23/08/2023	8	7	8	8	8
24/08/2023	6	8	8	8	8
25/08/2023	7	8	8	8	8
26/08/2023	7	7	8	8	8
27/08/2023					
28/08/2023	7	7	8	8	8
29/08/2023	7	8	8	8	8
30/08/2023	7	7	8	8	8
31/08/2023	8	8	8	8	8

Fuente: Elaboración propia.

Mes de Septiembre

MES	PRODUCCIÓN TOTAL POR (REQUERIMIENTOS)	Nº TRABAJADORES	Nº MAQUINAS	HORAS AL DÍA	HORAS - MÁQUINA (H-M)
01/09/2023	6	8	8	8	8
02/09/2023	8	8	8	8	8
03/09/2023					
04/09/2023	7	8	8	9	8
05/09/2023	6	7	8	9	8
06/09/2023	8	8	8	9	8
07/09/2023	7	7	8	9	8
08/09/2023	7	7	8	9	8
09/09/2023	8	7	8	9	8
10/09/2023					
11/09/2023	7	8	8	10	8
12/09/2023	7	8	8	10	8
13/09/2023	6	8	8	10	8
14/09/2023	6	7	8	10	8
15/09/2023	8	7	8	10	8
16/09/2023	6	8	8	10	8
17/09/2023					
18/09/2023	6	8	8	9	8
19/09/2023	8	8	8	9	8
20/09/2023	7	8	8	9	8
21/09/2023	6	7	8	9	8
22/09/2023	7	7	8	9	8
23/09/2023	6	8	8	9	8
24/09/2023					
25/09/2023	6	7	8	8	8
26/09/2023	8	8	8	8	8
27/09/2023	7	8	8	8	8
28/09/2023	6	7	8	8	8
29/09/2023	8	7	8	8	8
30/09/2023	7	8	8	8	8

Fuente: Elaboración propia.

Mes de Octubre

MES	PRODUCCIÓN TOTAL POR (REQUERIMIENTOS)	Nº TRABAJADORES	Nº MAQUINAS	HORAS AL DÍA	HORAS - MÁQUINA (H-M)
01/10/2023					
02/10/2023	8	7	8	8	8
03/10/2023	8	8	8	8	8
04/10/2023	8	8	8	8	8
05/10/2023	8	8	8	8	8
06/10/2023	6	7	8	8	8
07/10/2023	8	7	8	8	8
08/10/2023					
09/10/2023	6	7	7	9	7
10/10/2023	7	8	7	9	7
11/10/2023	7	7	8	8	8
12/10/2023	8	8	8	8	8
13/10/2023	7	8	8	8	8
14/10/2023	6	7	8	8	8
15/10/2023					
16/10/2023	8	7	7	8	7
17/10/2023	7	7	7	8	7
18/10/2023	8	8	7	8	7
19/10/2023	6	8	8	8	8
20/10/2023	7	8	8	8	8
21/10/2023	8	7	8	8	8
22/10/2023					
23/10/2023	8	7	8	8	8
24/10/2023	7	8	8	8	8
25/10/2023	7	7	8	8	8
26/10/2023	8	7	8	8	8
27/10/2023	7	8	8	8	8
28/10/2023	7	8	8	8	8
29/10/2023					
30/10/2023	7	8	8	9	8
31/10/2023	6	7	8	9	8

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 4. Evaluación por juicio de expertos



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, **LUIS MANTILLA RODRIGUEZ** con CIP N° **193995** de profesión **INGENIERO INDUSTRIAL** desempeñándome actualmente como **DOCENTE**

Por este medio de la presente hago constar que he revisado, con fines de validación, el instrumento “**FORMATO DE EVALUACIÓN 5S's**”, a los efectos de su aplicación en la Empresa de Calzado Creaciones Harley.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Muy Bueno	Excelente
1. Congruencia de ítem				X	
2. Amplitud de contenido				X	
3. Redacción de ítems				X	
4. Pertinencia				X	
5. Metodología				X	
6. Coherencia				X	
7. Organización				X	
8. Objetividad				X	
9. Claridad				X	

En señal de la conformidad firmo la presente en la ciudad de Trujillo a los 14 días del mes de JULIO del 2023.



Luis Alfredo Mantilla Rodríguez
ING. INDUSTRIAL
R. CIP. N° 193995

**FORMATO DE EVALUACIÓN 5S PARA LA EMPRESA
METAL INDUSTRIA E INGENIERÍA S.A.C.**



GUIA DE CALIFICACION	
0	NO EXISTE IMPLEMENTACION
1	UN 29% DE INCUMPLIMIENTO
2	CUMPLE UN 64 %
3	UN 94% DE CUMPLIMIENTO

Ítem	CLASIFICAR	May	Juni	Juli	Agost	Septiem	Octub
		o	o	o	o	bre	re
1	Los equipos/herramientas se encuentran en buen estado para su uso	3	2	1	3	2	3
2	El mobiliario se encuentra en buenas condiciones de uso	3	2	3	3	3	2
3	Los materiales de limpieza se encuentran correctamente identificados	1	2	2	3	3	3
4	Pasillos libres de obstáculos	1	2	1	2	3	3
5	Existen herramientas innecesarias en el almacén	2	1	3	3	2	2
6	Se cuenta con solo lo necesario para trabajar	1	1	1	3	3	3
7	Los materiales se encuentran bien ordenados	1	1	1	3	3	3
8	Los materiales se encuentran en su lugar asignado	1	2	2	2	3	3
9	Es fácil encontrar lo que se busca inmediatamente	1	2	1	3	2	3
10	El área se encuentra libre de cajas de papeles u otros objetos	1	1	2	2	3	3
	TOTAL	15	16	17	27	27	28

ORDENAR

11	Existe un lugar específico para cada material, herramienta y equipo de trabajo	1	1	1	3	2	2
12	Están todos los materiales almacenados de forma adecuada	2	1	1	2	3	2
13	Los botes de basura están en el lugar designado para éstos	1	2	1	3	2	2
14	Se vuelven a colocar las cosas en su lugar despues de usarlas	2	1	1	3	3	3
15	Están indicadas las cantidades máximas y mínimas admisibles y el formato de almacenamiento	1	2	1	3	3	3
16	Están las estanterías y/o mobiliarios en el lugar adecuado y debidamente identificadas	1	2	2	2	3	2
17	Todas las identificaciones en los estantes de material están actualizadas y se respetan	1	1	2	3	3	3
	TOTAL	9	10	9	19	19	17

