



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Propuesta de implementación del Lean Manufacturing para
mejorar la productividad del área de mantenimiento y recarga de
extintores en la empresa Prinserge Industrial E.I.R.L., Veintiséis
De Octubre, 2022**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Industrial

AUTORES:

Lozada Castillo, Deyanira Daniela (orcid.org/0000-0002-5800-717)

Ocampo Paulini, Luis Angel (orcid.org/0000-0001-8841-8978)

ASESORA:

Mg. Ing. Ramos Timana, Sandy Xiomara (orcid.org/0000-0001-8526-9321)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

PIURA - PERÚ

2022

Dedicatoria

A mi madre Carolina, que con su demostración de una madre ejemplar me ha enseñado a no desfallecer ni rendirme ante nada. A mi abuela Renee y a mis hermanos; Geanpier, Anthony y Dariana, por su apoyo incondicional y por demostrarme la gran fe que tiene en mí. A mi pareja, Frank Silva, que durante estos años de carrera ha sabido apoyarme para continuar y nunca renunciar.

Deyanira Daniela Lozada Castillo

A Dios y a su promesa de vida que me permite despertar día a día para alcanzar mis metas, a mis padres que siempre han estado a mi lado brindando su amor, consejos y apoyo incondicional, a mi hijo Sebastián quien ha sido mi motor y motivo para no rendirme y esforzarme diariamente para culminar mis estudios y así llegar a ser un ejemplo para él. También es dedicada para todos aquellos que me ayudaron a lo largo del proceso y para todos aquellos que no creyeron en mí y me dieron la espalda. Esto es solo el comienzo de muchos más logros.

Luis Ángel Ocampo Paulini

Agradecimiento

Queremos expresar nuestra gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre nuestras vidas y a toda nuestra familia por estar siempre presentes.

Nuestro profundo agradecimiento a la Universidad César Vallejo, a toda la Escuela de Ingeniería Industrial, a los docentes quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada uno de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

A mis amigos y compañeros de viaje, hoy nos toca cerrar un capítulo maravilloso en esta historia de vida y no puedo dejar de agradecerles por su apoyo y constancia, al estar en las horas más difíciles, por compartir horas de estudio. Gracias por estar siempre allí.

Finalmente queremos expresar nuestros más grande y sincero agradecimiento a la Mg. Ing. Sandy Ramos Timana, principal colaborador durante este proceso, quien con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo.

Los autores

Índice de contenido

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenido	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	13
3.1. Tipo y diseño de investigación	13
3.2. Variables y operacionalización	14
3.3. Población, muestra y muestreo	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	17
3.5. Procedimiento	18
3.6. Método de análisis de datos.....	19
3.7. Aspectos éticos	19
IV. RESULTADOS	20
V. DISCUSIÓN	27
VI. CONCLUSIONES.....	28
VII. RECOMENDACIONES	29
REFERENCIAS	30
ANEXOS.....	35

Índice de tablas

Tabla 1.	Determinación de población, muestra y muestreo.....	16
Tabla 2.	Definición de los instrumentos a utilizar	18
Tabla 3.	Resumen de cursograma analítico.....	20
Tabla 4.	Resumen de índice de rotación de inventario	20
Tabla 5.	Resumen de nivel de cumplimiento en los despachos	21
Tabla 6.	Resumen de resultados de indicadores	21
Tabla 7.	Herramienta para las actividades no productivas	22
Tabla 8.	Herramienta para la falta de control de inventarios	22
Tabla 9.	Herramienta para tiempo de espera entre procesos	23
Tabla 10.	Herramienta para demora en entregas	23
Tabla 11.	Costo de la propuesta.....	24
Tabla 12.	Flujo de caja mensual.....	26
Tabla 13.	Costo - beneficio.....	26

Índice de figuras

Figura 1.	Esquema del sistema Kanban.	11
Figura 2.	Esquema de investigación	13

Resumen

La presente tesis tuvo como objetivo principal elaborar una propuesta de implementación de lean manufacturing para mejorar la productividad en el área de mantenimiento y recarga de extintores de la empresa Prinserge Industrial E.I.R.L. El nivel de esta investigación es del tipo aplicada, con diseño no experimental. La muestra de estudio la conformaron los servicios de mantenimiento y recarga de extintores de la empresa Prinserge Industrial en un periodo de una semana del año 2022. Para recoger la información se utilizaron instrumentos como las fichas de producción, registro de control interno de extintores, entre otros. Los resultados fueron la elaboración del cursograma analítico de flujo del proceso actual, en el cual se evidenció el 33.3% de actividades que no generan valor, además, se registró el índice de rotación de inventario el cual nos indica que existe poco flujo de entradas y salidas, esto con un 1.16%; y, por último, se observa un 87% de incumplimientos de despachos, lo cual nos indica los graves problemas de productividad que presenta el área. Al considerar la valoración de la propuesta, resulta beneficioso para la empresa Prinserge Industrial E.I.R.L., esto crearía un proceso de mantenimiento y recarga de extintores más eficiente.

Palabras clave: Lean manufacturing, productividad, herramientas lean

Abstract

The main objective of this thesis was to develop a lean manufacturing implementation proposal to improve productivity in the area of maintenance and recharging of fire extinguishers of the company Prinserge Industrial E.I.R.L. The level of this research is of the applied type, with a non-experimental design. The study sample was made up of the maintenance and recharging services of fire extinguishers of the Prinserge Industrial company in a period of one week in the year 2022. To collect the information, instruments such as production sheets, internal control records of fire extinguishers, among others, were used. The results were the elaboration of the analytical flow chart of the current process, in which 33.3% of activities that do not generate value were evidenced, in addition, the inventory rotation index was registered, which indicates that there is little flow of entries and departures, this with 1.16%; and, finally, 87% of non-compliance with dispatches is observed, which indicates the serious productivity problems that the area presents. When considering the evaluation of the proposal, it is beneficial for the company Prinserge Industrial E.I.R.L, this would create a more efficient maintenance and recharge process for fire extinguishers.

Keywords: Lean manufacturing, productivity, lean tools

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, se espera que la proporción de contratación para los componentes de protección contra incendios aumente a una tasa de aumento anual compuesta de 6,4% del 2022 al 2030, este crecimiento será impulsado por la industria automotriz, manufacturera, energética y eléctrica, petroquímica, de exploración de petróleo y gas, minera y de construcción. (Grand View Research 2022)

La crecida de la industria obliga a todas las empresas del sector a ser más productivos para poder mantenerse en el mercado, para ello, se deben adaptar a las necesidades del cliente, ser flexibles y adaptar sus operaciones, eliminar productos sin valor, crear productos más valiosos, reducir costos, eliminar desperdicios y eliminan todo lo innecesario, para mejorar la productividad y poder diferenciar su organización en relación con la competencia. Los consumidores, por otro lado, exigen constantemente que las empresas reduzcan los costos de los productos y los tiempos de entrega, así mismo, entreguen productos de mayor calidad. Para ello, es necesario poder aplicar métodos o herramientas para mejorar el proceso y aumentar la productividad. (Mío Espinoza 2018)

El LEAN MANUFACTURING o manufactura esbelta es uno de los métodos más utilizados para agregar valor, reducir costos y desperdicios, eliminar todo lo que no necesita y mejorar la calidad, está inspirado en el sistema de producción de Toyota, entidad pionera, cuyo objetivo es reducir los desechos que se encuentran en el proceso mismo. Lean Manufacturing se compone de herramientas que se enfocan en la mejora continua, tales como, las herramientas Kaizen, 5S, Six Sigma, Poka Yoke y más. (Salas Malpica 2017)

La empresa PRINSEGE INDUSTRIAL E.I.R.L. especializada en la venta de equipos de seguridad contra incendios (extintores, instalación de redes, detectores de humo, etc.), se encuentra ubicada en el distrito de Veintiséis de Octubre – Piura, tiene más de 15 años de conocimiento en la fabricación de la seguridad contra incendios.

En el área de mantenimiento y recarga de extintores se puede observar una serie de falencias, lo que se refleja en la productividad de la empresa. Esto se debe a la falta de estandarización, lo que hace que la puesta a presión (presurización) de los

agentes extintores no se realice correctamente, provocando la insatisfacción del cliente, al momento de realizar la revisión operativa. Por ende, el 30% de los extintores (PQS) es retornado nuevamente al taller antes de cumplir el periodo para su mantenimiento y/o recarga, después de un año de su última inspección o de haber sido percutado.

Este proyecto de investigación formuló como pregunta general, ¿Cómo realizar una propuesta de implementación del Lean Manufacturing para mejorar la productividad del área de mantenimiento y recarga de extintores en la empresa Prinserge Industrial EIRL?, de igual manera, se crearon las siguientes preguntas específicas: ¿Cuáles son las causas del problema identificado en la empresa Prinserge Industrial EIRL? ¿Cuáles son las herramientas de manufactura esbelta con las que se mejorará los problemas encontrados en la empresa Prinserge Industrial EIRL? Además, ¿cuál es el costo-beneficio de la propuesta de implementación en la empresa Prinserge Industrial EIRL?

Este proyecto de investigación se justificó teóricamente, ya que la importancia de estudiar la problemática encontrada en la presente investigación, radica en mejorar la productividad de la empresa Prinserge Industrial EIRL, y la relación que guarda con la producción de extintores, es decir como la mejora en sus procesos contribuirá a la disminución del porcentaje de productos retornados, inspeccionados y reportados antes de cumplir su período anual de recarga y mantenimiento; para lo cual se tomará la herramienta de Lean Manufacturing indicando que las empresas utilizan este modelo. Esta investigación será un aporte para futuros proyectos relacionados con el tema de investigación. Además, este desarrollo de investigación permite aprovechar los conocimientos adquiridos, en la Universidad César Vallejo, durante la actividad profesional de los ingenieros industriales. La propuesta de implementar manufactura esbelta para mejorar la productividad en el campo del mantenimiento y recarga de extintores se justifica metodológicamente ya que puede ser utilizada para futuras investigaciones en las empresas del sector, porque sugiere una forma de aplicar el enfoque Lean; se justifica de manera práctica, dado que, los trabajos industrializados se enfrentan a problemas de gestión estrechamente relacionados con la baja productividad. En este sentido, Lean Manufacturing se perfila como una alternativa para la reducción de eficiencia a gran escala. Mejora de

la productividad en las empresas industrializadas posterior a la aplicación. Además, esta investigación tiene implicaciones de gran alcance, ya que puede adaptarse a muchos problemas de eficiencia. Y se justifica de manera social porque, para ello se diseñará y planificará políticas organizativas, y se combinarán diversas estrategias con aquellas que tengan mayor impacto en la optimización de los distintos procesos de la cadena productiva. y aumentar la productividad de Prinserge Industrial EIRL.

Para ello el estudio se proyectó a ejecutar el siguiente objetivo general: Elaborar una Propuesta de implementación del Lean Manufacturing en el área de mantenimiento y recarga de extintores de la empresa Prinserge Industrial EIRL para mejorar la productividad.

Para alcanzar lo planteado en la investigación se debe determinar los siguientes objetivos específicos: Diagnosticar las causas del problema en el área de mantenimiento y recarga de extintores de la empresa Prinserge Industrial EIRL para mejorar la productividad; además de, Determinar las herramientas de manufactura esbelta para mejorar y resolver los problemas identificados., y por último se plantea, determinar el costo-beneficio de la propuesta de implementación del Lean Manufacturing para mejorar la productividad del área de mantenimiento y recarga de extintores en la empresa Prinserge Industrial EIRL.

En relación con el problema y los objetivos planteados, la hipótesis general es la siguiente: la implementación del lean manufacturing mejora la productividad en el área de mantenimiento y recarga de extintores.

II. MARCO TEÓRICO

Para el ámbito nacional, Según (Chumbile Garcia 2021), presentó como objetivo general: Determinar cuánto mejorarán su propuesta la productividad de su empresa de muebles a través de Lean Manufacturing, todo ello para aumentar muy significativamente la productividad de la empresa inmobiliaria. El diseño es de tipo no experimental y aplicada, ya que ayudará a encontrar una solución al problema, el en este caso de estudio la población consta de productos en el campo de la carpintería de una empresa inmobiliaria el periodo de noviembre de 2019 a enero de 2020. El resultado principal fue que el número de estaciones que debería existir al menos debería ser de dos para que así puedan tener una mejor distribución de operaciones por trabajadores. Se concluye que la determinación de la propuesta a través de Lean Manufacturing ha aumentado considerablemente la productividad y la disponibilidad de los procesos estudiados, eliminando tiempos de espera en la producción.

(Guevara Bustamante 2020), su objetivo general fue determinar cómo la introducción de herramientas de manufactura esbelta mejoraría la productividad en el área de conversión de GLP de una planta automotriz. El diseño del estudio es preexperimental. Se concluyó que la interrupción y el mantenimiento conducen a un proceso comercial menos productivo.

Desde luego (Malca Gutiérrez 2017) en su trabajo de investigación presenta como objetivo general determinar cómo las herramientas de manufactura esbelta pueden mejorar la productividad del proceso de producción de pinturas de curado de PINTURAS QUINCEN E.I.R.L. Este fue un estudio de diseño cuasiexperimental. También concluyó que la aplicación de manufactura esbelta mejoró la eficiencia del proceso productivo de recubrimientos de curado, logrando un aumento del 3%.

(Ccala Armas, Velazco Trivelli 2019) presentan como objetivo general, diseñar la propuesta de mejora basada en la herramienta Kaizen. Fue un estudio de diseño basado en la experiencia internacional de Miño. Los instrumentos utilizados fueron dos de estandarización y 5`S de lean manufacturing. El resultado principal es que el número de actividades que no tienen valor y el número de actividades de desperdicios son irrelevantes. Concluyendo que hubo un crecimiento del 12% en la

utilidad en el área de operaciones técnicas para la línea de aspiradoras

(Rosas Ruiz 2018), planteo como objetivo general decretar hasta qué punto la mejora de la gestión de procesos incrementará la rentabilidad de la empresa Extintores Santa Rosa SRL. Este fue un estudio de diseño pre- experimental y aplicado; los instrumentos utilizados fueron recopilación de datos, diagramas de diagnóstico identificación de problemas y causas raíz, tablas de priorización. Los principales resultados fueron que el VAN de la propuesta de mejora es de S/. 10, 322.64; el TIR es 83.47% que es la tasa de inversión de esta propuesta, el índice de utilidad es 1,29. Esto significa que la empresa gana S/0.29 por cada S/1.00 invertido. Según el PRI, la inversión se amortizará en 1 año, 1 mes y 21 días. Se concluyó que reducir la remanufactura y mejorar la gestión de inventario podría aumentar la rentabilidad de las empresas de extintores.

(Munive Silvestre et al. 2022), su objetivo fue incrementar la demanda atendida por la compañía, perfeccionando el KPI para aumentar su valor porcentual. Fue un estudio cualitativo; Los instrumentos empleados fueron las SLP, 5S, Kaizen y Andon. El principal resultado obtenido es de un incremento del 38 por ciento en su productividad y se disminuyó 12.5 metros de trayecto. Se concluyó indicando que tuvieron cambios muy favorables para la empresa, haciendo reducir los productos defectuosos y a la vez mejorando e incrementando la productividad de la demanda.

(Quesada Castro, Arrieta Posada 2019), su objetivo es de estimar la ejecución de actos de progreso constante vinculadas con Lean Manufacturing. Fue un estudio de diseño cuantitativa, las poblaciones del estudio fueron obtenidos de acuerdo CIIU de Colombia y la muestra fue de 86 MYPES; los instrumentos empleados TPM, 5S, Kaizen, Poka Yoke, Smed, Just Time. Los resultados obtenidos fueron que existe un porcentaje de las empresas evaluadas que se encuentran vulnerables, siendo seguidas por otro pequeño porcentaje de empresas retrasadas y a la vez existe un porcentaje muy reducido de empresas consideradas productivas. Se concluyó que muchas panificadoras carecen de los conocimientos e implementaciones de las herramientas de Lean Manufacturing, viéndose obligadas a desarrollarlas empíricamente y dando como finalidad un incremento no tan rentable en la productividad.

(Vorkapić et al. 2017), su objetivo fue la descripción del contentamiento de la obligación con sus consumidores. Fue un estudio de diseño cualitativo, el instrumento a emplear fue 5S. El principal resultado es que al comienzo las áreas donde se labora no se encuentran en óptimas condiciones para realizar sus operaciones, pero después de haber empleado la herramienta de 5S las áreas de trabajo quedaron en perfectas condiciones para realizar sus operaciones. Se concluyó que el método de los componentes de medida y de admisión, abastecimiento y almacenamiento son muy importantes para que su eficiencia laboral tenga un buen control.

(Lara et al. 2022), su objetivo fue estimar el nivel de afectación de la empresa al momento de ejecutar la combinación del JIT o Lean Manufacturing. Fue un estudio de diseño cualitativo. El principal resultado se evidenció una conexión efectiva y elocuente, entre la acogida de habilidades JAT y el cumplimiento efectivo de la compañía.

