



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Aplicación Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el
Área de Calderería de la Empresa Ecromsa Industrial S.A.C,
Chimbote – 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Industrial

AUTORES:

Abrego Rodriguez, Stefano Alexander (orcid.org/0000-0002-0004-8245)

Flores Loyola, Melissa Giuliana (orcid.org/0000-0003-3940-5454)

ASESOR:

Ms. Castillo Martinez, Williams Esteward (orcid.org/0000-0001-6917-1009)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

CHIMBOTE — PERÚ

2022

Dedicatoria

Agradecemos a nuestros padres, por habernos apoyado constantemente y enseñarnos a ser perseverantes y dedicados.

Agradecemos también a nuestras familias y amigos por hacer posible este proyecto y darnos lo ánimos de continuar.

Agradecimiento

Agradecemos a nuestra casa de estudios, la Universidad César Vallejo, lugar donde a lo largo de estos años hemos adquirido los conocimientos necesarios que nos servirán para poder desenvolvernos profesionalmente.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación	11
3.1.1. Tipo de investigación	11
3.1.2. Diseño de investigación.....	11
3.2. Variables y operacionalización.....	11
3.3. Población, muestra y muestreo.....	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	13
3.5. Procedimiento	15
3.6. Método de análisis de datos.....	16
3.7. Aspectos éticos	18
IV. RESULTADOS	19
V. DISCUSIÓN.....	51
VI. CONCLUSIONES.....	55
VII. RECOMENDACIONES	56
REFERENCIAS.....	57
ANEXOS	70

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Técnicas e instrumentos de recolección de datos.</i>	14
Tabla 2. <i>Método de análisis de datos.</i>	16
Tabla 3. <i>Análisis de tipos de desperdicio</i>	20
Tabla 4. <i>Indicadores de productividad inicial de la empresa Ecromsa Industrial S.A.C en los meses Abril – Julio 2022</i>	22
Tabla 5. <i>Resumen de Check List Inicial de 5’S</i>	24
Tabla 6. <i>Resumen de Elementos con Tarjetas Rojas en el Área de Calderería ..</i>	26
Tabla 7. <i>Índice de productos recuperados</i>	28
Tabla 8. <i>Cumplimiento de actividades de limpieza</i>	32
Tabla 9. <i>Resumen de Evaluación Mensual de 5S</i>	36
Tabla 10. <i>Resumen de Datos de operarios. Día 4 de agosto</i>	39
Tabla 11. <i>Guía de Planificación de Pilares</i>	41
Tabla 12. <i>Cumplimiento de actividades de Mantenimiento Autónomo</i>	44
Tabla 13. <i>Resumen de primera toma de horas de fallas de equipos seleccionados</i>	45
Tabla 14. <i>Resumen de segunda toma de horas de fallas de equipos seleccionados</i>	47
Tabla 15. <i>Indicadores de productividad final de la empresa Ecromsa Industrial S.A.C en los meses Setiembre - Noviembre 2022</i>	49

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Diagrama de flujo del procedimiento	15
Figura 2. Resumen del Diagrama de Pareto	19
Figura 3. Diagrama de clasificación de elementos en el área de trabajo	25
Figura 4. Esquema de aplicación para Seiton	29
Figura 5. Bosquejo de estante propuesto para almacenamiento de herramientas	30
Figura 6. Modelo de rotulado y etiquetado	31
Figura 7. Boletín del mes de noviembre	34
Figura 8. Modelo de Afiche de 5S	35
Figura 9. OEE Inicial	37
Figura 10. Flujograma de procedimiento para mantenimiento	38
Figura 11. Resultados de la encuesta de conocimiento de los operarios del área de calderería.	40
Figura 12. OEE Final.....	48

Resumen

El presente trabajo de investigación tuvo como propósito aplicar el Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el área de calderería de la empresa Ecromsa Industrial S.A.C, Chimbote – 2022, mediante el empleo de un diseño pre experimental, tomando como muestra los datos de producción de 14 semanas antes y después de aplicar la herramienta en el área de calderería, donde se tuvo como dato inicial una productividad de 5.909 piezas/hora en promedio y 0.348 piezas/hora-hombre, debido a que se tenía una eficiencia de 84.11% y una eficacia de 83.58%. Para aplicar esta mejora se utilizó la filosofía 5S y el Mantenimiento Productivo Total (TPM), logrando finalmente un cumplimiento de 62.5% en 5S y por el lado del TPM se logró aumentar el OEE en un 8%. Todo esto se tradujo en una productividad final de 6.44 piezas/hora en promedio y 0.434 piezas/hora-hombre, aumentando en un 24.81% la productividad de mano de obra.