LIMPIAR

18	Los moviliarios se encuentran limpios	1	1	2	2	3	2
19	Las herramientas/equipos de trabajo se encuentran limpias y en buenas condiciones	3	2	2	3	2	2
20	El piso está libre de polvo, basura, componentes y manchas	2	1	1	3	3	3
21	Se usan elementos apropiados para la limpieza del área	2	2	1	3	3	3
22	Existe una persona o equipo de personas responsable de supervisar las operaciones de limpieza	2	2	1	3	3	3
23	Los planes de limpieza se realizan en la fecha establecida	1	2	2	2	3	3
	TOTAL	11	10	9	16	17	16

ESTANDARIZAR

24	El área de mantenimiento tiene luz suficiente y adecuada ventilación	3	3	3	3	3	3
25	Existen procedimientos escritos estándar y se utilizan activamente	1	1	1	3	3	3
26	Están constantemente actualizados los instructivos y procedimientos de orden y limpieza	1	1	1	3	3	3
27	Se generan regularmente mejoras en el almacén	1	1	1	3	3	3
28	Se mantiene las 3 primeras S	1	1	1	3	3	3
	TOTAL	7	7	7	15	15	15

DISCIPLINA

29	Se realiza el control diario de la limpieza	1	2	2	3	3	2
30	Se realiza los informes diarios correctamente y a su debido tiempo	2	1	1	3	3	3
31	Se utiliza el material de protección para realizar la limpieza	2	1	1	3	3	3
32	El personal se encuentra capacitado para realizar los procedimientos estándares	1	1	1	3	3	3
33	Los materiales/equipos se encuentran almacenados correctamente	2	1	2	3	3	3
	TOTAL	8	6	7	15	15	14

ANEXO 5. Evaluación por juicio de expertos



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, **LUIS MANTILLA RODRIGUEZ** con CIP N° **193995** de profesión **INGENIERO INDUSTRIAL** desempeñándome actualmente como **DOCENTE**

Por este medio de la presente hago constar que he revisado, con fines de validación, el instrumento “**GRÁFICO RADIAL DE LA APLICACIÓN 5S's**”, a los efectos de su aplicación en la Empresa de Calzado Creaciones Harley.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Muy Bueno	Excelente
1. Congruencia de ítem				X	
2. Amplitud de contenido				X	
3. Redacción de ítems				X	
4. Pertinencia				X	
5. Metodología				X	
6. Coherencia				X	
7. Organización				X	
8. Objetividad				X	
9. Claridad				X	

En señal de la conformidad firmo la presente en la ciudad de Trujillo a los 14 días del mes de JULIO del 2023.



Luis Alfredo Mantilla Rodríguez
ING. INDUSTRIAL
R. CIP. N° 193995

Gráfico radial de la aplicación 5s

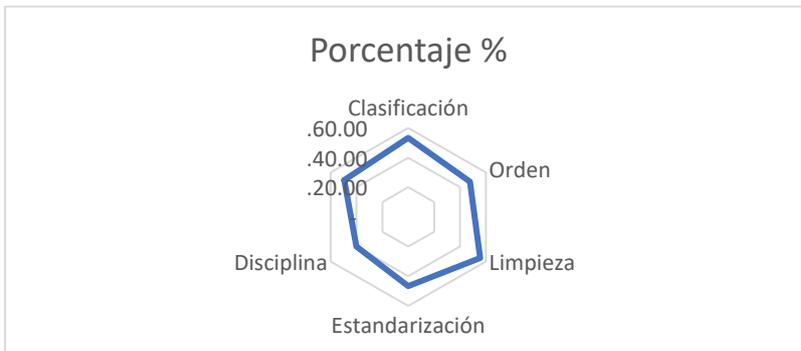
Resultado del mes de mayo



	Porcentaje %	Puntuación	Puntuación Máxima
Clasificación	50.00%	15	30
Orden	42.86%	9	21
Limpieza	61.11%	11	18
Estandarización	46.67%	7	15
Disciplina	53.33%	8	15
	50.505%	50	99

Fuente: elaboración propia.

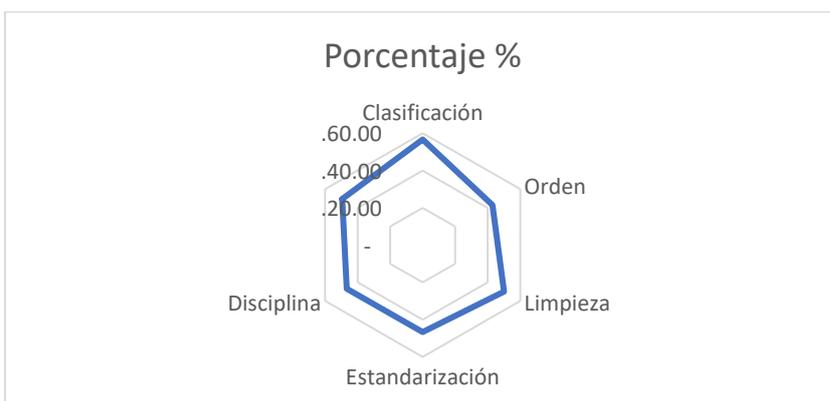
Resultado del mes de junio



	Porcentaje %	Puntuación	Puntuación Máxima
Clasificación	0.53	16	30
Orden	0.48	10	21
Limpieza	0.56	10	18
Estandarización	0.47	7	15
Disciplina	0.40	6	15
	49.495%	49	99

Fuente: elaboración propia.

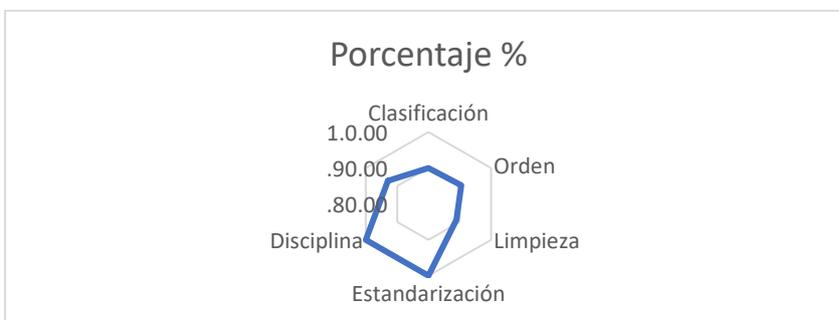
Resultado del mes de Julio



	Porcentaje %	Puntuación	Puntuación Máxima
Clasificación	0.57	17	30
Orden	0.43	9	21
Limpieza	0.50	9	18
Estandarización	0.47	7	15
Disciplina	0.47	7	15
	49.49%	49	99

Fuente: elaboración propia.