Para (Martínez Martínez 2021), su objetivo principal fue estudiar la ejecución táctica del Lean Manufacturing en una compañía de repuestos para automóviles. Su diseño de esta investigación fue cualitativo. El principal hallazgo fue que los determinantes para la implementación exitosa de la estrategia de manufactura esbelta son las herramientas de manufactura esbelta y factores institucionales. Así mismo se concluyó que la participación de los trabajadores de cuello azul es crucial para sostener la Mejora Continua, es importante que se sientan involucrados en las propuestas de mejora ya que de esto depende en gran medida la implementación efectiva de estas.

Lean Manufacturing

Para comprender mejor el juicio de Lean Manufacturing se indicará explicaciones de varios autores:

De acuerdo a (Cuatrecasas Arbós 2017) es un modelo de boceto e implementación de transformaciones, desarrollar exactamente lo que el cliente quiere, tomando en cuenta la cantidad, el tiempo y el precio.

En este sentido, podemos precisar al Lean Manufacturing como una cultura de

mejora continúa basada en la anulación de desechos con ayuda de la participación humana, obteniendo buenos resultados en términos de rentabilidad, productividad y competitividad. Además, proponer un cambio en el análisis de procesos, de modo que además de enfocar los indicadores de productividad en las actividades dentro de un proceso, también se cuestione si las actividades están correctamente implementadas, es decir, si agregan valor o no en producción.

Elementos del lean manufacturing

Para (Cvetkovic et al. 2017), el lean manufacturing contiene tres elementos principales: conceptos lean, principios lean y prácticas lean. El concepto Lean dice que las organizaciones especifican valores, coordinan acciones de valor agregado en el mejor orden posible, realizan esas actividades sin detenerse cuando alguien las solicita y las realizan de manera más efectiva. Hay cinco pautas para la manufactura esbelta: Valor y comprensión clara de lo que es; Flujo de valor; Flujo del proceso; Sistema de tracción; y, Perfección y lucha constante por ella.

(Santos, Santos, Santos 2021) nos indica que la manufactura esbelta se enfoca en eliminar ocho tipos de desechos que no agregan valor al proceso de producción y deben evitarse durante todo el desarrollo del producto en el proceso esbelto:

1. Sobreproducción: Producir productos más rápido, más rápido o en cantidades mayores de lo que requiere el cliente, ya sea internamente o subcontratado.
2. Tiempo en espera: El operador o cliente está esperando documentación o información.
3. Transporte: Mover productos en proceso o terminados de un lugar a otro sin agregar valor al producto.
4. Procesamiento posterior: Esfuerzos que privan de valor a un producto o servicio desde la perspectiva del cliente.
5. Inventario: Almacenamiento excesivo de productos terminados o materias primas en proceso, ocupando espacio y requiriendo instalaciones adicionales de la empresa.
6. Movimiento: Desplazamiento indebido de personas o maquinaria que privan de valor a la producción.

7. Defectos: Reparación de material en curso o proceso repetido.
8. Talento desaprovechado: Uso inapropiado de la creatividad, destrezas y habilidades (creativas, físicas y mentales) de un trabajador.

Principios del lean manufacturing

(Atlas Consultora 2020) nos dice que para que el lean manufacturing tenga éxito, se debe basar en 5 principios y así poder impulsar el crecimiento de una empresa:

El primer principio es identificar el **valor del cliente**, ¿Qué consideran importante los clientes? ¿Qué aspectos o características de un producto o servicio están dispuestos a pagar? Este enfoque ayuda a concentrarse en el valor agregado que los clientes valoran más, garantizar que el costo de producción sea lo más bajo posible. De esta manera, eliminar desperdicios y producir de manera más eficiente, maximizando los beneficios para la organización.

El segundo principio es el **mapeo de flujo de valor** (cadena de valor). Se identifican todos los aspectos del desarrollo del producto, las materias primas, el envío, el uso del cliente, etc. Para que una organización elimine el desperdicio, primero debe tener una visión clara del flujo de valor. Esto le brinda una comprensión general del proceso, los materiales relacionados, el transporte y todas sus propiedades. De esta manera, puede ver dónde se agrega valor y dónde no. Además, el mapeo del flujo de valor facilita la visualización del área donde se inyectan los residuos y se pueden tratar con precaución.

El tercer principio es las etapas de **creación de flujo continuo**. Aquí se desarrolla una cadena de valor continua ya que es la forma más efectiva de crear procesos Lean. Esto significa dividir las actividades de producción en tantas estaciones como sea posible y vincular estas operaciones paso a paso sin WIP (Work In Process) desde pieza por pieza y sin intervalo tiempo. Eso significa hacer las partes correctas en el momento correcto, en la cantidad correcta. Si todos los pasos o actividades interactúan a la perfección, no hay demoras innecesarias. El pensamiento Lean sintoniza perfectamente todos los aspectos

El cuarto principio de lean es conocido como "**pull**" y se refiere a la producción basada en la demanda comprobada del cliente. El método "pull" o "método de

extracción” proporciona un enfoque alternativo porque todos los productos deben crearse en función del pedido del cliente. Esto significa que no se ha producido nada por adelantado para evitar el desperdicio debido al exceso de inventario. Sin embargo, este principio permite desarrollar un sistema de producción de forma más rápida y flexible para que los clientes no tengan que esperar mucho tiempo para la entrega de sus pedidos. Las empresas exitosas disfrutan de un mayor flujo de efectivo y rentabilidad.

Por último, el quinto principio es **perseguir la perfección**. A medida que se realizan cambios y mejoras en un flujo de valor, la imagen de la perfección cambia. Las empresas Lean no se detienen una vez que se alcanza un gran impulso, siguen apuntando a la perfección. No importa cuantas veces mejore algo para hacerlo más eficiente, siempre puede encontrar maneras de eliminar desperdicios. Sin embargo, el esfuerzo por perseguir la imagen de perfección proporciona inspiración y dirección, esenciales para avanzar en el camino. Es importante asegurarse de que cada vez que tomemos una fotografía de nuestra organización, salga vibrante, esto quiere decir que nos movemos buscando siempre la perfección.

Herramientas del lean manufacturing

Las 5S

Según (Vorkapić et al. 2017), puede manifestarse base en ideas innovadoras, también se lleva a cabo la optimización del área de trabajo y del proceso de producción, apoya un enfoque sistemático que involucra el trabajo en equipo, la participación de todos los trabajadores, enfocando la aplicación total de la organización y la adecuación del espacio de trabajo.

Para (Velasco Aguilar, Acosta Villamil 2021), la herramienta 5S surgió en Japón con posterioridad a la segunda guerra mundial con la finalidad de arreglar las industrias, aumentando la calidad y ofreciendo a los compradores precios competitivos. Las 5S es una columna que permite desarrollar una transformación de mejora continua.

- 1) Seiri (Clasificar): establece los componentes necesarios que se requieren para el proceso. Precipitado en el ambiente físico. Ocasionando beneficios como: disminución de accidentes laborales, simplificación de movimientos innecesarios

y se previene de cometer gastos de tiempos injustificados.

2) Seiton (Orden): se incluye un método conveniente para cada parte que forma un proceso, garantizando la inexistencia de aplazamientos en la obtención de repuestos. Permitted diseñar establecimientos para cada componente exactamente señalado, dándose a conocer a todos los implicados en el proceso.

3) Seiso (Limpieza): determina la causa de la suciedad y escudriña la forma más precisa en eliminarlos. Al momento de expele lo contaminado provocaría un aumento de la vida útil de los equipos y se restablece la apreciación visual en el área de trabajo.

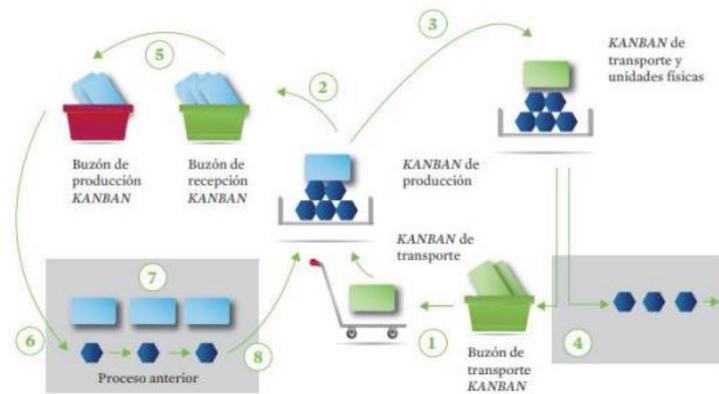
2) Seiketsu (Control visual): se emplea la persuasión visual respecto a cómo deben de permanecer las zonas, los componentes y los utensilios, logrando estandarizar y evidenciar lo ejecutado.

3) Shitsuke (Disciplina): impulsa una formación de acatamiento sobre el modelo instaurado por la empresa, con la finalidad de estimular a todos los integrantes del desarrollo a ejecutar exactamente las reglas de la compañía.

Kanban

Para (Anaya Centeno 2020) un sistema Kanban es un mecanismo para administrar y controlar el flujo de materiales en producción. La idea básica del sistema Kanban es la siguiente. Una línea de producción se divide en etapas, y cada etapa tiene una cierta cantidad de etiquetas (o tickets) llamadas Kanban. Los trabajos entrantes reciben un Kanban en la entrada del escenario y lo retienen hasta que salen del escenario. Tal como lo muestra la Ilustración.

Figura 1. Esquema del sistema Kanban.



Fuente: Anaya Centeno, Jorge Jefferson (2020)

SMED

SMED significa Single-Minute Exchange of Dies, lo que significa que el cambio de formato o troquel necesario para pasar de un lote al siguiente se puede completar en menos de 10 minutos. (Espin Carbonell 2013)

Para (Rojas Jauregui, Gisbert Soler 2017) los beneficios del SMED son: Los equipos pueden tener menos tiempo de configuración y más tiempo de actividad. El aumento del tiempo de actividad significa una reducción del volumen del inventario. Reduzca la magnitud del lote de producción, y fabrique varios modelos el mismo día en la misma máquina o línea de producción.

Productividad

La productividad es la eficiencia con la que los individuos, las organizaciones y las economías emplean sus recursos para generar bienes y servicios para obtener el máximo beneficio económico durante un período de tiempo. (Oficina de Actividades para los Empleadores 2020).

(Sladogna 2017) nos indica que la productividad se incrementa por: una superior cantidad de mano de obra o mano de obra calificada, un aumento de los recursos naturales explotados, un aumento en el equipo, uso más efectivo de la tecnología o la aplicación de nuevas tecnologías, uso más efectivo de la tecnología la información, y por el uso más eficiente de la energía.

Tiempo de Producción Actual

Según (Muñoz Choque 2021) el tiempo de producción actual se refiere al tiempo actual que conlleva la realización de una operación o la fabricación de un producto, estimando que dentro del tiempo de producción actual también está incluido los atrasos ineludibles y el cansancio del personal.

Entonces, el tiempo de producción actual trata en la capacidad actual necesario para la realización de una o múltiples operaciones.

Unidades Producidas por Día

Para (Zambrano Montesdeoca et al. 2021) Las unidades producidas se calcula dividiendo el número de horas disponibles por el tiempo que lleva producir una unidad., de esa forma es como se puede obtener la unidad de producción diaria.

En este sentido, las unidades de producción por día ayudan a obtener la cantidad máxima producida en un día.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La presente investigación fue de tipo aplicada, pues, se basó en investigaciones básicas en ciencias naturales y sociales, asimismo, se formuló preguntas e hipótesis de trabajo para solucionar las dificultades (Ñaupas Paitán et al. 2018).

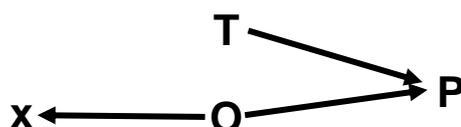
Así mismo, se utilizó el diseño no experimental puesto que, en estos estudios, se estudian los fenómenos tal como acontecen en su entorno natural y luego son analizados. Este tipo de estudio se realizó sin manipulación de variables. El investigador no creó situaciones, sino que observó las que existen (Rodríguez Sánchez 2020) de tipo transversal, ya que se recopiló datos durante un periodo breve o en un momento determinado (Ríos Ramírez 2017)

Además, su alcance fue de nivel descriptivo porque su objetivo condujo a profundizar y analizar el manejo de herramientas de Lean Manufacturing para llevar a cabo una propuesta de mejora.

Su enfoque fue cuantitativo debido a que se emplea la recopilación, análisis y la interpretación de datos para dar respuesta a la pregunta de investigación o para probar las hipótesis establecidas. Este enfoque se fundamenta en la medición numérica, la valoración de los datos y el uso de estadísticas, para que se pudiera establecer con los factores de conductas de una población o una muestra (Maldonado Pinto 2018).

El esquema de la siguiente investigación fue representado de manera gráfica en la Figura 2.

Figura 2. Esquema de investigación



Donde:

X: Taller de mantenimiento y recarga de la empresa Prinserge Industrial E.I.R.L.

O: Observación del proceso de mantenimiento y recarga de extintores.

T: herramientas de Lean Manufacturing

P: Propuesta de mejora

3.2. Variables y operacionalización

3.2.1. Variables

Para (Arias Gonzáles 2020) Las variables son palabras o frases que se encuentran en títulos o temas de investigación, y también se pueden encontrar en objetivos generales, descripciones de problemas e hipótesis generales. La pregunta que hay que hacer para saber qué es una variable es ¿Qué queremos estudiar?

La investigación presentó como variable independiente la propuesta del lean manufacturing en el área de mantenimiento y recarga de extintores, y como variable dependiente la mejora en la productividad del área de mantenimiento y recarga de extintores.

Variable independiente: Propuesta de Lean Manufacturing

Puede definirse como un proceso continuo de Identificar y eliminar desechos o excedentes, incluidos los excedentes de actividades que agregan costos y esfuerzos en lugar de agregar valor al proceso (Socconini 2019).

Dimensiones:

- Sobreproducción
- Tiempo de espera
- Transporte
- Procesamiento extra
- Inventario
- Movimiento
- Defectos
- Talento no utilizado

Variable dependiente: Productividad

(Sladogna 2017) Definimos productividad como el uso racional de los recursos, ya sea, mano de obra, materiales, energía e información en la producción de bienes y

servicios. Es la probabilidad de crecer la producción a partir de uno de los factores de producción mencionados anteriormente.

Dimensiones:

- Tiempo de producción
- Unidades producidas por día

3.2.2. Operacionalización

La operacionalización de variables consiste en una serie de técnicas y métodos que permiten la medición de variables dentro de una encuesta. Este es el proceso de separar variables en componentes para su análisis y medición. (González 2021). En el anexo N° 1 se puede visualizar la operacionalización de variables.

3.3. Población, muestra y muestreo

Una población es un conjunto de elementos que contienen características específicas para investigar. (Ventura-León 2017). Así mismo, (Pastor 2019) define a una población como un conjunto de unidades. Por lo general, una persona, cosa, transacción o evento que es de interés para realizar una investigación.

(Hernández-Ávila, Carpio Escobar 2019) define a la muestra como un subconjunto del universo o una parte representativa de la población, que consta de unidades de muestra que representan el elemento que se investiga.

El muestreo identifica un grupo de elementos que contienen información relacionada con el problema de investigación. (Villaverde Hernando, Monfort de Bedoya, Merino Sanz 2020).

Al trabajar con diferentes tipos de poblaciones, tenga en cuenta que todo esto se debe a los indicadores establecidos en la matriz de operacionalización de variables, las unidades de análisis son diferentes y el muestreo en algunos casos no es necesario, pero en otros sí, esto se puede evidenciar en la Tabla 1.

Tabla 1. Determinación de población, muestra y muestreo.

Indicadores	Unidad de Análisis	Población	Muestra	Muestreo
Talento no utilizado	Jornada Laboral	Horas laborales	Todas las horas laborales de una semana (lunes a viernes)	No se requiere
Inventario	Elementos y/o repuestos necesarios para el mantenimiento y recarga de extintores	Elementos y/o repuestos necesarios para el mantenimiento y recarga de extintores	Todos los elementos y/o repuestos	No se requiere
Movimientos	Actividades u operaciones establecidas en el proceso de mantenimiento y recarga de extintores	Operaciones establecidas en el proceso de mantenimiento y recarga de extintores	Todas las operaciones	No se requiere
Espera				
Transporte innecesario				
Defectos	Extintores PQS	Unidades producidas en una jornada de trabajo	Unidades producidas en una jornada de trabajo	No se requiere
Procesamiento extra				
Sobre Producción				
Tiempo de producción actual	Actividades u operaciones establecidas en el proceso de mantenimiento y recarga de extintores	Operaciones establecidas en el proceso de mantenimiento y recarga de extintores	Todas las operaciones	No se requiere
Unidades producidas por día	Extintores PQS	Unidades producidas en una jornada de trabajo	Unidades producidas en una jornada de trabajo	No se requiere

Fuente: Elaboración propia

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para (Hernández Sampieri 2018) la técnica consiste en recolectar información relevante sobre cualidades, conceptos o variables de las unidades o coyunturas. En consecuencia, involucran participantes, grupos, fenómenos.

Para (Ríos Ramírez 2017) el instrumento es utilizado para la recopilación de datos es una herramienta específica en que el investigador registra datos resultantes de la unidad de análisis.