Palabras Clave: Lean Manufacturing, 5S, TPM, Productividad, Metalmecánica

Abstract

The purpose of this research work was to apply Lean Manufacturing to improve productivity in the boilermaking area of the company Ecromsa Industrial S.A.C, Chimbote - 2022, through the use of a pre-experimental design, taking as a sample the production data of 14 weeks before and after applying the tool in the boilermaking area, where an average productivity of 5,909 pieces/hour and 0.348 pieces/man-hour was taken as initial data, due to the fact that there was an efficiency of 84.11% and an effectiveness of 83.58%. To apply this improvement, the 5S philosophy and Total Productive Maintenance (TPM) were used, finally achieving a compliance of 62.5% in 5S and on the TPM side, the OEE was increased by 8%. All this translated into a final productivity of 6.44 pieces/hour on average and 0.434 pieces/man-hour, increasing labor productivity by 24.81%.

Keywords: Lean Manufacturing, 5S, TPM, Productivity, Metalmechanic

I. INTRODUCCIÓN

El sector metalmecánico tiene la capacidad de generar desarrollo a un país, puesto que mundialmente se ha posicionado como una de las principales actividades económicas, generando el 15% de todos los empleos industriales (Arias y Cano, 2019). De la misma forma, se sabe que este sector aporta un 3.7% del PIB a nivel mundial, siendo este un enorme porcentaje de aportación para la industria manufacturera. Para el año 2021, se había pronosticado un crecimiento del sector de 2.1%; no obstante, esto no se logró debido a la recesión económica producida por la pandemia. Pese a ello, se mantiene con la expectativa de poder recuperar el mercado en los países de Latinoamérica, logrando el crecimiento económico esperado (CEPAL, 2021).

Por otra parte, este sector cuenta con ciertas deficiencias que no permiten que las actividades se realicen de la mejor manera, pues se pone en evidencia la pérdida de la competitividad de la cadena de valor y su productividad en varios países del mundo, siendo uno de los principales problemas, el desconocimiento de factores que afectan la calidad y productividad de los talleres metalmecánicos (Contreras y Perez, 2021). De la misma forma, se presentan problemas relacionados con la falta de orden, limpieza, estandarización de procesos y eliminación de desperdicios (Contreras et al., 2018).

De igual importancia, la industria metalmecánica en el Perú se encuentra consolidada dentro de las actividades de mayor expansión en los últimos años, impulsado por otras industrias como las pesqueras, manufactureras, agrícola y minera. Además, este sector refleja el 12% del Valor Agregado Bruto (VAB) dentro de la industria y sustenta un 1,6% del Producto Interno Bruto (PIB). Adicionalmente, este sector económico está articulado con diferentes ramas industriales, hasta el punto en el que cualquier país con un alto nivel de desarrollo industrial posee un sector de alto impacto y plenamente establecido que genera valor (Kishimoto et. al, 2020; Lavado et al., 2020).

De acuerdo a los datos de PRODUCE (2018), el sector está conformado por 45 mil empresas formales, las cuales están constituidas en un 98.7% (44,918) por Mypes, siendo el 1.3% (297) perteneciente a las medianas y grandes empresas. De igual forma, al abarcar diferentes tipos de mercado, es

necesario que se cumplan con las demandas impuestas de los consumidores y con el correcto aprovechamiento de los recursos, a su vez, se debe buscar una reducción de tiempos, minimización de costos, evitar reprocesos y aplicación de garantías por fallas en el producto final (Huamán, et al., 2020). Dentro del país, se ha visto que la industria metalmecánica tiene problemas similares a los mencionados a nivel internacional, como lo evidencia Cusihuallpa-Vera (2021), se cuenta con un control de calidad deficiente que genera baja rentabilidad y productos reprocesados, generando así mayores costos para las empresas y retrasos en la entrega de los trabajos, además la maquinaria empleada no posee la disponibilidad requerida para poder operar de acuerdo a las horas planificadas, repercutiendo en la productividad de las diferentes líneas de producción.