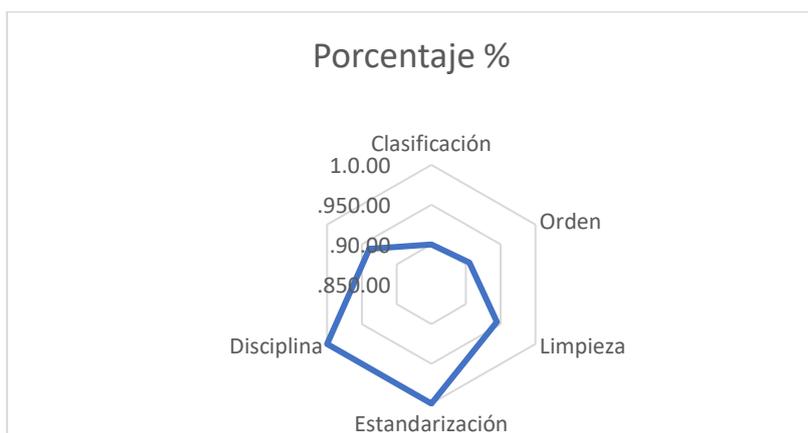
Resultado del mes de Agosto



	Porcentaje %	Puntuación	Puntuación Máxima
Clasificación	0.90	27	30
Orden	0.90	19	21
Limpieza	0.89	16	18
Estandarización	1.00	15	15
Disciplina	1.00	15	15
	92.93%	92	99

Fuente: elaboración propia.

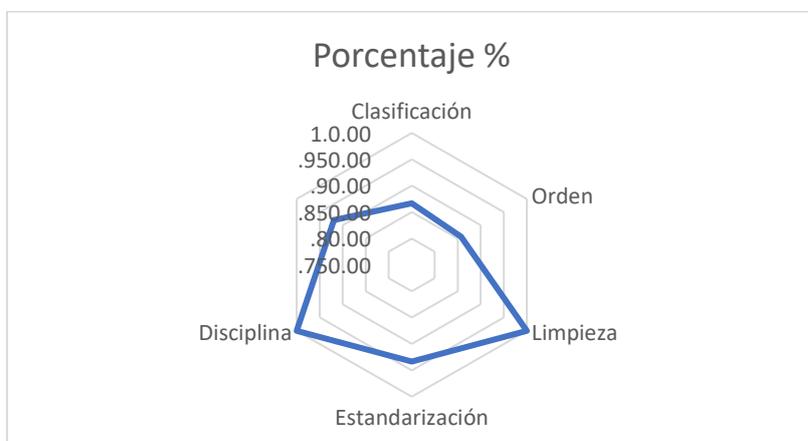
Resultado del mes de septiembre



	Porcentaje %	Puntuación	Puntuación Máxima
Clasificación	0.90	27	30
Orden	0.90	19	21
Limpieza	0.94	17	18
Estandarización	1.00	15	15
Disciplina	1.00	15	15
	93.94%	93	99

Fuente: elaboración propia.

Resultado del mes de Octubre



	Porcentaje %	Puntuación	Puntuación Máxima
Clasificación	0.87	26.00	30
Orden	0.86	18.00	21
Limpieza	1.00	18.00	18
Estandarización	0.93	14.00	15
Disciplina	1.00	15.00	15
	91.92%	91	99

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 6. Cuadro comparativo de los puntajes Pre – Test y Post Test.

CUADRO DE COMPARACIÓN				
MES	PORCENTAJE	PUNTUACIÓN	Puntuación promedio	Porcentaje Promedio
MAYO	50.51%	50		
JUNIO	49.49%	49	49	49.83%
JULIO	49.49%	49		
AGOSTO	92.93%	92		
SEPTIEMBRE	93.94%	93	92	92.93%
OCTUBRE	91.92%	91		

ANEXO 7. Categoría de los materiales

ÍTEM	MATERIAL	CATEGORÍA	ÚTIL	INÚTIL	REPARAR
1	Caretas	EPPs	x		
2	Guantes	EPPs	x		
3	Alicates	Herramientas de mano	x		
4	Cinzel	Herramientas de mano	x		
5	Combo	Herramientas de mano	x		
6	Dados Hexagonales	Herramientas de mano	x		
7	Desarmador	Herramientas de mano	x		
8	Espátulas	Herramientas de mano	x		
9	Llaves francesas	Herramientas de mano	x		
10	Llaves mixtas	Herramientas de mano	x		
11	Martillo	Herramientas de mano	x		
12	Escuadra	Herramientas de medición	x		
13	Manómetro	Herramientas de medición			x
14	Pie de rey	Herramientas de medición	x		
15	Wincha	Herramientas de medición	x		
16	Máquina de soldar	Maquinarias de mano	x		
17	Amoladora	Maquinarias de mano			x
18	Taladro	Maquinarias de mano	x		
19	Galones de pintura	Material de pintura	x		
20	Galones de thinner	Material de pintura		x	
21	Tarros de masilla	Material de pintura		x	
22	Trapos industriales	Material de pintura	x		
23	Discos de corte	Material sobrante		x	
24	Discos de desbaste	Material sobrante		x	
25	Pernos	Material sobrante	x		

26	Pulifan	Material sobrante		x	
27	Retazos con forma	Material sobrante	x		
28	Retazos sin forma	Material sobrante		x	
29	soldadura	Material sobrante		x	
30	Tubos	Material sobrante	x		
31	Botellas de gaseosa	Otros		x	
32	Enchufes y Cableado	Otros	x		
33	Grasa	Otros	x		
34	Válvulas	Otros	x		
35	vasos descartables	Otros		x	
36	Bocinas	Pieza desmontada		x	
37	Kramer	Pieza desmontada		x	
38	Muelles	Pieza desmontada		x	
39	Pines para remolques/camiones	Pieza desmontada		x	
40	Pinzas	Pieza desmontada	x		
41	Zapatas de frenos	Pieza desmontada		x	
TOTAL			25	14	2
			0.609756098	0.341463415	0.048780488

Fuente: elaboración propia.