La validación del juicio de expertos es un enfoque basado en el consenso teórico entre los elementos del instrumento y el concepto del evento, y busca confirmar si hay consenso, o al menos un porcentaje aceptable de conformidad, entre el investigador y el experto (Hurtado de Barrera 2021).

Para este estudio, la validez de los instrumentos se llevó a cabo por juicios de expertos, constituido por tres ingenieros industriales colegiados.

- Mg. Ing. Sandy Xiomara Ramos Timana
- Dr. Ing. Hugo Daniel García Juárez
- Ing. Lidia del Milagro Coronado Canales

La validación se muestra en el anexo N° 3.

Tabla 2. Definición de los instrumentos a utilizar

	Indicador	Técnica	Instrumento
Talento no utilizado	Absentismo laboral	Registro de datos	Registro de horas trabajadas (Anexo N° 2a) absentismo laboral (Anexo N° 2b)
Inventario	Índice de rotación de inventarios		Control de stock (Anexo N° 2c)
			Costo de gestión de inventario (Anexo N° 2d)
			Ventas acumuladas (Anexo N° 2e)
Espera	Nivel de cumplimiento en los despachos		Registro de control interno de extintores (Anexo N° 2f)
			Nivel de cumplimiento de los despachos (Anexo N° 2g)
Movimientos Innecesarios	Tiempo total empleado	Registro documental	Cursograma Analítico de proceso (Anexo N° 2h)
Transporte innecesario	Distancia total recorrida		
Defectos	Índice de calidad	Registro de datos	Registro de producción (Anexo N° 2i)
Procesamiento extra	Calidad de los pedidos generados		
Sobre Producción	Takt time		
Tiempo de producción actual	Total de tiempo empleado	Registro documental	Cursograma Analítico de proceso (Anexo N° 2h)
Unidades producidas por día	Número de unidades producidas en una jornada laboral	Registro de datos	Registro de producción (Anexo N° 2i)

Fuente: Elaboración Propia

3.5. Procedimiento

En primer lugar, se reconoció la realidad problemática a abordar respecto al área de mantenimiento y recarga de extintores de la empresa en estudio. Como resultado, se fijó objetivos a alcanzar para dar solución al problema encontrado. Luego se diagnosticó la situación actual del área a través del registro de datos y el registro documental. Cuando se realizó el diagnóstico, se evaluó que herramientas de lean manufacturing servirían para solucionar el problema presentado, evaluando

el grado de utilidad en el caso y se seleccionó el más adecuado, necesario y práctico de acuerdo a los indicadores. Con esto, se inició la conceptualización del mismo, pasos a seguir para su implementación, participantes, aspectos económicos, entre otros. Finalmente, se discutieron los antecedentes y resultados frente a las teorías previamente seleccionadas para finalmente sacar las conclusiones del estudio.

3.6. Método de análisis de datos

Para (Begnini et al. 2020) el análisis de datos es realizado por investigadores que aportan experiencia y conocimiento sobre temas y temas en los que intervienen los métodos aplicados. Debido a la gran cantidad de datos que deben analizarse a través de métodos de recopilación y registros de recopilación, es necesario que la investigación acompañe a herramientas importantes y poderosas para realizar el análisis. Esto es muy importante. Esto es para obtener resultados de investigación, La calidad de los resultados a todos los efectos (Burkholder et al. 2019)

La presente investigación utilizó un procesamiento estadístico descriptivo simple como método de análisis, lo que condujo a la determinación de la media, el promedio y la desviación. Para la estadística descriptiva y gráfico se utilizó una aplicación informática Microsoft Excel para hacer más eficiente la evaluación.

3.7. Aspectos éticos

La investigación debe ser ética al revelar información. Esto significa dar a conocer los aspectos positivos y negativos del autor, lo que se verá reflejado en el avance de la investigación científica, a través de la elaboración de trabajos de investigación (Ann Reyes 2017).

Para la realización de este estudio se consideró el Código de Ética de la Universidad Cesar Vallejo, destacando el cumplimiento de la norma ISO 690 y respetando el trabajo de otros autores citando como corresponde. Además, la información proporcionada por la empresa fue utilizada únicamente con fines académicos sin perjudicar a la organización que coopero con los datos. Es importante saber que la información presentada es respetada y muestra credibilidad.

IV. RESULTADOS

4.1. Diagnóstico de la situación actual de la empresa

Para el desarrollo de este objetivo, se procedió a realizar un cursograma analítico, el cual se resume a continuación:

Tabla 3. Resumen de cursograma analítico

ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO	PORCENTAJE		
Operación	17	38.3	Actividades Productivas	28	66.7%
Inspección	5	5.33			
Espera	4	20	Actividades No Productivas	14	33.3%
Transporte	8	2.52			
Almacenaje	1				
TOTAL	42	66		42	100%

Fuente: Elaboración Propia

En el cursograma analítico se contempla que el 33.3% de las actividades no generan valor, además estas actividades presentan un tiempo de 22.52 minutos.

Así mismo, durante una semana se observó el área de mantenimiento y/o recarga de extintores para recolectar los datos para los formatos empleados, tal como se detalla a continuación:

Tabla 4. Resumen de índice de rotación de inventario

INDICE DE ROTACION	S/ 59,997.00	1.16%
	S/ 697.00	

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 4, se evidencia el índice de rotación de 1.16% esto nos indica que el flujo de entradas y salidas del almacén no es constante. Aquí se emplearon 3 instrumentos, control de stock (anexo N°2c) en este formato se detalló los tipos de productos que se emplean en el mantenimiento y recarga de extintores, con que cantidad de stock iniciaron la semana y con cuanto se finalizó; el siguiente formato es el de costo de gestión de inventario (anexo N°2d) aquí se detalla el costo que conlleva tener el producto en el almacén, y por último el formato de ventas acumulada (anexo N°2e) aquí se enumeraron las ventas que se realizaron durante la semana tanto las unidades como los costos. Teniendo esto podemos encontrar

el índice de rotación dividiendo el costo de inventario con el total de ventas acumuladas.

Tabla 5. Resumen de nivel de cumplimiento en los despachos

 PRIN, ERGE SOLUCIONES PARA SU NEGOCIO		CUMPLIMIENTO EN LOS DESPACHOS		
Semana	Despachos cumplidos a tiempo	Despachos no generados a tiempo	Despachos requeridos	Indicador de porcentaje de valor
SEMANA 40	12	78	90	13%

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo con la tabla 5, para la semana 40 de la empresa Prinserge se requerían 90 despachos, lo cual, se llegó a cumplir a tiempo 12 despachos y siendo 78 despachos que no se pudieron generar a tiempo, dando como resultado un 13% en el cumplimiento de despachos entregados a tiempo y un 87% en el incumplimiento de despachos entregados a tiempo.

Tabla 6. Resumen de resultados de indicadores

Indicador	Valor obtenido
Absentismo laboral	2%
Índice de calidad	95%
Calidad de pedidos generados	95%
Takt Time	01:28:30

Fuente: Elaboración Propia

Como se muestra en la tabla 6, el absentismo laboral (Anexo 5) es de un 2% esto se obtuvo del registro de horas trabajadas (Anexo 4) de una semana, siendo un total de 5 horas – hombre ausente durante la semana 40 del año 2022, esto se evidencia en el anexo 4 (día 4/10/2022), estas se dividen entre las 300 horas semanales trabajadas (son 10 horas diarias por 6 operarios durante 5 días de la semana); además el índice de calidad y calidad de los pedidos generados es de un 95% lo que nos indica que la empresa mantiene sus estándares de calidad en sus productos; este resultado se obtiene de la división entre las unidades buenas y las unidades producidas durante la semana 40, tal como se muestra en el anexo 11. Por último, el Takt Time (Anexo 12), nos indica que, para poder producir un promedio de 40 unidades (dato brindado por la empresa) en una jornada laboral

diaria de 60 horas (10 horas por 6 operarios), tendría que realizar el mantenimiento y/o recarga de extintores PQS en 01:28:30 horas.

4.2. Herramientas de lean manufacturing

Habiendo analizado los principales problemas del área de mantenimiento y/o recarga de extintores, se propone aplicar las herramientas 5´S, Kanban y SMED con la finalidad de mejorar la productividad del mismo, por esta razón, la siguiente tabla muestra dónde encontrar las principales causas de los problemas y cómo eliminarlos con las técnicas que aplique.

Tabla 7. Herramienta para las actividades no productivas

Actividades No productivas	
5S	Su principal objetivo es mantener y mejorar las condiciones de organización, orden y limpieza, así como mejorar las condiciones de trabajo, seguridad, clima laboral, motivación personal y eficiencia
DMAIC	Es una estrategia de calidad basada en estadística, que da mucha importancia a la recolección de información y a la veracidad de los datos como base de una mejora. Cada paso en la metodología se enfoca en obtener los mejores resultados posibles para minimizar la posibilidad de error.

Fuente: Elaboración Propia

Para las actividades que no agregan valor se ha creído conveniente utilizar la herramienta de 5´s ya que al aplicar las segunda S se organiza el lugar de trabajo con el fin de optimizarlo, además de eliminar todo aquello que no tenga utilidad en el área.

Tabla 8. Herramienta para la falta de control de inventarios

Falta de control de inventario	
KANBAN	Se basa en el reaprovisionamiento mediante señales que avisan en el momento en el que se necesita mayor cantidad de material.
STOCK CERO	Es una estrategia de planificación logística cuyo objetivo es limitar al máximo el número de existencias alojadas en el almacén para ahorrar espacio y evitar incurrir en costes no productivos

Fuente: Elaboración Propia

Para la segunda causa se aplicaría Kanban ya que con su respectiva tarjeta ayudaría a tener un mejor control sobre las entradas y salidas de los insumos y/o repuestas para el mantenimiento y/o recarga de extintores, teniendo en cuenta la cantidad de extintores que ingresa por cada cliente.

Tabla 9. Herramienta para tiempo de espera entre procesos

Tiempo de espera entre procesos	
KANBAN	Al ser un método visual permite que con un simple vistazo se conozca el estado de los proyectos y se puedan asignar nuevas tareas de manera muy efectiva
Just in time (JIT)	Su objetivo es el de contar únicamente con la cantidad necesaria de producto, en el momento y lugar justo, eliminar cualquier desperdicio o elemento que no aporte

Fuente: Elaboración Propia

De igual manera, en la tercera causa, se implementará Kanban, ya que con ayuda de un tablero se apreciará la fase del proceso en el que se encuentra cada producto.

Tabla 10. Herramienta para demora en entregas

Demora en entregas	
SMED	Corresponde al ritmo en las que las unidades deben ser producidas para cumplir con las exigencias de los clientes
Heijunka	Es la forma de planificar la producción, logrando trabajar en lotes pequeños y mezclando diferentes productos en el mismo proceso, adaptándose a la demanda de los clientes. Así, se reducen los términos de entrega.

Fuente: Elaboración Propia

Para la última causa, se aplicará SMED con el fin de simplificar el proceso y convertir el mayor número de tareas en externas, de tal modo que se puedan realizar sin interrumpir la producción que se lleva a cabo en cada momento.

4.3. Determinar el costo – beneficio de la propuesta

Para la implementación de lean manufacturing en el taller de mantenimiento y/o recarga de extintores se ha tenido en cuenta los requerimientos del cuadro en donde se detalla de forma clara lo que se utiliza para implementar las herramientas Lean en Prinserge Industrial E.I.R.L. y el beneficio que traerá a la empresa

Tabla 11. Costo de la propuesta

REQUERIMIENTO	COSTO TOTAL	BENEFICIO
Capacitación al personal	S/.300.00	Ayudará a los trabajadores de esa área a identificarse con los objetivos planteados, haciendo que a la vez se refuerce y eleve la confianza y moral de los trabajadores de la empresa, llegando a mejorar la productividad de la empresa.
Impresiones tarjetas rojas	S/.1,000.00	Ayudará al jefe del taller en facilitar la clasificación y comprensión de los objetos o elementos que se encuentran en alguna otra área de trabajo que no le corresponda y sean considerados innecesario.
Impresiones tarjetas verdes	S/.1,000.00	Ayudará al jefe del taller en facilitar la clasificación y comprensión de los objetos o elementos que se consideran necesario, pero no está ubicado en el lugar correcto.
Impresiones tarjetas Kanban	S/.2,500.00	Muestra el proceso de producción desde la entrega de insumos y materiales desde los proveedores que alimentan cada paso de la línea, ayudando a dirigir la atención a los elementos necesarios para el siguiente paso para fabricar el producto final y entregarlo al cliente.
Cintas delimitadoras	S/.500.00	Ayudará a la establecer las delimitaciones de cada área de trabajo.
Rótulos	S/.375.00	Ayudará a informar a los trabajadores con respecto a los espacios establecidos y seguros con respecto a cada área de trabajo.
Tablero Kanban	S/.180.00	Ayuda a visualizar tres sectores: pendiente, en curso y listo para monitorear el estado de los pedidos solicitados por los clientes a simple vista.
TOTAL	S/.5,855.00	

Fuente: Elaboración propia

La siguiente tabla muestra el flujo de caja mensual durante cinco meses. La inversión mensual de implementación es de S/ 5,855.00, y es la misma se aplicará para los meses 1 y 2.

De esta forma se logra un VAN de flujo de caja de S/10,940.74, esto es mayor que cero, por lo que el proyecto es rentable. Del mismo modo, la TIR es del 90 %, que es mayor que el COK del 15 %. Esto significa que la TIR es mayor que el costo de oportunidad del capital (COK), por lo que se aceptará el proyecto de implementación de manufactura esbelta. Finalmente, el periodo de amortización de nuestro proyecto es de 2 meses. Esto se justifica implementando diferentes herramientas.

Tabla 12. Flujo de caja mensual

Meses	0	1500 extintores 1	1500 extintores 2	1500 extintores 3	1500 extintores 4	1500 extintores 5
Ingresos		S/ 90,000.00				
Costos		-S/ 65,000.00				
Utilidad Bruta		S/ 25,000.00				
Gastos Administrativos		-S/ 12,000.00				
G. Ventas		-S/ 7,500.00				
Utilidad Operativa		S/ 5,500.00				
Utilidad Neta	-S/ 5,855.00	S/ 5,500.00				
Inversión	-S/ 5,855.00	-S/ 355.00	S/ 5,145.00	S/ 10,645.00	S/ 16,145.00	S/ 21,645.00
COK	15%					
VAN	S/ 10,940.74					
RETORNO	2 meses					
TIR	90%					

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 13, se deduce que por cada S/1.00 invertido se obtendrá S/1.87 de beneficio.

Tabla 13. Costo - beneficio

Beneficio	=	S/ 10,940.74	=	S/ 1.87
Costo		S/ 5,855.00		

Fuente: Elaboración propia

V. DISCUSIÓN

Se han identificado los problemas que afectan la productividad del área de mantenimiento y recarga de extintores de la empresa en estudio. Se lograron determinar 4 causas principales las cuales son las actividades no productivas, falta de control en el inventario, tiempo de espera entre procesos y la demora en las entregas; esto coinciden con (Guevara Bustamante 2020) que dentro de su investigación encontró 17 causas, de las cuales considero 9 como causas principales, dentro de las cuales se encuentra la demora en entregas y el desorden en área de trabajo; así mismo, (Ccala Armas, Velazco Trivelli 2019) mediante el uso de DAP lograron determinar el tiempo de espera que existe dentro de los procesos con el fin de reducirlo o eliminar las actividades que hacen que este tiempo sea mayor.

Al momento de proponer las herramientas lean que ayudarían a la mejora de los procesos dentro del área de mantenimiento y recarga de extintores se tomaron en cuenta los principales problemas, de ese modo las herramientas a aplicar serían 5'S, Kanban y SMED con el objetivo de mejorar la productividad. De igual manera, (Malca Gutiérrez 2017) sugirió usar la metodología 5's y Kanban para mejorar la productividad dentro de la empresa en la que realizó su investigación, esto con el fin de eliminar dichas causas.

Al desarrollar el análisis de costo – beneficio de la propuesta de implementación de lean manufacturing para el área de mantenimiento y recarga de extintores en la empresa Prinserge Industrial E.I.R.L. (Rosas Ruiz 2018) en su tema de investigación al realizar el análisis obtuvo que al ejecutar su plan, le arroja un VAN de S/10,322.6 en 5 años, con una rentabilidad de 83,47% y una relación costo-beneficio de 1.29, de manera similar esta investigación, pretende aportar en 5 meses S/ 10,940.74, con una tasa de retorno del 90% y un beneficio costo de 1.87.