A raíz de lo mencionado se evidencia la problemática en la empresa Ecromsa Industrial S.A.C., la cual es parte del sector metalmecánico y aborda las tareas de fabricación, montaje, diseño y mantenimiento de maquinaria industrial para el sector pesquero. En esta empresa se observó que existen retrasos en las fechas de entrega, debido a que no se realizaba un correcto seguimiento a las tareas asignadas, tales como realización de cortes, plegado de planchas y armado; de igual forma, no se estaba realizando una correcta gestión de los recursos, llegando a generar retrasos al tener que hacer un nuevo pedido de material (planchas de acero, pernos, soldadura, platinas).

Además, no poseía una correcta planificación y organización de los materiales y herramientas que los caldereros necesitaban, pues en sus lugares de trabajo se evidenciaban objetos que no correspondían, eran innecesarios o ya no iban a ser utilizados, generando así desorden en los puestos de trabajo, falta de limpieza y clasificación de los elementos; además de tener que recurrir constantemente al almacén si deseaban utilizar alguna herramienta, teniendo que interrumpir sus labores.

Adicionalmente, la empresa poseía una deficiente gestión del mantenimiento de su maquinaria, pues se observaba que los operarios desconocían el correcto mantenimiento de los equipos, así como la manera adecuada de cómo operar, llegando a presentar fallas recurrentes en la maquinaria, de manera que estos llegaban al término de su vida útil mucho antes de lo

previsto. Por todo lo expuesto, se planteó la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing, de manera que se formuló la siguiente pregunta de investigación: ¿En qué medida la aplicación de Lean Manufacturing podrá mejorar la productividad en el área de calderería de la empresa Ecromsa Industrial S.A.C Chimbote - 2022?

Para el presente proyecto fue importante indicar la justificación desde el enfoque metodológico, ya que aportó en gran medida a estudiar la influencia del Lean Manufacturing en la productividad de la empresa Ecromsa Industrial S.A.C y resolver la problemática mencionada con anterioridad. Se justificó socialmente, ya que benefició a todos los trabajadores, operarios y directivos de la empresa Ecromsa Industrial S.A.C, al permitirles aprovechar las herramientas Lean para obtener mejores resultados. Desde un nivel práctico, se comprende que los resultados del estudio sirvieron para impulsar la metodología Lean al optimizar los procesos e incrementar la productividad generando mayor rentabilidad para la empresa. De manera teórica, se facilitó una mayor comprensión al comportamiento entre ambas variables al ponerlo en práctica dentro de una empresa y evaluar resultados.

De acuerdo a esto, se tuvo como objetivo general: Aplicar el Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el área de calderería de la empresa Ecromsa Industrial S.A.C, Chimbote - 2022. De la misma forma, se tuvo como objetivos específicos los siguientes: Diagnosticar la situación actual del área de calderería de la empresa Ecromsa Industrial S.A.C, Chimbote. Determinar la productividad Inicial del área de calderería de la empresa Ecromsa Industrial S.A.C, Chimbote. Aplicar las 5S y TPM como herramientas Lean para mejorar la productividad en el área de calderería de la empresa Ecromsa Industrial S.A.C, Chimbote. Determinar la productividad final después de aplicar las herramientas en el área de calderería de la empresa Ecromsa Industrial S.A.C, Chimbote. Para esta investigación, la hipótesis fue: La aplicación de Lean Manufacturing permitirá una mejora significativa en la productividad en el área de calderería de la empresa Ecromsa Industrial S.A.C Chimbote - 2022.