ANEXO 8. Tarjeta Roja

TARJETA ROJA			
ESPECIFICACIÓN:		Fecha:	
CANTIDAD:		Destino:	
ÁREA: Operaciones			
CATEGORÍA		RAZÓN / DESTINO	
1 <i>Maquinaria</i>	<input type="checkbox"/>	1 <i>No se usara por el momento</i>	<input type="checkbox"/>
2 <i>Herramientas</i>	<input type="checkbox"/>	2 <i>Inservible</i>	<input type="checkbox"/>
3 <i>Consumibles</i>	<input type="checkbox"/>	3 <i>Requiere reparación</i>	<input type="checkbox"/>
4 <i>Producto terminado</i>	<input type="checkbox"/>	4 <i>Uso desconocido</i>	<input type="checkbox"/>
5 <i>Producto en proceso</i>	<input type="checkbox"/>	5 <i>Materiale defectuoso</i>	<input type="checkbox"/>
6 <i>Materiales</i>	<input type="checkbox"/>	6 <i>Reciclar</i>	<input type="checkbox"/>
7 <i>Sobrante de materiales</i>	<input type="checkbox"/>	7 <i>Eliminar o Tirar a la Basura</i>	<input type="checkbox"/>
		8 <i>Reubicar</i>	<input type="checkbox"/>
		9 <i>Enviar a almacen</i>	<input type="checkbox"/>
PERSONA A CARGO		SUPERVISOR	
_____		_____	
FIRMA		FIRMA	

Fuente: elaboración propia.

ANEXO 9. Tarjeta de observación.

TARJETA DE OBSERVACIÓN



NOMBRE DE EQUIPO:

FECHA:

CODIGO

DESTINO:

OBSERVACIÓN:

Fuente: elaboración propia.

ANEXO 10. Evaluación por juicio de Expertos



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, **LUIS MANTILLA RODRIGUEZ** con CIP N° **193995** de profesión **INGENIERO INDUSTRIAL** desempeñándome actualmente como **DOCENTE**

Por este medio de la presente hago constar que he revisado, con fines de validación, el instrumento “**CHECK LIST PARA MONITOREAR EL ÁREA DE OPERACIONES**”, a los efectos de su aplicación en la Empresa de Calzado Creaciones Harley.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Muy Bueno	Excelente
1. Congruencia de ítem				X	
2. Amplitud de contenido				X	
3. Redacción de Ítems				X	
4. Pertinencia				X	
5. Metodología				X	
6. Coherencia				X	
7. Organización				X	
8. Objetividad				X	
9. Claridad				X	

En señal de la conformidad firmo la presente en la ciudad de Trujillo a los 15 días del mes de Octubre del 2023.



Luis Alfredo Mantilla Rodríguez
ING. INDUSTRIAL
R. CIP. N° 193995

Check list para monitorear el área de operaciones



CHECK LIST / ÁREA DE OPERACIONES

FECHA:

PERSONA A CARGO:

	SI	NO
Las labores designadas anteriormente se realizan mediante la supervisión de una persona a cargo.	X	
El espacio del área de operación es el adecuado para laborar.	x	
Las herramientas, equipos, materiales se encuentran en su lugar designado.	x	
Se encuentran herramientas, materiales que no se usan sobre la mesa de trabajo.		x
Las herramientas, equipos, materiales de trabajo se encuentran limpios.	x	

Fuente: elaboración propia.

ANEXO 11. Evaluación por Juicio de Expertos



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, **LUIS MANTILLA RODRIGUEZ** con CIP N° **193995** de profesión **INGENIERO INDUSTRIAL** desempeñándome actualmente como DOCENTE

Por este medio de la presente hago constar que he revisado, con fines de validación, el instrumento “**CHECK LIST DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO**” a los efectos de su aplicación en la Empresa de Calzado Creaciones Harley.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Muy Bueno	Excelente
1. Congruencia de ítem				X	
2. Amplitud de contenido				X	
3. Redacción de Ítems				X	
4. Pertinencia				X	
5. Metodología				X	
6. Coherencia				X	
7. Organización				X	
8. Objetividad				X	
9. Claridad				X	

En señal de la conformidad firmo la presente en la ciudad de Trujillo a los 2 días del mes de noviembre del 2023.



Luis Alfredo Mantilla Rodríguez
ING. INDUSTRIAL
R. CIP. N° 193995

Check List del Mantenimiento Autónomo

CHECK LIST - MANTENIMIENTO AUTÓNOMO



FECHA 05/08/20
: 23

OBSERVACIONES:

Máquina 1, 4, 6 Y 9 llevar a mantenimiento con un profesional

Semana 1

ÍTEM	ACCIÓN	ítem de Máquina averiada	Operario	Requiere inspección por un profesional
1	Verificar cable de alimentación de las máquinas	1 - 9	1 - 2	SI
2	Verificar funcionamiento del motor de las máquinas	-	3 - 4	no
3	Verificar si el botón de seguro de cada máquina está en perfectas condiciones	4	5 - 6	si
4	Verificar el cable puesta a tierra de las máquinas de soldar está en buenas condiciones	-	1 - 2	no
5	verificar si el botón de encendida de cada máquina está en buenas condiciones	4	3 - 4	si
6	verificar el ajuste del mandril de los taladros están en buenas condiciones	6	5 - 6	si
7	verificar si la ventilación de cada máquina está libre de polvo u otra obstrucción	8	1 - 2	no
8	verificar si la carcasa de cada máquina está en buenas condiciones	1	3 - 4	no
9	verificar las ruedas de la máquina de soldar Mig funciona correctamente	3	5 - 6	no
10	Verificar a cada amoladora tiene el seguro del disco puesto	4	1 - 2	no
11	verificar la manguera de aire del compresor	1	3 - 4	no

ANEXO 12. Costo por mantenimiento

Total, del trimestre

CARÁCTER	COSTO		
	MES		
	MAYO	JUNIO	JULIO
Mano de obra	S/ 60.00	S/ 60.00	S/ 60.00
Repuesto	S/ 402.90	S/ 76.00	S/ 176.00
Compra de equipo nuevo	S/ -	S/ 500.00	S/ 200.00
Otros gastos	S/ 30.00	S/ 30.00	S/ 30.00
Total	S/ 492.90	S/ 666.00	S/ 466.00
Total, trimestre			S/ 1624.90

Fuente: elaboración propia.