VI. CONCLUSIONES

1. Se diagnosticaron las causas que afectan la productividad del área de mantenimiento y recarga de extintores dentro de la empresa en estudio, estas fueron 4 causas principales, las actividades que no generan valor las cuales representan al 33.3%, lo que genera que existan tiempo de espera entre los procesos. Además de un índice de rotación de inventario de 1.16% lo que significa que el flujo de entradas y salidas no es constante; y, por último, el 87% de los despachos no son entregados a tiempo.
2. Luego de haber realizado el diagnosticar en el área involucrada, se identificaron las herramientas de Lean Manufacturing que contribuyeron al desarrollo de la propuesta de mejora, como 5´S, Kanban y SMED, encaminadas a mejorar cada uno de los cuatro problemas identificados. Después de decidir qué herramienta de manufactura esbelta emplear, se crea cada una de las tres propuestas. Primero, se identificaron y describieron todas las actividades relacionadas con la herramienta. Así mismo, el cronograma para la implementación de las 3 metodologías propuestas. El cronograma de implementación de las propuestas de mejora ayudó a definir las órdenes a ejecutar y el plan de trabajo. Esto permitió a la empresa alcanzar los objetivos trazados a través del desarrollo y seguimiento de los planes de trabajo.
3. Para realizar un análisis costo/beneficio se determinaron los costos totales de las propuestas de mejora que suman S/,5,855.00, y los beneficios alcanzados fueron S/.10,940.74, con un valor de 1.87, el cual es mayor a 1 e indica la viabilidad de las propuestas de mejora y los beneficios económicos que aportan a la empresa.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda al gerente de la empresa implementar Lean Manufacturing en el área de mantenimiento y recarga de extintores, ya que mejora la productividad, la eficacia y la eficiencia del proceso. Por otro lado, nótese la gerencia debe tener en cuenta la importancia de medir la productividad para comprender si aumenta o disminuye de mes a mes, y documentar esta información, luego verificarla con el respectivo análisis. Para ello, se recomienda analizar continuamente el estado actual del proceso de mantenimiento y recarga de extintores. Esto se puede hacer mensualmente y lo ayudará a administrar mejor el estado de su proceso.

Se recomienda comunicar la implementación global de las mejoras y las acciones a realizar y los resultados esperados a los operarios involucrados para que se sientan comprometidos con su propósito y puedan contribuir a mejorar el ambiente de trabajo. Asimismo, una vez implementada una propuesta, recomendamos realizar auditorías tanto internas como externas para obtener resultados óptimos.

Así mismo, recomendamos que se mantenga capacitados y motivados a los operarios, con respecto a las herramientas de manufactura esbelta que deben emplear en su puesto de trabajo. Todos los operadores deben ser conscientes de que dichas herramientas pueden ayudarlos a trabajar de manera más eficiente y productiva. Además, fortalecer el área de calidad para analizar mejor las especificaciones técnicas de los productos entrantes y contribuir a la confiabilidad del producto.

REFERENCIAS

ANAYA CENTENO, Jorge Jefferson, 2020. Propuesta de Lean Manufacturing para la mejora de la productividad de la mano de obra en la producción de libros en una imprenta, Lima 2020. *Repositorio Institucional - UTP*. en línea. 2020. [Accedido 10 octubre 2022]. Recuperado a partir de: <http://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/4975>Accepted: 2022-02-11T17:01:17Z

ANN REYES, Mery, 2017. LA ÉTICA EN LA INVESTIGACIÓN CUANTITATIVA: LA ÉTICA EN LA INVESTIGACIÓN CUANTITATIVA. *LA ÉTICA EN LA INVESTIGACIÓN CUANTITATIVA*. en línea. 12 julio 2017. [Accedido 13 junio 2022]. Recuperado a partir de: http://meryanguaita.blogspot.com/2017/07/la-etica-en-la-investigacion_12.html

ARIAS GONZÁLES, José Luis, 2020. *Proyecto de tesis: guía para la elaboración*. en línea. 1era. Lima, Perú: Arias Gonzáles, José Luis. [Accedido 27 mayo 2022]. ISBN 978-612-00-5416-1. Recuperado a partir de: <http://repositorio.concytec.gob.pe/handle/20.500.12390/2236>Accepted: 2021-01-23T16:03:53Z

ATLAS CONSULTORA, 2020. Lean Manufacturing: los principios del pensamiento que cambió el mundo. *Atlas Consultora*. en línea. 21 octubre 2020. [Accedido 26 mayo 2022]. Recuperado a partir de: <https://www.atlasconsultora.com/lean-manufacturing-y-los-principios-del-pensamiento-que-cambio-el-mundo/>

BEGNINI, Danusa, OLIVEIRA GIRADON-PERLINI, Nara Marilene, BEUTER, Mardrig, SILVA, Lucía, PACHECO VAN DER SAND, Isabel Cristina y DEGUER MISKO, Maira, 2020. Family experience living with advanced neoplasm: a glance at the rural population. *Revista Brasileira de Enfermagem*. 8 junio 2020. Vol. 73, pp. 9. DOI 10.1590/0034-7167-2018-0895.

BURKHOLDER, Gary J., COX, Kimberley A., CRAWFORD, Linda M. y HITCHCOCK, John H., 2019. *Research Design and Methods: An Applied Guide for the Scholar-Practitioner*. 1era. SAGE Publications. ISBN 978-1-5443-4236-8. Google-Books-ID: DgKPDwAAQBAJ

CCALA ARMAS, Julinho Lucio y VELAZCO TRIVELLI, Maricielo, 2019. *Propuesta de aplicación Lean Manufacturing para mejorar la productividad en una empresa metalmecánica durante el 2019*. en línea. Lima, Perú: Universidad Tecnológica del Perú. [Accedido 26 mayo 2022]. Recuperado a partir de: <http://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/2735>Accepted: 2020-02-17T20:54:45Zpublisher: Universidad Tecnológica del Perú

CERO ACCIDENTES, 2017. Guía de colores para la señalización de seguridad industrial de los pisos. *Cero Accidentes*. en línea. 9 noviembre 2017. [Accedido 14 octubre 2022]. Recuperado a partir de: <https://www.ceroaccidentes.pe/guia-de-colores-para-la-senalizacion-de-seguridad-industrial-de-los-pisos/>

CHUMBILE GARCIA, Lucia Vanessa, 2021. *Propuesta de mejora mediante Lean Manufacturing para incrementar la productividad del área de carpintería de una empresa mobiliaria*. en línea. [Accedido 17 mayo 2022]. Recuperado a partir de: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/16095>

CUATRECASAS ARBÓS, Lluís, 2017. *Ingeniería de procesos y de planta*. en línea. 1era. Barcelona, España: Profit Editorial. ISBN 978-84-16904-01-3. Recuperado a partir de: https://books.google.com.pe/books/about/Ingenieria_de_procesos_y_de_planta.html?id=CPNyDgAAQBAJ&source=kp_book_description&redir_esc=yGoogle-Books-ID:CPNyDgAAQBAJ

CVETKOVIC, Nela, MORACA, Slobodan, JOVANOVIC, Milos, MEDOJEVIC, Milovan y LALIC, Bojan, 2017. Enhancing the Agility and Performances of a Project with Lean Manufacturing Practices. *DAAAM Proceedings*. 2017. Vol. 1, pp. 0661-0670. DOI 10.2507/28th.daaam.proceedings.093.

DUENAS, Santiago, 2021. 5 principios de pensamiento esbelto. *Consultores Especializados*. en línea. 12 enero 2021. [Accedido 2 noviembre 2022]. Recuperado a partir de: <https://www.conespecializados.com/2021/01/12/5-principios-de-pensamiento-esbelto/>

ESPIN CARBONELL, Francisco, 2013. Técnica SMED. Reducción del tiempo preparación - 3Ciencias. en línea. 27 mayo 2013. [Accedido 10 octubre 2022]. Recuperado a partir de: <https://www.3ciencias.com/articulos/articulo/tecnica-smed-reduccion-del-tiempo-preparacion/>

GONZÁLES, José Luis Arias, 2021. Guía para elaborar la operacionalización de variables. *Espacio I+D, Innovación más desarrollo*. en línea. 2021. Vol. 10, no. 28. [Accedido 27 mayo 2022]. DOI 10.31644/IMASD.28.2021.a02. World

GRAND VIEW RESEARCH, 2022. Fire Safety Equipment Market Size Report, 2022-2030. en línea. febrero 2022. [Accedido 17 mayo 2022]. Recuperado a partir de: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/fire-safety-equipment-market>

GUEVARA BUSTAMANTE, Víctor Mariano, 2020. *Implementación de herramientas Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el área de conversiones a GLP de un taller automotriz, 2020*. en línea. Trujillo: Universidad Cesar Vallejo. [Accedido 2 noviembre 2022]. Recuperado a partir de: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/65374> Accepted: 2021-07-22T19:44:35Zpublisher: Universidad César Vallejo

HERNANDEZ SAMPIERI, Roberto, 2018. *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN: LAS RUTAS CUANTITATIVA, CUALITATIVA Y MIXTA*. Ciudad de México, México: McGraw-Hill Interamericana. ISBN 978-1-4562-6096-5. Google-Books-ID: 5A2QDwAAQBAJ

HERNÁNDEZ-ÁVILA, Carlos Enrique y CARPIO ESCOBAR, Natalia Adelina, 2019. Introducción a los tipos de muestreo. *Alerta, Revista científica del Instituto Nacional*

de Salud. 13 marzo 2019. Vol. 2, no. 1 (enero-junio), pp. 75-79. DOI 10.5377/alerta.v2i1.7535.

HURTADO DE BARRERA, Jacqueline, 2021. La validez por juicio de expertos en investigación. *Investigación holística*. en línea. 17 agosto 2021. [Accedido 16 junio 2022]. Recuperado a partir de: <http://investigacionholistica.blogspot.com/2021/08/la-validez-por-juicio-de-expertos-en.html>

LARA, Ana Claudia, MENEGON, Elizangela Maria Pas, SEHNEM, Simone y KUZMA, Edson, 2022. Relationship between Just in Time, Lean Manufacturing, and Performance Practices: a meta-analysis. *Gestão & Produção*. en línea. 18 marzo 2022. Vol. 29. [Accedido 23 mayo 2022]. DOI 10.1590/1806-9649-2022v29e9021.

MALCA GUTIÉRREZ, Joel, 2017. "Aplicación del lean manufacturing para la mejora de la productividad en la línea de producción de pinturas temple en la empresa pinturas Quincen E.I.R.L., Lima, 2017-II". en línea. Lima, Perú: Universidad Cesar Vallejo. [Accedido 2 noviembre 2022]. Recuperado a partir de: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/12490>Accepted: 2018-05-25T15:16:33Zpublisher: Universidad César Vallejo

MALDONADO PINTO, Jorge Enrique Maldonado, 2018. *Metodología de la investigación social: Paradigmas: cuantitativo, sociocrítico, cualitativo, complementario*. en línea. 1era. Bogotá, Colombia: Ediciones de la U. ISBN 978-958-762-861-6. Recuperado a partir de: <https://books.google.com.pe/books?id=FTSjDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=enfoque+cuantitativo+de+la+investigacion&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiBq5KH8Pv3AhV2t5UCHVwXC4oQ6AF6BAGHEAI#v=onepage&q&f=false>Google-Books-ID: FTSjDwAAQBAJ

MARTÍNEZ MARTÍNEZ, Adriana, 2021. Implementation of Lean Manufacturing through the Reconstruction of its Trajectory: An Experience of an Auto Parts Company in Mexico. *Análisis económico*. 2021. Vol. XXXVI, no. 93, pp. 99-118.

MÍO ESPINOZA, Edwin Jiovani, 2018. *Implementación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el área de investigación y desarrollo de nuevos productos de la empresa panificadora Bimbo del Perú S.A. Callao 2017*. en línea. Callao - Peru: Universidad Cesar Vallejo. [Accedido 17 mayo 2022]. Recuperado a partir de: <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2966995>publisher: Universidad César Vallejo

MUNIVE SILVESTRE, Sergio Enrique, PAUCAR CHAICHA, Victor David, ALVAREZ MERINO, Jose Carlos y NALLUSAMY, S., 2022. Implementation of a Lean Manufacturing and SLP- based system for a footwear company. *Production*. en línea. 13 mayo 2022. Vol. 32. [Accedido 23 mayo 2022]. DOI 10.1590/0103-6513.20210072.

MUÑOZ CHOQUE, Angie Mabel, 2021. ESTUDIO DE TIEMPOS Y SU RELACIÓN CON LA PRODUCTIVIDAD. *Revista de Investigación en Ciencias de la Administración ENFOQUES*. 2021. Vol. 5, no. 17, pp. 40-54.

ÑAUPAS PAITÁN, Humberto, VALDIVIA DUEÑAS, Marcelino Raúl, PALACIOS VILELA, Jesús Josefa y ROMERO DELGADO, Hugo Eusebio, 2018. *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis*. 5ta. Bogotá, Colombia: Ediciones de la U. ISBN 978-958-762-876-0.

OFICINA DE ACTIVIDADES PARA LOS EMPLEADORES, 2020. *Impulsando la Productividad: Una Guía para Organizaciones Empresariales*. en línea. 1era. Lima, Perú: Lebran. [Accedido 25 mayo 2022]. ISBN 978-92-2-033599-4. Recuperado a partir de: http://www.ilo.org/actemp/publications/WCMS_759690/lang-es/index.htm

PASTOR, Blanca Flor Robles, 2019. Población y muestra. *PUEBLO CONTINENTE*. 23 septiembre 2019. Vol. 30, no. 1, pp. 245-247.

QUESADA CASTRO, Maria del Rocio y ARRIETA POSADA, Juan Gregorio, 2019. Implementation of lean manufacturing techniques in the bakery industry in Medellín. *Gestão & Produção*. en línea. 9 mayo 2019. Vol. XXVI, no. 1. [Accedido 23 mayo 2022]. DOI 10.1590/0104-530X-2505-19.

RAISSA, 2020. Lean Manufacturing: filosofía de gestión que tiene como objetivo eliminar desperdicios y aumentar el valor para el cliente. *ROMI S.A.* en línea. 18 febrero 2020. [Accedido 2 noviembre 2022]. Recuperado a partir de: <https://www.romi.com/es/lean-manufacturing/>

RÍOS RAMÍREZ, Roger Ricardo, 2017. *Metodología para la investigación y redacción*. en línea. 1era. España: Servicios Académicos Intercontinentales S.L. ISBN 978-84-17211-23-3. Recuperado a partir de: <http://www.eumed.net/libros/libro.php?id=1662>

RODRIGUEZ SANCHEZ, Yaniris, 2020. *Metodología de la investigación*. en línea. Mexico: Klik. ISBN 978-607-8682-22-5. Recuperado a partir de: <https://books.google.com.pe/books?id=x9s6EAAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=METODOLOGIA+DE+LA+INVESTIGACION&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiCqPDg5fv3AhXYq5UCHQcHBykQ6AF6BAgGEAI#v=onepage&q&f=falseGoogle-Books-ID: x9s6EAAAQBAJ>

ROJAS JAUREGUI, Anggela y GISBERT SOLER, Víctor, 2017. Lean manufacturing: herramienta para mejorar la productividad en las empresas. *3c Empresa, investigación y pensamiento crítico*. diciembre 2017. pp. 116-124.

ROSAS RUIZ, Jennifer Magali, 2018. *Propuesta de mejora de gestión por procesos para incrementar la rentabilidad en la empresa extintores Santa Rosa S.R.L.* en línea. [Accedido 17 mayo 2022]. Recuperado a partir de: <https://1library.co/document/yn4jorjz-propuesta-mejora-gestion-procesos-incrementar-rentabilidad-empresa-extintores.html>

SALAS MALPICA, Diego Alonso, 2017. *Aplicación de las herramientas lean manufacturing para la mejora de la productividad en el área de almacén de la empresa DIONE ingenieros GLP GNV S.A.C., Santa Anita, 2017*. en línea. Lima: Universidad Cesar Vallejo. [Accedido 17 mayo 2022]. Recuperado a partir de:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/12168>Accepted: 2018-05-21T16:44:21Zpublisher: Universidad César Vallejo

SANTOS, Diego Michael Cornelius dos, SANTOS, Bruna Karine dos y SANTOS, César Gabriel dos, 2021. Implementation of a standard work routine using Lean Manufacturing tools: A case Study. *Gestão & Produção*. en línea. 24 febrero 2021. Vol. 28. [Accedido 23 mayo 2022]. DOI 10.1590/0104-530X4823-20.

SLADOGNA, Mónica G., 2017. *Productividad: definiciones y perspectivas para la negociación colectiva*. . 2017.

SOCCONINI, Luis, 2019. *Lean Manufacturing. Paso a Paso*. 1era. España: MARGE BOOKS. ISBN 978-84-17903-04-6. Google-Books-ID: rjyeDwAAQBAJ

VARGAS-HERNÁNDEZ, José, MURATALLA-BAUTISTA, Gabriela y JIMÉNEZ-CASTILLO, María, 2016. Lean Manufacturing ¿una herramienta de mejora de un sistema de producción? *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*. 2016. Vol. V, no. 17, pp. 23.

VELASCO AGUILAR, William Darío y ACOSTA VILLAMIL, Sophia Alexandra, 2021. *Propuesta de implementación de la metodología de las 5s Para el almacén de segundas de la empresa VECOL S.A.* en línea. Bogotá, Colombia: Universidad ECCI. [Accedido 26 mayo 2022]. Recuperado a partir de: <https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/1295>Accepted: 2021-08-04T14:32:33Zpublisher: Universidad ECCI

VENTURA-LEÓN, José Luis, 2017. ¿Población o muestra?: Una diferencia necesaria. *Revista Cubana de Salud Pública*. diciembre 2017. Vol. 43, no. 4, pp. 0-0.

VILLAVERDE HERNANDO, Silvia, MONFORT DE BEDOYA, Abel y MERINO SANZ, María Jesús, 2020. *Investigación de mercados en entornos digitales y convencionales. Una visión integradora*. en línea. 1era. Madrid, España: ESIC. ISBN 978-84-18415-11-1. Recuperado a partir de: <https://books.google.com.pe/books?id=MQEAEAAAQBAJ&pg=PT192&dq=muestra+y+muestreo&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjWxsrk-ID4AhW6A7kGHYm0DgMQ6AF6BAGLEAI#v=onepage&q=muestra%20y%20muestreo&f=false>Google-Books-ID: MQEAEAAAQBAJ

VORKAPIĆ, Miloš, ČOČKALO, Dragan, ĐORĐEVIĆ, Dejan y BEŠIĆ, Cariša, 2017. Implementation of 5S tools as a starting point in business process reengineering. *Journal of Engineering Management and Competitiveness (JEMC)*. 2017. Vol. 7, no. 1, pp. 44-54. DOI 10.5937/jemc1701044V.

ZAMBRANO MONTESDEOCA, Jasson Luis, PALACIOS CEDEÑO, Nohemí Monserrate, CEME MACÍAS, Cristina Auxiliadora y ZAMBRANO, Mario José, 2021. Cadena de valor de la pinchagua y su productividad: Sitio Los Arenales parroquia Crucita-Ecuador. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*. 2021. Vol. XXVII, no. 4, pp. 272-291.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Operacionalización de Variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicador	Escala
Propuesta de Lean manufacturing	Es un proceso continuo de identificación y eliminación de desechos o excesos, incluido el exceso de cualquier actividad que no agrega valor al proceso, pero agrega costos y mano de obra (socconini, 2019).	Esta se determinará mediante el sustento de horas - hombre ausentes entre las horas - hombre trabajadas, recopiladas en el instrumento de asistencia laboral	Talento no utilizado	absentismo laboral = $\frac{\text{horas-hombre ausentes}}{\text{horas-hombre trabajadas}}$	Razón
		El índice de rotación se establece mediante el versus de las ventas acumuladas y el inventario promedio, aquí se emplean tres instrumentos tales como: control de stock, costo de gestión de inventarios y ventas acumuladas	Inventario	Índice de rotación = $\frac{\text{Ventas acumuladas}}{\text{inventario promedio}}$	Razón
		El nivel de cumplimiento de despachos es el versus del número de despachos cumplidos a tiempo entre el número total de despachos requeridos, se empleó 2 formatos: el control interno de extintores y nivel de cumplimiento de despachos	Espera	nivel de cumplimiento de despachos = $\frac{\# \text{ de despachos cumplidos a tiempo}}{\# \text{ total de despachos requeridos}}$	Razón
		Esta se determinará mediante la toma de tiempo y distancia que se	Movimientos Innecesarios	Tiempo total empleado	Razón

		emplea en el proceso de mantenimiento y/o recarga de extintores, recopilado en el instrumento de flujograma analítico	Transporte innecesario	Distancia total recorrida	Razón
		Se determinó el índice de calidad mediante el instrumento de registro de producción, que se calculó mediante el número de piezas buenas dividido por el número total de piezas producidas.	Defectos	Índice de calidad = $\frac{\text{Nº piezas buenas}}{\text{Nº total de piezas producidas}}$	Razón
		Se determinó la calidad de pedidos generados mediante el instrumento de registro de producción, que se calculó mediante el número de pedidos generados sin problemas dividido por el total de pedidos generados.	Procesamiento extra	calidad de pedidos generados = $\frac{\text{Nº de pedidos generados sin problemas}}{\text{total de pedidos generados}}$	Razón
		Se determinó el takt time mediante el instrumento de registro de producción, que se calculó mediante el tiempo de producción disponible dividido por la cantidad total requerida.	Sobre producción	Takt Time = $\frac{\text{Tiempo de producción disponible}}{\text{cantidad total requerida}}$	Razón
Productividad	La productividad es el uso eficiente de recursos: mano de	Esta se determinará mediante la toma de tiempo y distancia que se emplea en el proceso de mantenimiento y/o recarga de extintores, recopilado en el instrumento de flujograma analítico	Tiempo de producción actual	Total de tiempo empleado	Razón

	obra, materiales, energía, información en la producción de bienes y servicios. (sladogna, 2017)	Se determinó el número de unidades producidas en una jornada laboral en el área de mantenimiento y recarga de extintores mediante la recopilación de datos en el instrumento de registro de producción.	Unidades producidas por día	Número de unidades producidas en una jornada laboral	Razón
--	---	---	------------------------------------	--	-------

Anexo 2: instrumentos

Anexo 2-a: registro de horas trabajadas

	Registro de horas trabajadas	Revisión:	
		Aprobado:	
		Página	

Responsable: _____

Fecha:

Frecuencia: Diario

Nº	Apellidos	Nombres	Hora de ingreso	Inicio de refrigerio	Fin de refrigerio	Hora de salida	Total de horas trabajadas	DNI	Firma
1									
2									
3									
4									
5									
6									

OBSERVACIONES:

Anexo 3: validación de instrumentos

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

Variable independiente: PROPUESTA DE LEAN MANUFACTURING

N.º	DIMENSIONES / INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1: talento no utilizado							
1	Absentismo laboral	X		X		X		
	DIMENSIÓN 2: INVENTARIO							
1	índice de rotación	X		X		X		
	DIMENSIÓN 3: ESPERA							
1	nivel de cumplimiento de despachos	X		X		X		
	DIMENSIÓN 4: MOVIMIENTO INNECESARIO							
1	Tiempo total empleado	X		X		X		
	DIMENSIÓN 5: TRANSPORTE INNECESARIO							
1	Distancia total recorrida	X		X		X		
	DIMENSION 6: DEFECTOS							
1	Índice de calidad	X		X		X		
	DIMENSIÓN 7: PROCESAMIENTO EXTRA							
1	Calidad de productos generados	X		X		X		
	DIMENSIÓN 8: SOBREPDUCCIÓN							
1	Takt time	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): No presenta

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

Apellidos y nombres del juez validador: Ing. Ramos Timana Sandy Xiomara

DNI: 46992589

Especialidad del validador: Ing. Industrial / Mg. En Administración con mención en Gerencia Empresarial

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

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

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

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

20 de Junio del 2022


Ing. Sandy Ramos Timana
 Firma del Experto Informante

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

Variable dependiente: PRODUCTIVIDAD

N.º	DIMENSIONES / INDICADORES	Pertinencia ₁		Relevancia ₂		Claridad ₃		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1: TIEMPO ACTUAL DE PRODUCCIÓN							
1	Tiempo total empleado en el proceso	X		X		X		
	DIMENSIÓN 2: UNIDADES PRODUCIDAS POR DIA							
1	Nº de unidades producidas en una jornada laboral	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

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

Apellidos y nombres del juez validador. Dr./ Mg: **Ing. Ramos Timana Sandy Xiomara**

DNI: 46992589

Especialidad del validador: **Ing. Industrial / Mg. En Administración con mención en Gerencia Empresarial.**

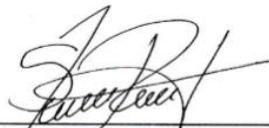
1Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

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

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

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

20 de Junio del 2022


Ing. Sandy Ramos Timana
Nº CIP 171769

Firma del Experto Informante.

SXRT – 002-2022

3b. Constancia de validación 02

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

Variable independiente: PROPUESTA DE LEAN MANUFACTURING

N.º	DIMENSIONES / INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1: talento no utilizado							
1	Absentismo laboral	X		X		X		
	DIMENSIÓN 2: INVENTARIO							
1	Índice de rotación	X		X		X		
	DIMENSIÓN 3: ESPERA							
1	nivel de cumplimiento de despachos	X		X		X		
	DIMENSIÓN 4: MOVIMIENTO INNECESARIO							
1	Tiempo total empleado	X		X		X		
	DIMENSIÓN 5: TRANSPORTE INNECESARIO							
1	Distancia total recorrida	X		X		X		
	DIMENSION 6: DEFECTOS							
1	Índice de calidad	X		X		X		
	DIMENSIÓN 7: PROCESAMIENTO EXTRA							
1	Calidad de productos generados	X		X		X		
	DIMENSIÓN 8: SOBREPDUCCIÓN							
1	Takt time	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

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

Apellidos y nombres del juez validador. Dr./ Mg: Dr. Hugo Daniel García Juárez

DNI: 41947380

Especialidad del validador: Logística y Producción

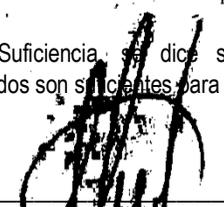
¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

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

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

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

20 de Junio del 2022

Firma del Experto Informante

Hugo Daniel García Juárez
 INGENIERO INDUSTRIAL
 CIP 110486

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

Variable dependiente: PRODUCTIVIDAD

N.º	DIMENSIONES / INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1: TIEMPO ACTUAL DE PRODUCCIÓN							
1	Tiempo total empleado en el proceso	X		X		X		
	DIMENSIÓN 2: UNIDADES PRODUCIDAS POR DIA							
1	Nº de unidades producidas en una jornada laboral	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

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

Apellidos y nombres del juez validador. Dr./ Mg: Dr. Hugo Daniel García Juárez

DNI: 41947380

Especialidad del validador: Logística y Producción

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

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

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

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

20 de junio del 2022



Hugo Daniel García Juárez
INGENIERO INDUSTRIAL
COT 110486

Firma del Experto Informante

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

Variable dependiente: PRODUCTIVIDAD

N.º	DIMENSIONES / INDICADORES	Pertinencia ₁		Relevancia ₂		Claridad ₃		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	Tiempo total empleado en el proceso	X		X		X		
	DIMENSIÓN 2: UNIDADES PRODUCIDAS POR DIA							
1	Nº de unidades producidas en una jornada laboral	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

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

Apellidos y nombres del juez validador. Dr./ Mg: Ing Lidia del Milagro Coronado Canales

DNI: 74736730

Especialidad del validador: **Sistemas de Gestión.**

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

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

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

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

21 de Junio del 2022



LIDIA DEL MILAGRO
CORONADO CANALES
Ingeniera Industrial
CIP N° 261028

Firma del Experto Informante

Anexo 4: registro de horas trabajadas

	<h2>Registro de horas trabajadas</h2>	Revisión:	
		Aprobado:	
		Página	

Responsable:

MAURA CRUZ HUACHEZ - FRANK SILVA SULLON

Fecha: 3/10/2022

Frecuencia:

Diario

Nº	Apellidos	Nombres	Hora de ingreso	Inicio de refrigerio	Fin de refrigerio	Hora de salida	Total de horas trabajadas
1	Cunya Mijahuanga	Jorge David	8:00:00	13:00:00	14:00:00	19:00:00	10:00:00
2	Yovera Silva	José Carlos	8:00:00	13:00:00	14:00:00	19:00:00	10:00:00
3	Cunya Mijahuanga	Carlos Humberto	8:00:00	13:00:00	14:00:00	19:00:00	10:00:00
4	Cruz Huachez	Julio	8:00:00	13:00:00	14:00:00	19:00:00	10:00:00
5	López Vicente	Luis	8:00:00	13:00:00	14:00:00	19:00:00	10:00:00
6	Segundo Chuye	Pedro	8:00:00	13:00:00	14:00:00	19:00:00	10:00:00

OBSERVACIONES:



Registro de horas trabajadas

Revisión:

Aprobado:

Página

Responsable:

MAURA CRUZ HUACHEZ - FRANK SILVA SULLON

Fecha: 4/10/2022

Frecuencia:

Diario

Nº	Apellidos	Nombres	Hora de ingreso	Inicio de refrigerio	Fin de refrigerio	Hora de salida	Total de horas trabajadas
1	Cunya Mijahuanga	Jorge David	14:00:00	00:00:00	00:00:00	19:00:00	05:00:00
2	Yovera Silva	José Carlos	8:00:00	13:00:00	14:00:00	19:00:00	10:00:00
3	Cunya Mijahuanga	Carlos Humberto	8:00:00	13:00:00	14:00:00	19:00:00	10:00:00
4	Cruz Huachez	Julio	8:00:00	13:00:00	14:00:00	19:00:00	10:00:00
5	López Vicente	Luis	8:00:00	13:00:00	14:00:00	19:00:00	10:00:00
6	Segundo Chuye	Pedro	8:00:00	13:00:00	14:00:00	19:00:00	10:00:00

OBSERVACIONES:



Registro de horas trabajadas

Revisión:

Aprobado:

Página

Responsable:

MAURA CRUZ HUACHEZ - FRANK SILVA SULLON

Fecha: 5/10/2022

Frecuencia:

Diario

Nº	Apellidos	Nombres	Hora de ingreso	Inicio de refrigerio	Fin de refrigerio	Hora de salida	Total de horas trabajadas
1	Cunya Mijahuanga	Jorge David	8:00:00	13:00:00	14:00:00	19:00:00	10:00:00
2	Yovera Silva	José Carlos	8:00:00	13:00:00	14:00:00	19:00:00	10:00:00
3	Cunya Mijahuanga	Carlos Humberto	8:00:00	13:00:00	14:00:00	19:00:00	10:00:00
4	Cruz Huachez	Julio	8:00:00	13:00:00	14:00:00	19:00:00	10:00:00
5	López Vicente	Luis	8:00:00	13:00:00	14:00:00	19:00:00	10:00:00
6	Segundo Chuye	Pedro	8:00:00	13:00:00	14:00:00	19:00:00	10:00:00

OBSERVACIONES:



Registro de horas trabajadas

Revisión:

Aprobado:

Página

Responsable:

MAURA CRUZ HUACHEZ - FRANK SILVA SULLON

Fecha: 6/10/2022

Frecuencia:

Diario

Nº	Apellidos	Nombres	Hora de ingreso	Inicio de refrigerio	Fin de refrigerio	Hora de salida	Total de horas trabajadas
1	Cunya Mijahuanga	Jorge David	8:00:00	13:00:00	14:00:00	19:00:00	10:00:00
2	Yovera Silva	José Carlos	8:00:00	13:00:00	14:00:00	19:00:00	10:00:00
3	Cunya Mijahuanga	Carlos Humberto	8:00:00	13:00:00	14:00:00	19:00:00	10:00:00
4	Cruz Huachez	Julio	8:00:00	13:00:00	14:00:00	19:00:00	10:00:00
5	López Vicente	Luis	8:00:00	13:00:00	14:00:00	19:00:00	10:00:00
6	Segundo Chuye	Pedro	8:00:00	13:00:00	14:00:00	19:00:00	10:00:00

OBSERVACIONES:



Registro de horas trabajadas

Revisión:

Aprobado:

Página

Responsable:

MAURA CRUZ HUACHEZ - FRANK SILVA SULLON

Fecha: 7/10/2022

Frecuencia:

Diario

Nº	Apellidos	Nombres	Hora de ingreso	Inicio de refrigerio	Fin de refrigerio	Hora de salida	Total de horas trabajadas
1	Cunya Mijahuanga	Jorge David	8:00:00	13:00:00	14:00:00	19:00:00	10:00:00
2	Yovera Silva	José Carlos	8:00:00	13:00:00	14:00:00	19:00:00	10:00:00
3	Cunya Mijahuanga	Carlos Humberto	8:00:00	13:00:00	14:00:00	19:00:00	10:00:00
4	Cruz Huachez	Julio	8:00:00	13:00:00	14:00:00	19:00:00	10:00:00
5	López Vicente	Luis	8:00:00	13:00:00	14:00:00	19:00:00	10:00:00
6	Segundo Chuye	Pedro	8:00:00	13:00:00	14:00:00	19:00:00	10:00:00

OBSERVACIONES:

Anexo 5: registro de absentismo laboral

semana	horas-hombre ausentes	horas - hombre trabajadas	valor del indicador
semana 40	5:00:00	300:00:00	2%
TOTAL	5:00:00	300:00:00	2%

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6: registro de control de stock

Investigadores			Lozada Castillo, Deyanira Daniela		
			OCAMPO PAULINI, LUIS ÁNGEL		
Empresa donde se investiga			Prinserge Industrial EIRL		
Dirección					
Proceso observado			Almacenamiento de producto		
Indicador	Técnica	Instrumento	Formula		
Control de stock	Fichaje	Ficha de registro	$SMO = \frac{\text{stock inicial} + \text{stock final}}{2}$		
Tipo de producto	Unidad de medida	Semana	STOCK INICIAL	STOCK FINAL	SMO
PQS	Saco de 25 kg	Semana 40	75	54	64.5
Manómetro	Unidad		300	286	293
Mangueras	Unidad		588	575	581.5
Válvulas	Unidad		562	548	555

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7: registro de ventas acumuladas