ÍTE M	MÁQUINA	COSTO				TOTAL
		Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	
						mes
1	COMPRESOR DE AIRE	S/ 95.0	S/ 60.0	S/ 11.0	S/ 10.0	S/ 176.0
2	MAQUINA DE SOLDAR ESAB	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
3	MAQUINA DE SOLDAR MIG	S/ 25.0	S/ -	S/ -	S/ -	S/ 25.0
4	AMOLADORA DE 4"	S/ 32.0	S/ 16.0	S/ -	S/ -	S/ 48.0
5	AMOLADORA DE 7"	S/ 32.0	S/ -	S/ -	S/ -	S/ 32.0
6	TALADRO DE MANO	S/ 99.90	S/ -	S/ -	S/ -	S/ 99.90
7	MAQUINA EQUIPO PLASMA	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
8	TALADRO FIJO	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
9	TURBINETA	S/ 22.0	S/ -	S/ -	S/ -	S/ 22.0
TOTAL						S/ 402.90.00

Fuente: elaboración propia.

ÍTE M	MÁQUINA	COSTO				TOTAL
		Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	
						mes
1	COMPRESOR DE AIRE			S/ 11.0	S/ 10.0	S/ 21.0
2	MAQUINA DE SOLDAR ESAB	S/ -	S/ -	S/ 15.0	S/ -	S/ 15.0
3	MAQUINA DE SOLDAR MIG	S/ 25.0	S/ -	S/ -	S/ -	S/ 25.0
4	AMOLADORA DE 4"			S/ -	S/ -	S/ -
5	AMOLADORA DE 7"		S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
6	TALADRO DE MANO	S/ 15.0	S/ -	S/ -	S/ -	S/ 15.0
7	MAQUINA EQUIPO PLASMA	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
8	TALADRO FIJO	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
9	TURBINETA		S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
TOTAL						S/ 76.0

JUNIO

Fuente: elaboración propia.

ÍTEM	MÁQUINA	COSTO				TOTAL
		Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	
						Mes
1	COMPRESOR DE AIRE	S/ -	S/ 60.0	S/ 11.0	S/ 10.0	S/ 81.0
2	MAQUINA DE SOLDAR ESAB	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
3	MAQUINA DE SOLDAR MIG	S/ 25.0	S/ -	S/ -	S/ -	S/ 25.0
4	AMOLADORA DE 4"	S/ -	S/ 16.0	S/ -	S/ -	S/ 16.0
5	AMOLADORA DE 7"	S/ 32.0	S/ -	S/ -	S/ -	S/ 32.0
6	TALADRO DE MANO	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
7	MAQUINA EQUIPO PLASMA	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
8	TALADRO FIJO	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
9	TURBINETA	S/ 22.0	S/ -	S/ -	S/ -	S/ 22.0
TOTAL						S/ 176.0.00

JULIO

Fuente: elaboración propia.

ANEXO 13. OEE Pre – Test de la maquinaria

ÍTEM DE MAQUINARIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Turno	540	540	540	540	540	540	540	540	540
Comida	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Descanso 1	10	20	15	20	10	20	10	-	10
Descanso 2	10	10	10	10	20	10	30	5	5
Descanso 3	10	10	10	15	10	10	10	10	20
Tiempos Muertos	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Velocidad Ideal	.025.0	.025.0	.025.0	.025.0	.025.0	.025.0	.025.0	.025.0	.025.0
4 Totales Producid@s	4.8.	4.0.	5.0.	6.0.	4.5.	5.0.	5.0.	4.0.	4.0.
0.8 no Conformes	.90.0	.80.0	1.20.0	.90.0	.90.0	1.0.0	1.30.0	.90.0	.70.0

Cálculos									
Tiempo Planeado Producción:	7.50	7.33	7.42	7.25	7.33	7.33	7.17	7.75	7.42
Tiempo Operativo:	6.50	6.33	6.42	6.25	6.33	6.33	6.17	6.75	6.42
Piezas Buenas:	3.90	3.20	3.80	5.10	3.60	4.00	3.70	3.10	3.30

Cálculos del OEE									
Disponibilidad:	86.7%	86.4%	86.5%	86.2%	86.4%	86.4%	86.0%	87.1%	86.5%
Desempeño:	49.2%	42.1%	51.9%	64.0%	47.4%	52.6%	54.1%	39.5%	41.6%
Calidad:	81.3%	80.0%	76.0%	85.0%	80.0%	80.0%	74.0%	77.5%	82.5%
OEE:	34.67%	29.1%	34.2%	46.9%	32.7%	36.4%	34.4%	26.7%	29.7%

Fuente: elaboración propia.

Promedio del OEE

Información del Turno		
Turno	540..	minutos
Comida	60..	Minutos
Descanso 1	12.78.	Minutos
Descanso 2	12.22.	Minutos
Descanso 3	11.67.	Minutos
Tiempos Muertos	60..	Minutos
Velocidad Ideal	.025.	Piezas/Minuto
Piezas Totales Producid@s	4.7.	Piezas
Piezas no Conformes	.956.	Piezas

Cálculos		
Tiempo Planeado Producción:	7.39.	horas
Tiempo Operativo:	6.39.	horas
Piezas Buenas:	3.74.	Piezas

"estas 7.39 hrs son las 9 horas menos los tiempos de descanso y comida."

"Estas son las 7.39 hrs de tiempo de producción, menos el tiempo muerto"

Cálculos del OEE		
Disponibilidad:	86.46%	
Desempeño:	49.16%	
Calidad:	79.58%	
OEE:	33.85%	

debimos haber trabajado 7.39 horas, pero solo trabajamos 6.39hrs"

En las 7.39 horas trabajadas, si hubiéramos trabajado a 0.025 Piezas/Minuto hubiéramos sacado 10 piezas, pero solo sacamos 3.74"

De las 4.7 Piezas Totales Producidas, fueron conformes 3.74 Piezas"

"Aún tenemos un 66.15% de capacidad de producción"

Fuente: elaboración propia.

ANEXO 14. Mantenimiento preventivo a cada máquina.

Mes de agosto

		AGOSTO							
		S1		S2		S3		S4	
		ESTADO		ESTADO		ESTADO		ESTADO	
ÍTEM	MÁQUINA	AVERIADO	NO AVERIADO						
1	COMPRESOR DE AIRE	X			X		X		X
2	MAQUINA DE SOLDAR ESAB		X		X		X		X
3	MAQUINA DE SOLDAR MIG		X		X		X		X
4	AMOLADORA DE 4"	X			X	X			X
5	AMOLADORA DE 7"		X	X			X		X
6	TALADRO DE MANO	X			X		X	X	
7	MAQUINA EQUIPO PLASMA		X		X		X		X
8	TALADRO FIJO		X		X	X			X
9	TURBINE TA		X		X		X		X

Fuente: elaboración propia.