Investigadores			Lozada Castillo, Deyanira Daniela		
			OCAMPO PAULINI, LUIS ANGEL		
Empresa donde se investiga			Prinserge Industrial EIRL		
Dirección					
Proceso observado			Ventas		
Indicador	Técnica	Instrumento	Formula		
Costo de gestión de inventario	Fichaje	Ficha de registro	$ventas\ acumuladas = unidades\ vendidas \times\ coste\ de\ venta$		
Tipo de producto	Unidad de medida	Semana	Unidades vendidas	Coste de venta	Total
PQS	Unidad	Semana 40	21	S/ 175.00	S/ 3,675.00
Manómetro	Unidad		14	S/ 10.00	S/ 140.00
Mangueras	Unidad		13	S/ 10.00	S/ 130.00
Válvulas	Unidad		14	S/ 20.00	S/ 280.00

Fuente: Elaboración propia

Anexo 8: registro de costo de gestión de inventarios

Investigadores			Lozada Castillo, Deyanira Daniela				
			Ocampo Paulini, Luis Ángel				
Empresa donde se investiga			Prinserge Industrial EIRL				
Dirección							
Proceso observado			Almacenamiento de producto terminado				
Indicador	Técnica	Instrumento	Formula				
Costo de gestión de inventario	Fichaje	Ficha de registro	$Costo\ De\ Gestión\ De\ Inventario = días\ de\ almacenamiento \times\ coste\ de\ producto$				
Tipo de producto	Unidad de medida	Semana	Stock final	Precio	Coste por producto	Días en almacén	Coste de producto en almacén
PQS	Unidad	Semana 40	54	S/ 50.00	S/ 2,700.00	7	S/ 18,900.00
Manómetro	Unidad		286	S/ 3.00	S/ 858.00	7	S/ 6,006.00
Mangueras	Unidad		575	S/ 3.00	S/ 1,725.00	7	S/ 12,075.00
Válvulas	Unidad		548	S/ 6.00	S/ 3,288.00	7	S/ 23,016.00

Fuente: Elaboración propia

Anexo 9: registro de control interno de extintores

	<h2>Control Interno de Extintores</h2>	Revisión:	
		Aprobado:	
		Página:	

Responsable: _____

Cliente	Retirado por	Fecha de ingreso	Técnico responsable	Tipo				Total	Fecha estimada	Fecha de salida	Observaciones
				PQS	CO2	ACETATO	OTROS				
Talma	Chu	3/10/2022	Jorge	2				2	4/10/2022	4/10/2022	
Sucursal	Mirian	3/10/2022	Julio	1				1	4/10/2022	4/10/2022	
Civa	Chu	3/10/2022	Jorge	2				2	4/10/2022	4/10/2022	
Los Chamos	Jhan	4/10/2022	Julio	1				1	6/10/2022		Falta de tiempo
Licorería Santa Margarita	Maura	5/10/2022	Julio	2				2	6/10/2022		No estaba el dueño
Caja Piura	Chu	5/10/2022	Luis	7				7	6/10/2022	6/10/2022	
CNPC	Yovera	6/10/2022	Yovera	5				5	11/10/2022		
J y s control	Chu	6/10/2022	Julio	1				1	11/10/2022		
Mype Alternative	Frank	6/10/2022	Luis	3	2			5	11/10/2022		
America Logistc	Frank	6/10/2022	Julio	2				2	10/10/2022		
Catalan	Frank	6/10/2022	Carlos	6				6	11/10/2022		
Sucursal	Mirian	7/10/2022	Julio	2				2	10/10/2022		
Cayman	Jose	7/10/2022	N.A	9				9	11/10/2022		
Pacific	Frank	7/10/2022	N.A	18	6	2		26	12/10/2022		

Fuente: Elaboración propia

Anexo 10: registro de cumplimiento de despachos

		CUMPLIMIENTO EN LOS DESPACHOS		
		INFORMACIÓN A INGRESAR		
SEMANA	DESPACHOS CUMPLIDOS A TIEMPO	DESPACHOS NO GENERADOS A TIEMPO	DESPACHOS REQUERIDOS	INDICADOR DE PORCENTAJE DE VALOR
SEMANA 40	12	3	15	20%

Fuente: Elaboración propia

Anexo 11: registro de producción

	REGISTRO DE PRODUCCIÓN	Revisión:	
		Aprobado:	
		Página:	

AREA:

RESPONSABLE:

PERIODO:

Producto	Unidad de medida	Día	Unidades producidas	Unidades buenas	Unidades con defecto	Índice de calidad	Defectos por unidad
PQS	UNIDAD	3/10/2022	20	20	0	100%	0%
PQS	UNIDAD	4/10/2022	33	30	3	91%	9%
PQS	UNIDAD	5/10/2022	44	42	2	95%	5%
PQS	UNIDAD	6/10/2022	42	40	2	95%	5%
PQS	UNIDAD	7/10/2022	29	28	1	97%	3%
TOTAL			168	160	8	95%	5%

Fuente: Elaboración propia

Anexo 12: calculo takt time

	CÁLCULO TAKT TIME
---	--------------------------

Cantidad de fabricación (Diario)	40	unidades/día	=	59:00:00	=	01:28:30
				40		

Días laborables al mes	20	días
Tiempo laboral al día	60:00:00	horas/día
Tiempo de descanso al día	01:00:00	horas/día

Fuente: Elaboración propia

Anexo 13: cursograma analítico del proceso

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO									
Hoja N° _____ De: _____ Diagrama N°: _____		Operar.		Mater.		Maqui.			
Proceso:		RESUMEN							
Fecha:		SÍMBOLO	ACTIVIDAD	Act.	Pro.	Econ.			
El estudio Inicia:			Operación	17		0%			
Método: Actual: <u>x</u> Propuesto: _____			Transporte	8		0%			
Producto:			Inspección	5		0%			
Nombre del operario:			Espera	4		0%			
Elaborado por:			Almacenaje	1		0%			
Tamaño del Lote:		Total de Actividades realizadas		35		0%			
		Distancia total en metros		46		0%			
		Tiempo min/hombre		66		0%			
N°	Descripción del proceso	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Símbolos procesos				
									
1	Recepción de equipo	1		60.0	.				
2	Inspección visual externa	1		120.0			.		
3	Transporte a taller	1	10.4	90.0		.			
4	Desamblado de equipo	1		300.0	.				
5	Transporte a zona almacén de desechos PQS	1	4.8	20.0		.			
6	Retiro de PQS	1		180.0	.				
7	Limpieza manual de cilindro	1		900.0	.				
8	Limpieza de sifón	1		30.0	.				
9	Inspección de válvula	1		60.0			.		
10	Limpieza de válvula	1		120.0	.				
11	Armado de válvula	1		90.0	.				
12	Armado de extintor	1		120.0	.				
13	Tapado de etiquetas y códigos	1		60.0	.				
14	Traslado a zona de pintado	1	4.8	9.0		.			
15	Preparación de base al aceite	1		90.0	.				
16	Aplicación de base al aceite	1		30.0	.				
17	Secado de base	1		480.0				.	
18	Preparación de pintura	1		90.0	.				
19	Aplicación de pintura (rojo)	1		30.0	.				
20	Secado de pintura	1		480.0				.	
21	Traslado a área de presurizado	1	7.2	10.0		.			
22	Presurizado	1		60.0	.				
23	Prueba neumática	1		60.0			.		
24	Traslado a zona de pintado	1	6.0	8.0		.			
25	Lijado de válvula	1		60.0	.				
26	Pintado de válvula	1		20.0	.				
27	Secado de pintura de válvula	1		120.0				.	
28	Limpieza y pintado de manguera	1		60.0	.				
29	Secado de pintura en manguera	1		120.0				.	
30	Traslado a zona de etiquetado	1	3.2	4.0		.			
31	Etiquetado	1		60.0			.		
32	Sacar detalle del extintor	1		20.0			.		
33	Traslado a zona de producto terminado	1	1.6	3.0		.			
34	Almacenamiento	1							.
35	Transporte a oficina	1	8.0	7.0		.			
TIEMPO MINUTOS		66.2	m	46.0	3971.0	s			

Fuente: Elaboración propia

Anexo 14: Autorización de empresa



PREVENCIÓN DE INCENDIOS SERVICIOS GENERALES "PROFESIONALES EN PREVENCIÓN CONTRA INCENDIOS Y EL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS"

- DISEÑO - INSTALACIÓN Y PUESTA EN OPERACIÓN DE SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS
- SERVICIOS DE MANTENIMIENTO Y RECARGA DE EXTINTORES SEGÚN NTP
- VENTA, MANTENIMIENTO Y RECARGA DE EXTINTORES CON CERTIFICACIÓN UL Y FM
- AGENTES EXTINTORES QUÍMICOS SECOS
- SERVICIO DE CONTROL DE PLAGAS URBANAS
- SERVICIO DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE RESERVIOS DE AGUA
- SERVICIO DE DESINFECCIÓN, DESINSECTACIÓN Y DESRATIZACIÓN
- INSTALACIÓN, MEDICIÓN Y MANTENIMIENTO DE PUESTA A TIERRA



AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Yo **JOSÉ FRANCISCO CHUYE JAIME**, identificado con DNI N° 16719517, en calidad de representante legal de la empresa **PRINSERGE INDUSTRIAL E.I.R.L** con RUC 20529730072, ubicado en AV. GRAU N° 1982 URB. RESIDENCIAL EX PETROLEROS, digo:

AUTORIZO, a los estudiantes **LOZADA CASTILLO DEYANIRA DANIELA**, identificada con DNI N° 75335374 y **OCAMPO PAULINI LUIS ANGEL**, identificado con DNI N° 73660936 de la escuela profesional de ingeniería industrial, en calidad de autores para poder realizar su proyecto de investigación titulado: "**Propuesta de implementación del Lean Manufacturing para mejorar la productividad del área de mantenimiento y recarga de extintores en la empresa Prinserge Industrial E.I.R.L., Veintiséis De Octubre, 2022**", para la cual se les brinda los datos de la empresa, así como las facilidades para la ejecución del proyecto de investigación.

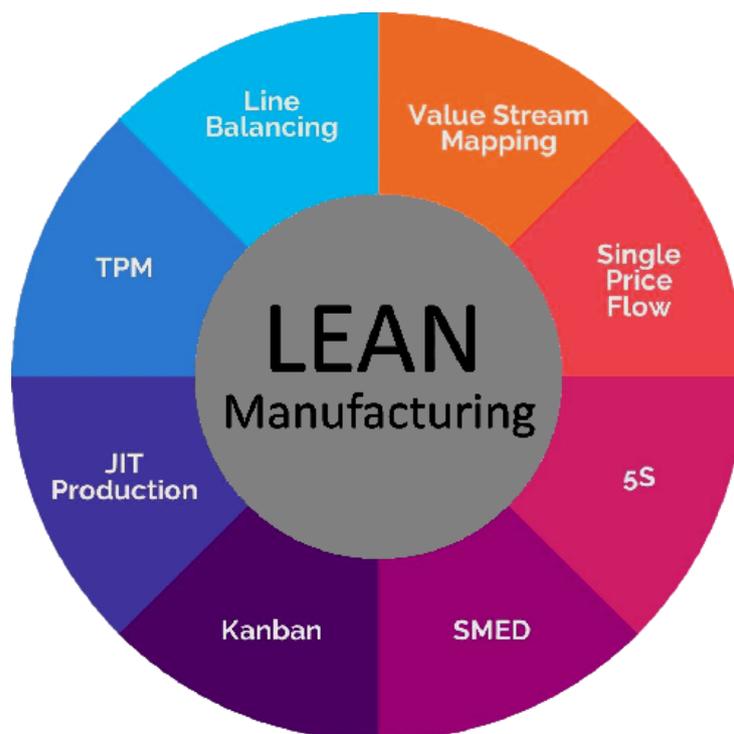
Se expide el presente documento a solicitud del interesado para los fines que se estime conveniente.

Atentamente,

PRINSERGE INDUSTRIAL E.I.R.L.

Jose F. Chuye Jaime
GERENTE

MANUAL DE IMPLEMENTACION DE LEAN MANUFACTURING



ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN.....	65
II.	OBJETIVO.....	65
III.	ALCANCE	65
IV.	PREPARACIÓN	66
V.	DESARROLLO.....	66
VI.	IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS	66
6.1	Propuesta de 5´S	66
6.2	Propuesta Kanban	81
6.3	Propuesta SMED	85
VII.	CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN	90
VIII.	RECURSOS Y COSTOS.....	91

I. INTRODUCCIÓN

En esta sección se presentan las principales propuestas para reducir los problemas identificados usando Lean Manufacturing que permitan mejorar las habilidades de las personas y generar una cultura de mejoramiento continuo que asegure personas, procesos y productos confiables en post de mejorar la productividad del taller de mantenimiento y/o recarga de extintores de una manera sostenible haciendo a la empresa más competitiva, enfocada en el cliente – consumidor y entregando productos de calidad que permitan seguir creciendo en el mercado.

II. OBJETIVO

El objetivo de esta propuesta de mejora es optimizar el proceso de mantenimiento y/o recarga de extintores para lo cual se debe disminuir los desperdicios, sabiendo que la empresa desea ser más competitiva en costos, productividad y calidad para seguir creciendo y poder lograr su visión proyectada.

Por ello, se recomienda la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing, donde se minimizará problemas que generan mayor impacto como es el desorden físico, movimientos innecesarios y falta de organización. Por lo cual, se debe modificar algunos estándares en el proceso actual involucrando a los operarios para que participen en el cambio, con el fin de mostrarles los beneficios que les brindará estas herramientas.

III. ALCANCE

El siguiente manual de implementación de Lean Manufacturing, se realizó para presentarlo como propuesta a la empresa Prinserge Industrial EIRL. El área involucrada de manera directa es de producción, específicamente el proceso de mantenimiento y/o recarga de extintores, también al personal que trabaja en la empresa Prinserge Industrial EIRL.

	MANUAL DE IMPLEMENTACIÓN DE LEAN MANUFACTURING	
	Fecha	Página 4 de 27

IV. PREPARACIÓN

Es la primera etapa, donde se asigna una persona responsable de la alta dirección que debe informar y explicar cómo será estructurada la filosofía Lean

- Comunicar a los operarios de la empresa el despliegue del programa Lean
- Definir el equipo de trabajo involucrado en la implementación
- Capacitación a los operarios
- Definir objetivos a ser logrados
- Desarrollar un cronograma para que el equipo empiece a trabajar

V. DESARROLLO

En la segunda etapa se indica al grupo de trabajo la manera que va a ser implementada cada herramienta

- Verificar el cronograma para implementar las herramientas Lean
- Exponer al equipo el plan de implementación a desarrollar
- Elaborar el plan de implementación dentro del área de trabajo

VI. IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS

6.1 Propuesta de 5´S

Paso 1: Fase Preliminar

Para realizar la implementación de la metodología 5S con éxito, primero se va a convocar una reunión general de todo el personal que labore en el taller de mantenimiento y/o recarga de extintores en la empresa Prinserge Industrial E.I.R.L., para explicarles el significado y beneficios que trae consigo esta metodología, con el fin de mostrar la necesidad de crear una cultura organizacional basada en el orden y limpieza para un proceso más eficiente y productivo.

Luego, se procederá a realizar la implementación de cada una de las S.

Paso 2: Fase de implementación

Primera S: Seiri

El objetivo de esta primera S es obtener espacio libre y despejar el ambiente de trabajo a partir de la clasificación de los elementos del puesto de trabajo; para ello, se ha elaborado dos formatos de clasificación de fácil comprensión para todo el equipo, llamado “tarjeta roja” y “tarjeta verde”; esto será entregado al jefe del taller, el cuál serán colocados en los elementos que sean considerados necesarios e innecesarios. Estas tarjetas tienen el objetivo de documentar cada elemento, es decir, fecha, número de artículo, área, artículo, Cantidad y disposición preliminar (transferir, eliminar, inspeccionar)., por ejemplo, dentro del área de mantenimiento y/o recarga de extintores, en la zona de etiquetado se ha encontrado un cuaderno de registros de producto terminado, el cual es considerado necesario pero no está ubicado en el lugar correcto, entonces, al colocarle una tarjeta verde por su nivel de importancia, también, se rellena todo lo solicitado por la tarjeta, y en el punto de ubicación, se detalla que, este cuaderno de registros pertenece al almacén de producto terminado; en el caso que fuera un elemento innecesario, se coloca una tarjeta roja y se deriva al lugar que corresponde, puede ser una zona lejana porque casi nunca se usa, corresponde a otra área, se descarta si en caso no sirve o puede ser vendidos, lo cual se generarían ingresos para la empresa.

Gráfico 1. Tarjeta roja

TARJETA ROJA	
Fecha:	_____ N°: _____
Área:	_____
Nombre de elemento:	_____
Cantidad:	_____
Disposición:	
Transferir	<input type="checkbox"/>
Eliminar	<input type="checkbox"/>
Inspeccionar	<input type="checkbox"/>
Comentario:	_____ _____

Fuente: elaboración propia

Gráfico 2. Tarjeta verde

TARJETA VERDE	
Fecha:	_____ N°: _____
Área:	_____
Nombre de elemento:	_____
Cantidad:	_____
Tiempo de uso:	_____
Disposición (lugar de almacén):	_____
Comentario:	_____ _____

Fuente: elaboración propia

Esta primera S se debe realizar el primer día de cada mes y debe durar 15 minutos máximo, debido al limitado espacio del área de mantenimiento y/o recarga de extintores. Y por último se ha elaborado un formato de clasificación para resumir todos los elementos del área con su respectiva finalidad, es decir, dónde estará ubicado y si está lejano o cercano al área, si han sido eliminados o transferidos a otra área en la que corresponda.