Mes de septiembre

		SEPTIEMBRE							
		S1		S2		S3		S4	
		ESTAD O				ESTADO			
ÍTE M	MÁQUIN A	AVERI ADO	NO AVERIAD O	AVERI ADO	NO AVERIAD O	AVERI ADO	NO AVERIAD O	AVERI ADO	NO AVERIAD O
1	COMPRESOR DE AIRE		X		X		X	X	
2	MAQUINA DE SOLDAR ESAB		X		X		X		X
3	MAQUINA DE SOLDAR MIG		X		X		X		X
4	AMOLADORA DE 4"		X		X		X		X
5	AMOLADORA DE 7"		X		X		X		X
6	TALADRO DE MANO		X		X		X		X
7	MAQUINA EQUIPO PLASMA		X		X		X		X
8	TALADRO FIJO		X		X		X		X
9	TURBINE TA		X		X		X		X

Fuente: elaboración propia.

Mes de octubre

		OCTUBRE							
		S1		S2		S3		S4	
		ESTADO						ESTADO	
ÍTE M	MÁQUIN A	AVERI ADO	NO AVERIAD O	AVERI ADO	NO AVERIAD O	AVERI ADO	NO AVERIAD O	AVERI ADO	NO AVERIAD O
1	COMPRESOR DE AIRE		X		X	X			X
2	MAQUINA DE SOLDAR ESAB		X		X		X		X
3	MAQUINA DE SOLDAR MIG		X		X	X			X
4	AMOLADORA DE 4"		X		X	X			X
5	AMOLADORA DE 7"		X		X		X		
6	TALADRO DE MANO		X		X		X		X
7	MAQUINA EQUIPO PLASMA		X		X		X		X
8	TALADRO FIJO		X		X		X		X
9	TURBINE TA		X		X		X		

Fuente: elaboración propia.

ANEXO 15. Comparación de costos de mantenimiento

CARÁCTER	PRE - TEST	POST - TEST
<i>Mano de obra</i>	S/ 180.0	S/ 180.00
<i>Repuesto</i>	S/ 654.90	S/ 438.00
<i>Compra de equipo nuevo</i>	S/ 700.0	S/ -
<i>Otros gastos</i>	S/ 90.0	S/ 90.00
Total	S/ 1624.90	S/ 708.00

100% 56%

Fuente: elaboración propia.

ÍTE M	MÁQUINA	COSTO				TOTAL	
AGOSTO	1	COMPRESOR DE AIRE	S/ 50.0	S/ -	S/ -	S/ 10.0	S/ 60.0
	2	MAQUINA DE SOLDAR ESAB	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
	3	MAQUINA DE SOLDAR MIG	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
	4	AMOLADORA DE 4"	S/ 40.0	S/ -	S/ 40.0	S/ -	S/ 80.0
	5	AMOLADORA DE 7"	S/ -	S/ 60.0	S/ -	S/ -	S/ 60.0
	6	TALADRO DE MANO	S/ 23.0	S/ -	S/ -	S/ 15.0	S/ 38.0
	7	MAQUINA EQUIPO PLASMA	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
	8	TALADRO FIJO	S/ -	S/ -	S/ 35.0	S/ -	S/ 35.0
	9	TURBINETA	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
TOTAL						S/ 273.0.00	

Fuente: elaboración propia.

ÍTE M	MÁQUINA	COSTO				TOTAL	
SEPTIEMBRE	1	COMPRESOR DE AIRE	S/ -	S/ -	S/ -	S/ 80.0	S/ 80.0
	2	MAQUINA DE SOLDAR ESAB	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
	3	MAQUINA DE SOLDAR MIG	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
	4	AMOLADORA DE 4"	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
	5	AMOLADORA DE 7"	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
	6	TALADRO DE MANO	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
	7	MAQUINA EQUIPO PLASMA	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
	8	TALADRO FIJO	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
	9	TURBINETA	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
						S/ 80.0	

Fuente: elaboración propia.

ÍTE M	MÁQUINA	COSTO				TOTAL
		S/	S/	S/	S/	
1	COMPRESOR DE AIRE	-	-	50.0	-	50.0
2	MAQUINA DE SOLDAR ESAB	-	-	-	-	-
3	MAQUINA DE SOLDAR MIG	-	-	15.0	-	15.0
4	AMOLADORA DE 4"	-	-	20.0	-	20.0
5	AMOLADORA DE 7"	-	-	-	-	-
6	TALADRO DE MANO	-	-	-	-	-
7	MAQUINA EQUIPO PLASMA	-	-	-	-	-
8	TALADRO FIJO	-	-	-	-	-
9	TURBINETA	-	-	-	-	-
						S/ 85.0.00

OCTUBRE

Fuente: elaboración propia.

ANEXO 16. OEE Post Test de la maquinaria

ÍTEM DE MAQUINARIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Turno	540	540	540	540	540	540	540	540	540	minutos
Comida	60	60	60	60	60	60	60	60	60	Minutos
Descanso 1	10	20	15	20	10	20	10	-	10	Minutos
Descanso 2	10	10	10	10	20	10	30	5	5	Minutos
Descanso 3	10	10	10	15	10	10	10	10	20	Minutos
Tiempos Muertos	60	60	60	60	60	60	60	60	60	minutos
Velocidad Ideal	.025. 0	Piezas/H ora								
8.74683544303798 Totales Producid@s	8.7.	8.7.	8.7.	8.7.	8.7.	8.7.	8.7.	8.7.	8.7.	Piezas
0.8 no Conformes	.90.0	.80.0	1.20. 0	.90.0	.90.0	1.0.0	1.30. 0	.90.0	.70.0	Piezas

Cálculos										
Tiempo Planeado Producción:	7.50	7.33	7.42	7.25	7.33	7.33	7.17	7.75	7.42	horas
Tiempo Operativo:	6.50	6.33	6.42	6.25	6.33	6.33	6.17	6.75	6.42	horas
Piezas Buenas:	7.85	7.95	7.55	7.85	7.85	7.75	7.45	7.85	8.05	Piezas

Cálculos del OEE										Promedio
Disponibilidad:	86.7 %	86.4 %	86.5 %	86.2 %	86.4 %	86.4 %	86.0 %	87.1 %	86.5 %	86.5%
Calidad	89.7 %	92.1 %	90.9 %	93.3 %	92.1 %	92.1 %	94.6 %	86.4 %	90.9 %	91.3%
Desempeño:	89.7 %	90.9 %	86.3 %	89.7 %	89.7 %	88.6 %	85.1 %	89.7 %	92.0 %	89.1%
OEE:	69.7 %	72.2 %	67.8 %	72.2 %	71.3 %	70.4 %	69.3 %	67.5 %	72.3 %	70.3166%

ANEXO 17. Maquinaria existente en la empresa Metal.