Tabla 1. Clasificación de elementos en área de mantenimiento y/o recarga de extintores

TIPO	ELEMENTOS	CLASIFICACIÓN
Herramientas	Llaves	NECESARIA
	Destornilladores	INNECESARIA
	Dados	INNECESARIA
	Alicate	NECESARIA
Maquinaria	Lijadora	NECESARIA
	Arenado industrial	NECESARIA
	travasadora	NECESARIA
Saneamiento	Escoba	INNECESARIA
	Trapeador	INNECESARIA
	Recogedor	INNECESARIA
Indumentaria	Botas de seguridad	NECESARIA
	Mandiles	NECESARIA
	Guantes	NECESARIA
	Casco	NECESARIA
	Lentes	NECESARIA
	Mascarilla Gasificadora	NECESARIA

Fuente: elaboración propia

A continuación, en la figura, se presenta el formato de clasificación:

Gráfico 3. Formato de clasificación

N°	OBJETO	COD.	NOMBRE	CLASIFICACIÓN	FINALIDAD
1				NECESARIO	
				INNECESARIO	
2				NECESARIO	
				INNECESARIO	
3				NECESARIO	
				INNECESARIO	
4				NECESARIO	
				INNECESARIO	
TOTAL DE PRODUCTOS INNECESARIOS					
TOTAL DE PRODUCTOS NECESARIOS					

Fuente: elaboración propia

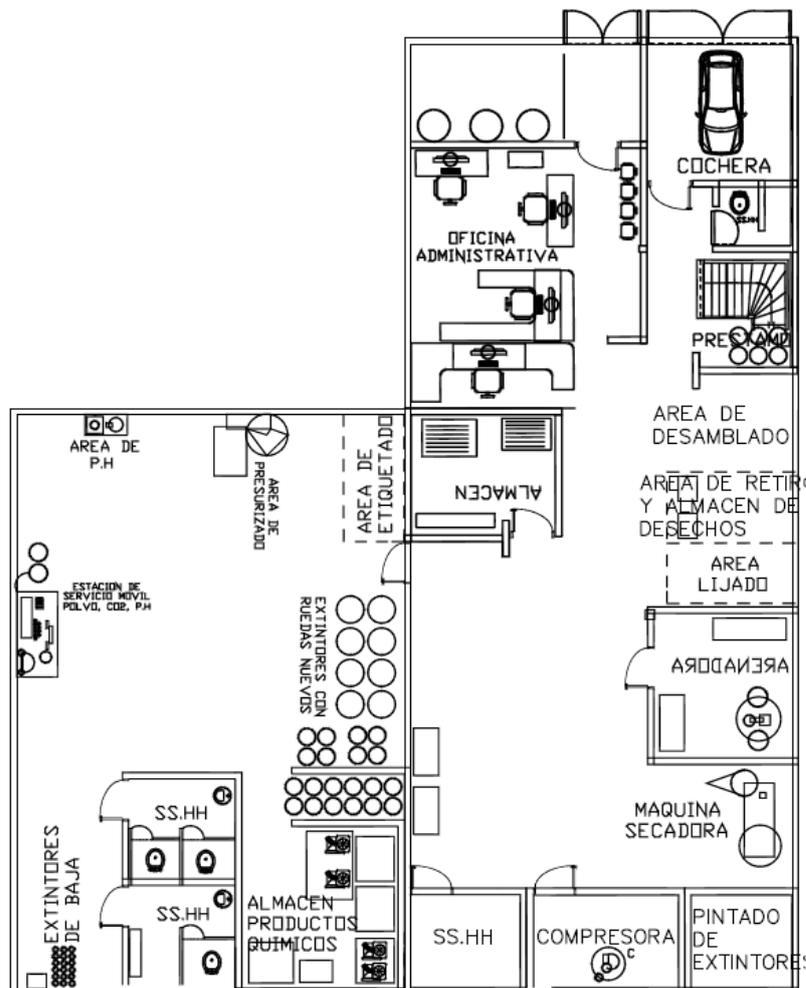
Segunda S: Seiton

Una vez que ya se ha clasificado, se procederá a la implementación de la segunda S, la cual se refiere básicamente al orden y asignación de un lugar para cada elemento necesario en el área de trabajo.

El orden se va a realizar en base criterios tales como color, forma, tamaño y frecuencia de uso, y en cuanto a los equipos, la distribución será en base al proceso de mantenimiento y recarga de extintores, esto nos permitirá mejorar los recorridos y por lo tanto optimizar los tiempos estándar.

Se propone la siguiente distribución para el área de mantenimiento y recarga de extintores:

Gráfico 4. Distribución Layout



Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar, la distribución sólo comprende los equipos y zonas necesarias para el proceso.

Gráfico 5. Maquinas por área

Área	Maquinaria
Lijado	Lijadora orbital
Arenado	Arenador industrial
Secado	Secadora de aire comprimido
Pintado	Compresora pulverizadora de pintura
Estación de servicio móvil polvo	Traspasadora de PQS
P. H.	Manómetro
Presurizado	Hidrostática

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, se deberá delimitar con pintura o cinta (diversos colores de acuerdo a la necesidad, ver gráfico 4) el espacio para cada equipo, zona del taller y zonas de desplazamiento, además de las señales de seguridad que se requiera.

Gráfico 6. Colores para la señalización de pisos

Estándar de colores para marcaje 5S de pisos

Usar	Para delimitar
Amarillo	Pasillos, carriles de tráfico y celdas de trabajo
Blanco	Equipo y aparatos (estaciones de trabajo, carros, anuncios de piso, estantes, etc.) que no estén dentro de otros códigos de color
Azul, verde, y/o negro	Materiales y componentes, incluyendo materia prima, producto terminado y en proceso
Naranja	Materiales o producto detenidos para inspección
Rojo	Defectos, desechos, reproceso y áreas de tarjeta roja
Rojo y blanco	Áreas que se deben mantener libres por motivos de seguridad / conformidad (por ejemplo, áreas enfrente de paneles eléctricos, equipo contra incendios, y equipo de seguridad tal como estaciones para lavado de ojos, regaderas de emergencia y estaciones de primeros auxilios).
Negro y blanco	Áreas que se deben mantener libres con propósitos operativos (no relacionados con la seguridad y conformidad).
Negro y amarillo	Áreas que podrían exponer a los empleados a riesgos especiales, sean físicos o para la salud.

Fuente: (Cero Accidentes 2017)

Tercera S: Seiso

Esta etapa consiste en que cada personal tenga un área asignada, responsable de su cuidado para establecer rutinas de limpieza, este es un compromiso que debe ser asumido por todas las personas pertenecientes a la empresa. Además de limpiar se debe mantener en óptimas condiciones las herramientas, equipos, mesas de trabajo, pisos, entre otros, no debe haber ningún área sin asignar. Las rutinas de control y limpieza permiten detectar anomalías que, corregidas en el momento oportuno, evitan problemas mayores que puedan dificultar la producción, la calidad y la seguridad de la persona. Cada personal es responsable de su área de trabajo, el cual debe cuidar y mantener libre de polvo, en caso de alguna inconveniencia se debe avisar al comité de seguridad para la mejora de las anomalías encontradas en el área.

La limpieza debe ser periódica y cada personal deberá limpiar su área asignada. El trabajador debe conocer la importancia de laboral en un ambiente limpio y ordenado y convertir de esta acción un hábito. Las autoridades deben proporcionar los artículos de limpieza como trapos, entre otros. A continuación, se muestra un formato para la asignación de áreas. El jefe de taller asignara las áreas de manera que crea conveniente a los operarios, para que realicen la limpieza correspondiente a la zona o elementos.

Tabla 2. Formato de asignación de responsabilidades de limpieza

N°	ENCARGADO	ELEMENTOS O SUBZONA QUE SE LIMPIARA	ACTIVIDADES	MATERIALES	EPP'S	FRECUENCIA	TIEMPO	HORA	
								INICIO	FIN
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									

Fuente: elaboración propia

Esto será revisado y evaluado el segundo día de cada mes por el jefe del taller de mantenimiento y recarga, para verificar si el equipo asignado está cumpliendo con la limpieza de acuerdo a lo instruido en la capacitación, caso contrario se procederá a citar una reunión para una próxima capacitación. El logro de esta S es que el equipo se encuentra capacitado para limpiar y corregir las fallas de los elementos y máquinas.

A continuación, se presenta una ficha de evaluación de cumplimiento de la tercera S, limpieza.

Tabla 3. Ficha de evaluación de actividades de limpieza

EVALUACION DE CUMPLIMIENTO DE ACTIVIDADES								
RESPONSABLE:							FECHA:	
N°	ENCARGADO	ELEMENTOS O SUBZONA QUE SE LIMPIARA	FRECUENCIA	CALIFICACIÓN (Marcar)			%	OBSERVACIONES
				BUENO (80% - 100%)	REGULAR (50% - 79%)	MALO (0% - 49%)		
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
20								

Fuente: elaboración propia

Cuarta S: Seiketsu

Se trata de mantener las primeras 3S, en otras palabras, asegurar que el puesto de trabajo tenga lo necesario, esté ordenado y limpio. Esto debe darse a partir de la supervisión por parte del responsable de cada área, quién tendrá que encargarse de revisar y auditar los check list que se implantaron en las anteriores S. Para la empresa Prinserge Industrial E.I.R.L., se propone que un encargado de otra área realice la auditoría del taller de mantenimiento y/o recarga de extintores.

Además, se rotulará todas las posiciones con nombre y cantidad, adicional a la delimitación el área para equipo, con lo cual se tendrá la posición exacta y con facilidad se detectará alguna anomalía. A continuación, se muestran los posibles rótulos a implementar:

Gráfico 7. Rótulos para la estandarización



Fuente: elaboración propia

Así también dentro del marco de la estandarización se realizará procedimientos o instructivos para cada una de actividades, con el fin de buscar que los operarios realicen la actividad rutinaria de la misma forma e inclusive pueda capacitar a los nuevos ingresos y personal de apoyo en caso de incremento de demanda. Estos documentos estarán en constante modificación puesto que parte de la mejora continua es evolucionar y perfeccionar los métodos de trabajo.

Quinta S: Shitsuke

Esta última fase busca mantener que las 4S anteriormente implementadas se vuelvan una costumbre para los colaboradores, es decir que lo hagan parte del día a día sin necesidad que los estén fiscalizando, sin embargo, al principio deberá ser así; esto se logrará a base de entrenamiento y comunicación interna, además,

mediante “reuniones de productividad” con la finalidad de evaluar los resultados del área con una frecuencia mensual, así entonces se producirá una retroalimentación y a su vez el reconocimiento del trabajador más disciplinado.

Se propone realizar una charla a primera hora de cada día, con una duración de 10 minutos, cuyo objetivo es interiorizar cada una de las S en la cultura, mediante imágenes representativas de compromiso y acciones a realizar, además, se implementará un control de cumplimiento para los operarios de aquellas actividades diarias, en el cual, una vez finalizada la semana, se tomará como modelo a aquel operario que logre cumplir eficientemente las 5S, y al finalizar el mes se premiará al que obtenga mayor puntaje en la evaluación.

La autodisciplina permite que los operarios conozcan el puesto de trabajo con mayor detalle y, por lo tanto, estén capacitados para proponer mejoras dentro del mismo. Dicho esto, lo que se busca es autonomía por parte del personal y un fortalecimiento del compromiso con la empresa, trayendo consigo beneficios como evitar accidentes o defectos en los productos, a su vez mejorar la productividad.

Tiempo de mantenimiento y/o recarga de extintores propuesto:

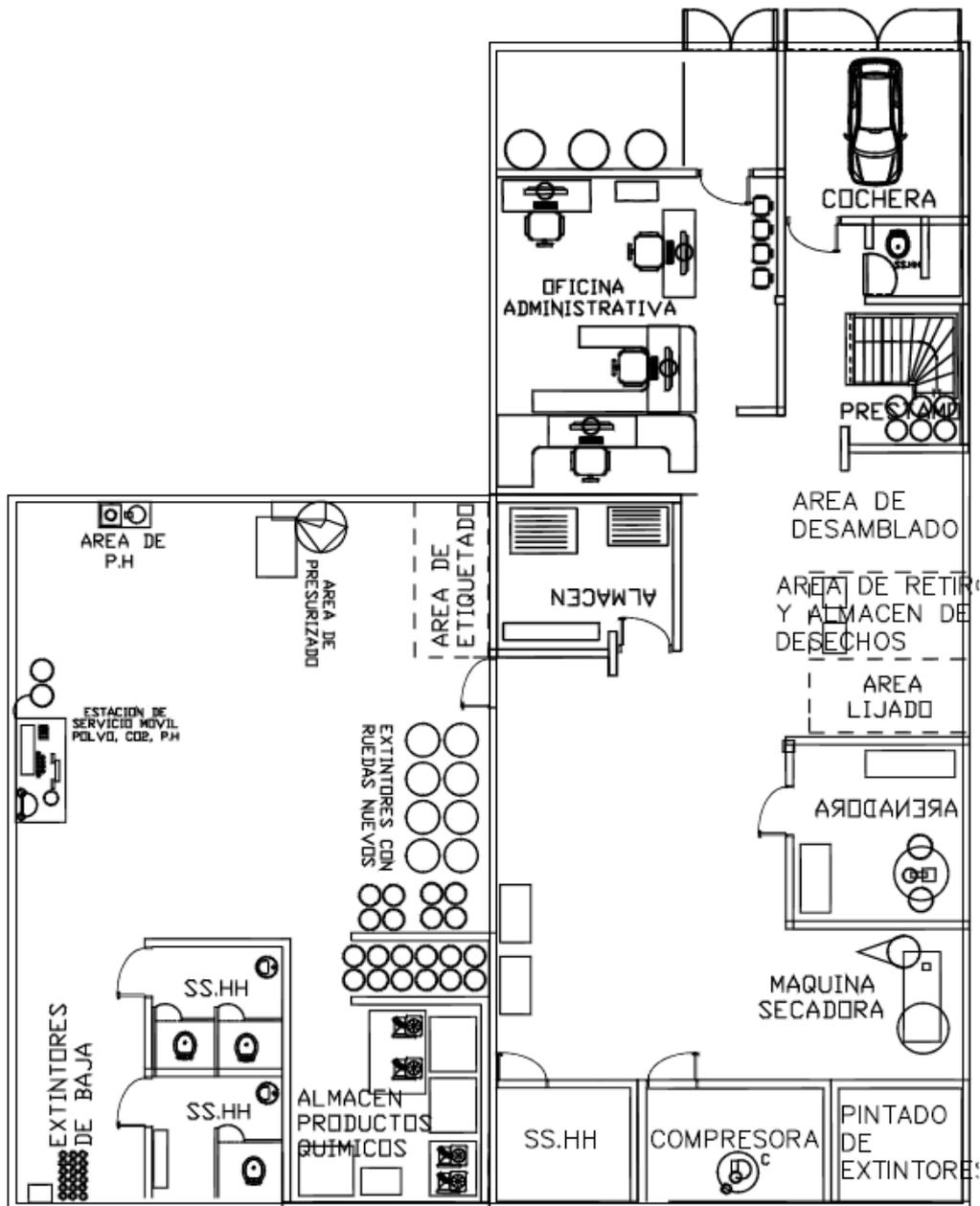
En esta propuesta de la implementación de 5S se contempla la reducción del tiempo de mantenimiento y/o recarga de extintores disminuyendo los recorridos excesivos y eliminando las actividades que no generan valor agregado. A continuación, se muestra el flujograma analítico y posteriormente se le plasma en el Layout propuesto, obteniendo del diagrama de recorrido propuesto para el proceso de envasado.

Gráfico 8. DAP propuesto.