IMAGEN 01: Maquina MIG (Código: MTI-A002), lo utilizamos con la finalidad de conseguir un resultado preciso y perfeccionado, de forma veloz y eficiente.



IMAGEN 02: Maquina de Electrodo – [soldar] (Código: MTI-A001), lo usamos para fijar la unión de dos materiales; cada tiempo se realiza revisiones periódicas para comprobar el amperaje y el estado interior de los componentes.



IMAGEN 03: Máquina de equipo plasma (Código: MTI-A003), este equipo lo utilizamos para hacer cortes y modificaciones de la mayoría de metales, especialmente el acero inoxidable. Este equipo fue adquirido porque nos ofrece métodos eficientes y precisos para corte, soldadura y otras aplicaciones clave.



IMAGEN 04: Compresor de aire Campbell Hausfeld (Código: MTI-A004), este equipo es primordial para el proceso de pintado, otro punto importante del porque lo utilizamos es que nos permite ahorrar tiempo y son fáciles de usar y nos brinda un resultado eficiente.



IMAGEN 5: Amoladora de 4 ½" (Código: MTI-E001), utilizamos para poder realizar el proceso de corte, desbaste en lugares estrechos de difícil acceso, nos ayuda en el corte de piezas y la limpieza de piezas metálicas.



IMAGEN 6: Amoladora de 7" (Código: MTI-E002), la usamos para el proceso de corte, de cepillar, limpieza de oxido, pulir o desbaste a diferentes materiales.



IMAGEN 7: Taladro de mano (Código: MTI-E003), lo utilizamos para perforar diversos materiales, este proceso de perforación se realiza mediante unas herramientas conocido como “Brocas”, que necesita este equipo para que pueda realizar su función correctamente.



IMAGEN 8: Taladro de columna Rexon (Código: MTI-E004), se considera la versión estacionaria del taladro convencional, cuya función es la de un taladro insertado en un soporte vertical, este equipo lo utilizamos porque nos permite hacer agujeros precisos y cortes sobre cualquier material.

ANEXO 18. DAP del área de Operaciones

DAP REQUERIMIENTO CORTE Y SOLDEO (Tiro enganche)								
Actividades	Símbolos					Distancia (metros)	Tiempo (minutos)	Nuevo Tiempo (minutos)
								
Requerir orden de requerimientos	x						10	10
Requerimiento de materiales	x						10	10
Trasladar material				x		15	5	5
Control de calidad de materiales		x					20	20
Trasladar al área de corte				x		20	5	5
Corte de placas, pines y bocinas a medida de requerimiento	x						120	100
Llamar a operario para colaboracion en corte			x				20	0
Inspección de calidad		x					5	5
Soldeo de placas, pines y bocinas a pedido de requerimiento	x						150	120
Llamar operario para soldeo de bocinas			x				20	20
Inspección de calidad		x					5	5
Rectificar uniones con amoladora	x						60	50
Inspección de calidad		x					5	5
soldar sistema engrase en tubos verticales	x						60	60
Total	6	4	2	3	0	35	495	415

Fuente: elaboración propia.

DAP REQUERIMIENTO CORTE Y SOLDEO (Pines, bocinas y sistema engrase)								
Actividades	Símbolos					Distancia (metros)	Tiempo (minutos)	Nuevo Tiempo (minutos)
								
Requerir orden de requerimientos	x						10	10
Requerimiento de materiales	x						10	10
Trasladar material				x		15	5	5
Control de calidad de materiales		x					20	20
Trasladar al área de corte				x		20	5	5
Corte de pines, bocinas a medida de requerimiento	x						120	50
Llamar a operario para colaboracion en corte			x				20	0
Inspección de calidad		x					5	5
Soldeo de pines y bocinas a pedido de requerimiento	x						150	120
Llamar operario para soldeo de bocinas			x				20	20
Inspección de calidad		x					5	5
Rectificar uniones con amoladora	x						60	60
Inspección de calidad		x					5	5
mandar a fabricar sistema engrase(1 día)				x			60	60
soldar sistema engrase en tubos verticales	x						60	60
Total	6	4	2	3	0	35	555	435

Fuente: elaboración propia.

DAP REQUERIMIENTO CORTE Y SOLDEO (Tubo lateral en canasta)								
Actividades	Símbolos					Distancia (metros)	Tiempo (minutos)	Nuevo Tiempo (minutos)
								
Requerir orden de requerimientos	x						10	10
Requerimiento de materiales	x						10	10
Trasladar material				x		15	5	5
Control de calidad de materiales		x					20	20
Trasladar al área de corte				x		20	5	5
Corte de tubo a medida de requerimiento	x						120	100
Llamar a operario para colaboracion en corte			x				20	20
Inspección de calidad		x					5	5
Soldeo de tubos a pedido de requerimiento	x						150	150
Llamar operario para soldeo de tubo			x				20	20
Inspección de calidad		x					5	5
Rectificar uniones con amoladora	x						60	60
Inspección de calidad		x					5	5
Total	5	4	2	2	0	35	435	415

Fuente: elaboración propia.

DAP REQUERIMIENTO CORTE Y SOLDEO PARA PLANCHA ACANALA								
Actividades	Símbolos					Distancia (metros)	Tiempo (minutos)	Nuevo Tiempo (minutos)
								
Requerir orden de requerimientos	x						10	10
Requerimiento de materiales	x						10	10
Trasladar material				x		15	5	5
Control de calidad de materiales		x					20	20
Trasladar al área de corte				x		20	5	5
Corte de planchas a medida de requerimiento	x						150	120
Llamar a operario para colaboración en corte			x				20	20
Inspección de calidad		x					5	5
Soldeo de planchas a pedido de requerimiento	x						240	200
Llamar operario para soldeo de plancha			x				20	20
Inspección de calidad		x					5	5
Rectificar uniones con amoladora	x						60	60
Inspección de calidad		x					5	5
Total	5	4	2	2	0	35	555	485

Fuente: elaboración propia.