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO									
Hoja N° _____ De: _____ Diagrama N°: _____		Operar.		Mater.		Maqui.			
Proceso:		RESUMEN							
Fecha:		●	ACTIVIDAD	Act.	Pro.	Econ.			
El estudio inicia:		▶	Operación	17	17	0%			
Método: Actual: _____ Propuesto: x _____		▶	Transporte	8	1	-88%			
Producto:		■	Inspección	5	4	-20%			
Nombre del operario:		■	Espera	4	4	0%			
Elaborado por:		▼	Almacenaje	1	0	0%			
Tamaño del Lote:		Total de Actividades realizadas		35	26	-26%			
		Distancia total en metros		46	10	-77%			
		Tiempo min/hombre		66	65	-2%			
N°	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Segundos	SÍMBOLOS PROCESOS				
					●	▶	■	■	▼
1	Recepción de equipo	1		60.0	●				
2	Inspección visual externa	1		120.0			●		
3	Transporte a taller	1	10.4	90.0		●			
4	Desamblado de equipo	1		300.0	●				
5	Retiro de PQS	1		180.0	●				
6	Limpieza manual de cilindro	1		900.0	●				
7	Limpieza de sifón	1		30.0	●				
8	Inspección de válvula	1		60.0			●		
9	Limpieza de válvula	1		120.0	●				
10	Armado de válvula	1		90.0	●				
11	Armado de extintor	1		120.0	●				
12	Tapado de etiquetas y códigos	1		60.0	●				
13	Preparación de base al aceite	1		90.0	●				
14	Aplicación de base al aceite	1		30.0	●				
15	Secado de base	1		480.0				●	
16	Preparación de pintura	1		90.0	●				
17	Aplicación de pintura (rojo)	1		30.0	●				
18	Secado de pintura	1		480.0				●	
19	Presurizado	1		60.0	●				
20	Prueba neumática	1		60.0			●		
21	Lijado de válvula	1		60.0	●				
22	Pintado de válvula	1		20.0	●				
23	Secado de pintura de valvula	1		120.0				●	
24	Limpieza y pintado de manguera	1		60.0	●				
25	Secado de pintura en manguera	1		120.0				●	
26	Etiquetado	1		60.0			●		
27	Sacar detalle del extintor	1		20.0			●		
28	Almacenamiento	1							●
29	Transporte a oficina	1	8.0	7.0		●			
Tiempo Minutos:		64.8	m	10.4	3,890.0	SEG			

Fuente: elaboración propia

Gráfico 9. Distribución Layout



Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, en el diagrama de recorrido propuesto, el proceso se ejecuta con mayor orden y simplicidad en cuanto las operaciones a realizar, además de la inexistencia de recorridos innecesarios

6.2 Propuesta Kanban

La aplicación del Kanban se utilizó con el propósito estructurar el sistema de control de materiales y administración de la producción de extintores PQS, el cual las tarjetas Kanban ayudaran a alimentar a cada proceso de la línea alertando que elemento necesita el proceso siguiente para elaborar el producto final.

a) Procedimiento de implantación

Se implementarán las tarjetas Kanban mediante la realización de un **Mapeo de la Cadena de valor**, donde se evidenciará el proceso de producción desde la entrega de insumos y materiales de los proveedores hasta la distribución al cliente.

b) Cantidad de Piezas por Kanban

Para hallar la cantidad de extintores que tendrá cada Kanban se procederá a realizar la siguiente expresión matemática:

$$D \times TE \times U \times \%VD$$

Donde:

D = Demanda por horizonte de tiempo (por ejemplo y habitualmente semanas).

TE = Tiempo de entrega en las mismas unidades del horizonte de la demanda.

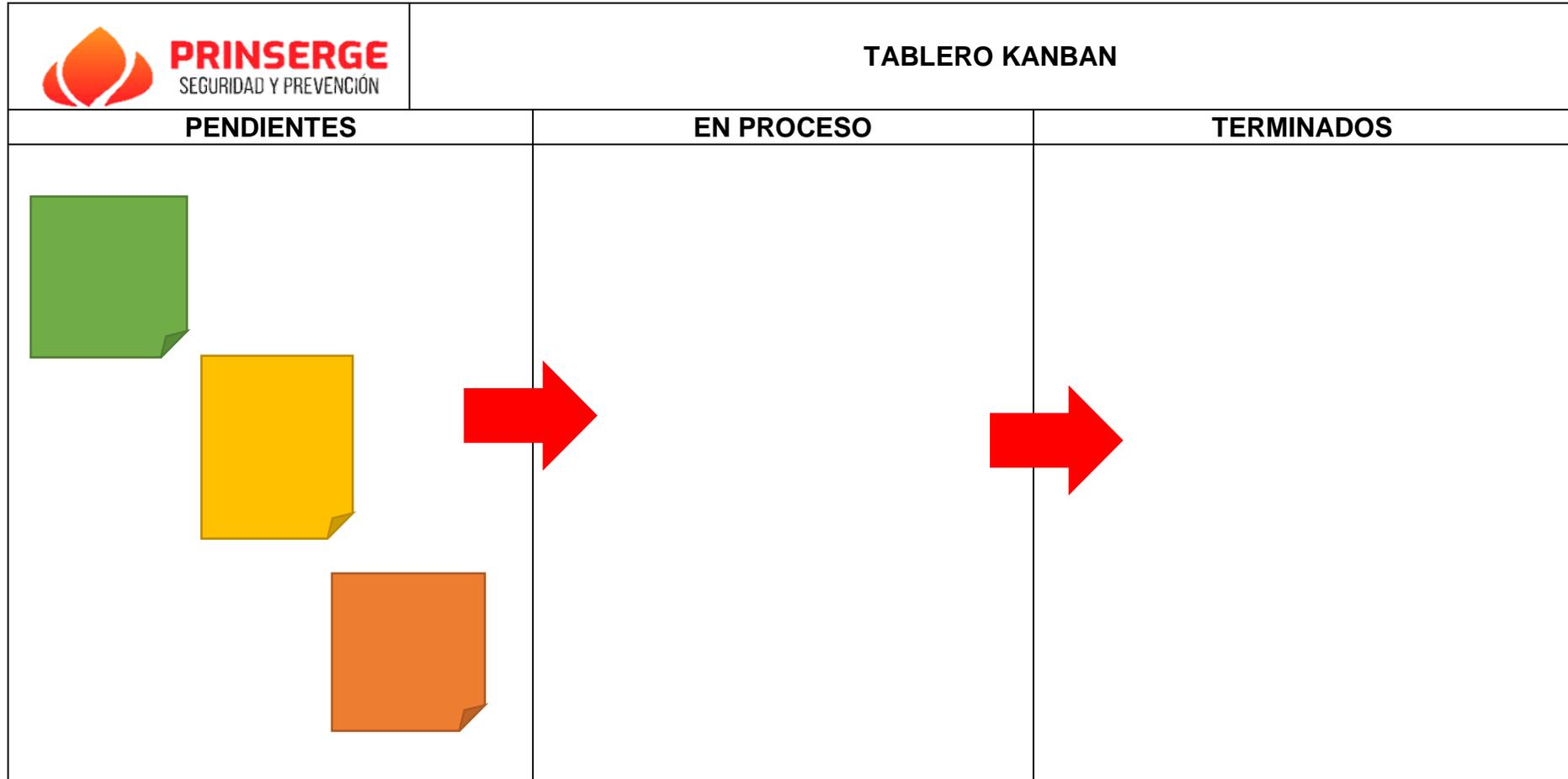
U = Número de ubicaciones (almacenes intermedios).

%VD = Nivel de variación de la demanda. Se obtiene mediante la desviación estándar de la demanda sobre el promedio de la demanda.

c) Tipo de Contenedor y Tablero

Para almacenar el Kanban en cada proceso de la línea de producción se utilizará recipientes donde se coloca las tarjetas Kanban, a la vez se implementará un tablero que está dividido en tres sectores; pendiente, en proceso y terminados, con el fin de visualizar de manera macro el estado de los pedidos solicitados por los clientes.

Gráfico 10. Tablero Kanban



Fuente: elaboración propia

d) Tarjetas Kanban

La tarjeta Kanban será transportada por cada uno de los procesos de la línea de producción de extintores PQS, con el fin de tener un control de los materiales y una mejor administración del área.

Gráfico 11. Tarjeta Kanban

 PRINSERGE SEGURIDAD Y PREVENCIÓN	TARJETA KANBAN
Responsable:	
Nombre de Cliente:	
Cantidad:	
Repuestos:	
Manómetro	
Manguera	
PQS	
Válvulas	

Fuente: elaboración propia

Se adjunta el siguiente ejemplo de llenado

 PRINSERGE SEGURIDAD Y PREVENCIÓN	TARJETA KANBAN
Responsable:	Carlos Humberto Cunya Mijahuanga
Nombre de Cliente:	Universidad César Vallejo
Cantidad:	25 extintores PQS
Repuestos:	
Manómetro	25
Manguera	3
PQS	10
Válvulas	5

6.3 Propuesta SMED

El SMED también llamado cambio rápido (set up) es una herramienta cuyo objetivo principal es reducir el tiempo requerido para cambiar herramientas, materiales y/o equipos. El uso de esta herramienta permitirá aumentar la disponibilidad de la línea y en consecuencia tener un flujo de valor con menos interrupciones. Esta propuesta será aplicada al área de mantenimiento y/o recarga de extintores de la empresa Prinserge Industrial E.I.R.L.

a) Etapa preliminar

En la primera etapa se ubica dentro de una tabla los datos recolectados en los días que se realiza la visita a la línea de producción. Determinando el número de tareas que se realizan, así mismo el tiempo del proceso. Teniendo las actividades debidamente ordenadas con sus respectivos tiempos se pasó a la siguiente etapa.

Tabla 4. Actividades y tiempos de las tareas del área de mantenimiento y/o recarga de extintores

N°	Descripción	Tiempo (seg)
1	Recepción de equipo	60.0
2	Inspección visual externa	120.0
3	Transporte a taller	90.0
4	Desamblado de equipo	300.0
5	Retiro de PQS	180.0
6	Limpieza manual de cilindro	900.0
7	Limpieza de sifón	30.0
8	Inspección de válvula	60.0
9	Limpieza de válvula	120.0
10	Armado de válvula	90.0
11	Armado de extintor	120.0
12	Tapado de etiquetas y códigos	60.0
13	Preparación de base al aceite	90.0
14	Aplicación de base al aceite	30.0
15	Secado de base	480.0
16	Preparación de pintura	90.0
17	Aplicación de pintura (rojo)	30.0
18	Secado de pintura	480.0
19	Presurizado	60.0
20	Prueba neumática	60.0
21	Traslado a zona de pintado	8.0
22	Lijado de válvula	60.0

23	Pintado de válvula	20.0
24	Secado de pintura de válvula	120.0
25	Limpieza y pintado de manguera	60.0
26	Secado de pintura en manguera	120.0
27	Etiquetado	60.0
28	Sacar detalle del extintor	20.0
29	Almacenamiento	
30	Transporte a oficina	7.0

Fuente: elaboración propia

b) Separación de las actividades

Después de conocer la duración actual de cada una de las actividades, se ha visto la oportunidad de clasificar en tareas internas y externas, según a los datos observados a través de la visita.

Esta técnica busca simplificar y optimizar las operaciones involucradas en cada set-up, y al mismo tiempo convertir la mayor cantidad posible de actividades en “*tareas externas*” al proceso. Es decir: tareas que puedan ser realizadas sin interrumpir la operación/producción.

Tabla 5. Recolección de las tareas para mantenimiento y/o recarga de extintores

N°	Descripción	Actividad
1	Recepción de equipo	Externa
2	Inspección visual externa	Externa
3	Transporte a taller	Externa
4	Desamblado de equipo	Interna
5	Retiro de PQS	Interna
6	Limpieza manual de cilindro	Interna
7	Limpieza de sifón	Interna
8	Inspección de válvula	Interna
9	Limpieza de válvula	Interna
10	Armado de válvula	Interna
11	Armado de extintor	Interna
12	Tapado de etiquetas y códigos	Interna
13	Preparación de base al aceite	Interna
14	Aplicación de base al aceite	Interna
15	Secado de base	Interna
16	Preparación de pintura	Interna
17	Aplicación de pintura (rojo)	Interna
18	Secado de pintura	Interna

19	Presurizado	Interna
20	Prueba neumática	Interna
21	Traslado a zona de pintado	Interna
22	Lijado de válvula	Interna
23	Pintado de válvula	Interna
24	Secado de pintura de válvula	Interna
25	Limpieza y pintado de manguera	Interna
26	Secado de pintura en manguera	Interna
27	Etiquetado	Externa
28	Sacar detalle del extintor	Externa
29	Almacenamiento	Externa
30	Transporte a oficina	Externa

Fuente: elaboración propia

Con la tabla de las tareas debidamente clasificada, se determinó el número de tareas internas como externas.

Tabla 6. Número de actividades internas y externas.

Proceso	Act. Externa	Act. Interna	Total
Mantenimiento y/o recarga de extintores	7	23	30

Fuente: elaboración propia

Teniendo clasificado las actividades externas y las internas, es necesario reducir, combinar o hacer que las actividades se realicen en paralelo. Por ello, se tendrán que aplicar una variedad de propuestas en la siguiente fase del SMED.

c) Conversión de las actividades

Una vez separadas las actividades externas e internas, se pasa a realizar la conversión de estas últimas en externas, con la finalidad de proponer que las tareas se realicen cuando los equipos estén funcionando. A continuación, se explicarán las tareas que se proponen cambiar para que se pueda reducir los tiempos de producción; a su vez, se plantea un nuevo diagrama de Gantt con las actividades internas convertidas a externas.

Tabla 7. Planteamiento de nuevas actividades.

N°	Descripción	Actividad
1	Recepción de equipo	Externa
2	Inspección visual externa	Externa
3	Transporte a taller	Externa
4	Desamblado de equipo	Interna

5	Retiro de PQS	Interna
6	Limpieza manual de cilindro	Interna
7	Limpieza de sifón	Interna
8	Inspección de válvula	Interna
9	Limpieza de válvula	Interna
10	Armado de válvula	Interna
11	Armado de extintor	Interna
12	Tapado de etiquetas y códigos	Interna
13	Preparación de base al aceite	Externa
14	Aplicación de base al aceite	Interna
15	Secado de base	Externa
16	Preparación de pintura	Externa
17	Aplicación de pintura (rojo)	Interna
18	Secado de pintura	Externa
19	Presurizado	Interna
20	Prueba neumática	Interna
21	Traslado a zona de pintado	Externa
22	Lijado de válvula	Interna
23	Pintado de válvula	Interna
24	Secado de pintura de válvula	Externa
25	Limpieza y pintado de manguera	Interna
26	Secado de pintura en manguera	Externa
27	Etiquetado	Externa
28	Sacar detalle del extintor	Externa
29	Almacenamiento	Externa
30	Transporte a oficina	Externa

Fuente: elaboración propia

Terminada la tercera etapa de la metodología SMED, se tienen los siguientes datos en relación con las actividades externas e internas:

Tabla 8. Número de actividades internas y externas después de la aplicación del SMED.

Proceso	Act. Externa	Act. Interna	Total
Mantenimiento y/o recarga de extintores	14	16	30

Fuente: elaboración propia

d) Perfeccionar el proceso de las actividades

Después de convertir las actividades en externas, se origina a través de la recolección de datos otras posibles causas que puedan generar un tiempo elevado. Por ello, se debe de capacitar a todo el personal, realizar seguimiento a todas las actividades generando una conciencia de mejora continua.

VII. CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN

En el siguiente cuadro se encuentra de manera general las actividades que se hicieron para la elaboración de la propuesta de lean manufacturing en la empresa PRINSERGE INDUSTRIAL E.I.R.L. También se ha incluido las actividades de una posible implementación que haga la empresa, porque este manual es solo una propuesta.

Tabla 9. Cronograma de propuesta de implementación

	Semana								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Preparación									
Comunicar a los operarios de la empresa el despliegue del programa lean									
Definir el equipo de trabajo involucrado en la implementación									
Capacitación a los operarios.									
Definir objetivos a ser logrados.									
Desarrollar un cronograma para que el equipo empiece a trabajar.									
Desarrollo									
Verificar el cronograma para implementar las herramientas lean.									
Exponer al equipo el plan de implementación a desarrollar.									
Elaborar el plan de implementación dentro del área de trabajo.									
Implementación de herramientas									
5's									
SMED									
Kanban									

Fuente: elaboración propia

VIII. RECURSOS Y COSTOS

Para la implementación de lean manufacturing en el taller de mantenimiento y/o recarga de extintores se ha tenido en cuenta los recursos del cuadro en donde se detalla de forma clara lo que se utiliza para implementar las herramientas Lean en Prinserge Industrial E.I.R.L.

Tabla 10. Costo de propuesta

Requerimiento	Unidades	Costo unitario	Costo total
Capacitación al personal	2	S/ 150.00	S/ 300.00
Impresiones tarjetas rojas	2000	S/ 0.50	S/ 1,000.00
Impresiones tarjetas verdes	2000	S/ 0.50	S/ 1,000.00
Impresiones tarjetas Kanban	5000	S/ 0.50	S/ 2,500.00
Cintas delimitadoras	25	S/ 20.00	S/ 500.00
Rótulos	15	S/ 25.00	S/ 375.00
Tablero Kanban	2	S/ 90.00	S/ 180.00
Costo SMED		S/ 0.00	S/ 0.00
TOTAL			S/ 5,855.00

Fuente: Elaboración propia



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, RAMOS TIMANA SANDY XIOMARA, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, asesor de Tesis titulada: "Propuesta de implementación del Lean Manufacturing para mejorar la productividad del área de mantenimiento y recarga de extintores en la empresa Prinserge Industrial E.I.R.L., Veintiséis De Octubre, 2022", cuyos autores son OCAMPO PAULINI LUIS ANGEL, LOZADA CASTILLO DEYANIRA DANIELA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

PIURA, 20 de Noviembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
RAMOS TIMANA SANDY XIOMARA DNI: 46992589 ORCID: 0000-0001-8526-9321	Firmado electrónicamente por: SXRAMOST el 04-12- 2022 22:26:30

Código documento Trilce: TRI - 0447842