DAP REQUERIMIENTO MÉCANICO (Cubo de ruedas)								
Actividades	Símbolos					Distancia (metros)	Tiempo (minutos)	Nuevo Tiempo (minutos)
								
Requerir orden de requerimientos	x						10	10
Requerimiento de materiales	x						10	10
Trasladar material				x		15	5	5
Control de calidad de materiales		x					80	80
Trasladar al lugar de trabajo				x		20	5	5
Desmotar llantas	x						80	80
Colocar accesorios	x						120	100
Inspección de calidad		x					5	5
Colocar grasa	x						30	20
Inspección de calidad		x					5	5
Montar llanta	x						80	70
Pintado aros	x						30	30
Total	7	3	0	2	0	35	460	420

Fuente: elaboración propia.

DAP REQUERIMIENTO ELÉCTRICO								
Actividades	Símbolos					Distancia (metros)	Tiempo (minutos)	Nuevo Tiempo (minutos)
								
Requerir orden de requerimientos	x						10	10
Requerimiento de materiales	x						10	10
Trasladar material				x		15	5	5
Control de calidad de materiales		x					20	20
Trasladar a lugar de trabajo				x		15	5	5
Verificar función de cableado		x					20	20
Desmontar focos led en mal estado	x						60	30
Quitar cableado en mal estado	x						60	30
Inspección de calidad		x					5	5
montar cableado nuevo	x						60	30
montar focos led nuevos	x						60	30
Inspección de calidad		x					5	5
Despachar	x						30	30
total	6	4	0	2	0	30	350	230

Fuente: elaboración propia.

DAP REQUERIMIENTO MÉCANICO (Muelles y base de muelles)								
Actividades	Símbolos					Distancia (metros)	Tiempo (minutos)	Nuevo Tiempo (minutos)
								
Requerir orden de requerimientos	x						10	10
Requerimiento de materiales	x						10	10
Trasladar material				x		15	5	5
Control de calidad de materiales		x					20	20
Trasladar al lugar de trabajo				x		15	5	5
Desmotar abrazaderas en mal estado	x						120	100
Inspección de calidad		x					5	5
Desmontar muelles en mal estado	x						120	100
Montar muelles nuevos	x						60	60
Inspección de calidad		x					5	5
colocar abrazaderas	x						60	30
Inspección de calidad		x					5	5
soldar base de muelles	x						60	60
Inspección de calidad		x					5	5
Rectificar uniones con amoladora	x						40	40
Despachar	x						30	30
total	9	5	0	2	0	30	560	490

Fuente: elaboración propia.

	Símbolos	Resumen
Operación		44
Inspección		28
Espera		8
Transporte		16
Almacenamiento		0
Tiempo	Minutos	3410
	Horas	56.83
	Días	7.10
Nuevo Tiempo	Minutos	2890
	Horas	48.17
	Días	6.02

ANEXO 19. Trabajos realizados según DAP

		
<p>Tiro de enganche</p>	<p>Paquete de muelles</p>	<p>Bocinas, pines, sistema engrase</p>
		
<p>Plancha acanalada</p>	<p>Soldeo de Tubo lateral – superior</p>	<p>Mantenimiento a cubos de ruedas</p>
		
<p>Instalación eléctrica</p>		

ANEXO 20. Compra de materiales

<p>Sujetadores Hidráulicos</p>	<p>Prensa de Banco</p>
	
<p>Gatas hidráulicas</p>	<p>Andamios</p>
	
<p>Supervisor y Operarios</p>	
	

ANEXO 21. *Curso de capacitación*

Objetivos:

- Aprender una variedad de técnicas, métodos, ejemplos y aplicaciones de métodos de detección de errores en las industrias de productos y servicios.
- Aprender cómo implementar una filosofía de “Cero Defectos” a nivel operativo.
- Aprender las ventajas de tener un sistema de calidad diseñado para prevenir en lugar de corregir.
- Domina los métodos poka-yoke y podrá aplicarlos a su entorno de trabajo para producir dispositivos "poka-yoke" efectivos que reduzcan a cero los errores identificados.

Método:

- Exposición audiovisual.
- Participación activa.
- Capacitación didáctica.

Área:

- El área al que va dirigida esta capacitación es al área de operaciones de la empresa.

Tiempo:

- El tiempo de duración es 4 horas.

Temas a tratar:

- 1. Conceptos básicos PokaYoque.**
- 2. Tipos que existen de PokaYoque.**
- 3. Calidad 0 defectos**
- 4. Elementos que afectan a la calidad.**
- 5. Claves típicas para un proceso**
- 6. Realizar un listado por público de los problemas que afectan la calidad**

- 7. Defectos y errores**
- 8. Diferencia entre errores y defectos**
- 9. Ejemplo de errores y defectos**
- 10.10 errores más comunes**
- 11. Tipos de defectos**
- 12. Errores humanos**
- 13. Metodología para desarrollar un pokayoke**
 - a. Ciclo mejora**
 - b. Método confiable**
 - c. Método para desarrollar dispositivos pokayoke**

- 14. Formas de hacer las cosas difíciles o fáciles**
 - a. Problema**
 - b. Solución A**
 - c. Solución B**
- 15. Consejos.**
- 16. Final (compartir)**

ANEXO 22. *Operarios de la empresa Metal Industria*



Fuente: Taller de mantenimiento.



Fuente: Área de Mantenimiento.

ANEXO 23. Carta de autorización de la empresa Metal



Metal Industria e Ingeniería SAC
RUC20608004727
Calle. José Martí 2551 – La Esperanza – Trujillo
Celular: 959486094
Metalindustriaing.sac@gmail.com

CARTA DE AUTORIZACIÓN

Trujillo, 07 de abril del 2023

Yo **Jennifer Melissa Angulo Esquivel**, identificado con DNI N.º 71457828 Por medio del siguiente documento, con el derecho que me otorga ser dueño de la Empresa **Metal Industria e Ingeniería S.A.C.** que está registrado con RUC: 20608004727 suscribo lo siguiente:

El alumno **Brayam Jeremy Valiente Canales** Identificado con DNI N.º 70034271 está totalmente autorizado para recolectar datos con el fin de ir desarrollando su proyecto de investigación para la obtención de título profesional.

El proyecto citado tiene por título de investigación **“Aplicación de Lean Manufacturing para incrementar la productividad de la empresa Metal Industria e Ingeniería S.A.C., Trujillo – 2023.”**

Este documento cuenta con el periodo de autorización desde la fecha de emisión 12 de Abril hasta 23 de Diciembre del año 2023.



METAL INDUSTRIA E INGENIERIA S.A.C.
Jennifer M. Angulo Esquivel
GERENTE GENERAL