II. MARCO TEÓRICO

Es preciso mencionar el apartado de investigaciones previas referentes a la investigación:

A nivel internacional se tuvo el artículo científico de Sultan (2018) el cual tuvo como finalidad aplicar el Lean Manufacturing para incrementar la productividad y minimizar los costos operativos. Fue una investigación de tipo aplicada con diseño pre experimental, cuya población fue constituida por todas las operaciones de fabricación, como instrumento se empleó la observación, registro de operaciones y tiempo de ciclo. Como resultado, se realizaron mejoras en la productividad, calidad, tiempo de entrega y reducción de los niveles de inventario, llegando a la conclusión que se puede disminuir el Takt Time de 250 minutos a 240 minutos y una disminución del 32% en el tiempo de espera.

Igualmente, se recopiló la investigación de Patil, Pisal y Suryavanshi (2021), cuya finalidad surgió en potenciar la producción en función a la aplicación de Lean Manufacturing. Fue un estudio aplicativo con diseño pre experimental, usando como muestra dos estaciones; se empleó como instrumento hojas de recolección de datos y diagrama Value Stream Map. Como resultado se logró eliminar desperdicios ocultos y reducir el Takt time en la estación 1 de 200,67 min. a 120,14 min. y en la estación 3 de 187,65 min. a 111,75 min. Se llegó a la conclusión que la empresa puede reducir el tiempo de entrega de 4,6 días a 3,3 días y aumentar la productividad de 2 piezas/día a 5 piezas/día.

Por otro lado, se tiene la investigación de Carrillo, Alvis, Mendoza y Cohen (2018) cuyo objetivo fue implementar herramientas de Lean Manufacturing mediante la confiabilidad de las actividades. Este estudio fue de tipo descriptivo, cuya población fueron 7 subáreas de producción, se emplearon como instrumentos la base de datos de la compañía. En los resultados se tuvo una reducción de 47% de probabilidades de fallo a un máximo de 20%, así como la eliminación de 37.1 kg de material no utilizado y despejar el área de trabajo en un 22%. Como conclusión se tuvo que en 4 meses es posible implementar las 3s.

Por otra parte, en el estudio de Andrade, Del Rio y Alvear (2019) se tuvo como objetivo determinar los principales inconvenientes en el área de producción

aplicando herramientas Lean. Este estudio fue de tipo descriptivo y la población estuvo conformada por 16 operarios del área de producción, usando hojas de verificación como instrumento. Como resultado se tuvo un incremento de producción del 5,49%, de manera que la productividad subió de 91 piezas/día a 96 piezas/día. Se llegó a la conclusión que la aplicación de la metodología puede equilibrar el trabajo.

Se recopiló también el artículo de Morales y Silva (2020) donde se buscaba aumentar el volumen de producción y aumentar los niveles de calidad y productividad dentro de la línea de producción de cubos de rueda M3001 mediante la aplicación de herramientas Lean, siendo esta una investigación de tipo aplicada con diseño pre experimental. Como población se utilizó la cantidad de cubos de rueda M3001 producidas en el semestre anterior, siendo la herramienta empleada la hoja de registro. Como resultado se tuvo un aumento de la productividad, inicial de 9562,5 piezas/mes a 10687 piezas/mes, así como un aumento en OEE de los equipos del 31.37%. Como conclusión se tuvo que las 5s sirvieron con éxito para identificar los desperdicios como causa de la baja productividad y se identificaron las causas raíz de las paradas mediante el indicador OEE.

De igual manera, el artículo de Canahua (2021) tuvo como objetivo demostrar si es factible la aplicación del TPM en PYMES del sector metalmecánico para reducir las pérdidas, siendo una investigación cuantitativa de tipo descriptiva y diseño pre experimental. Se tuvo como población 789 repuestos producidos, tomando como muestra 455 piezas defectuosas; como herramienta se empleó los informes de producción, reportes de fallas de equipos, y registro de mantenimiento preventivo. Como resultado final, se logró mejorar los índices de calidad (del 49,44% al 94,64%), el rendimiento (del 76,68% al 93,34%), y, en consecuencia, ha aumentado la disponibilidad (de 86,70% a 96,88%). Como conclusión se tiene que la aplicación de herramientas Lean tiene una influencia tangible en la producción de repuestos, siendo esto conveniente para la realización de un diagnóstico de la empresa y proponer mejoras.

También fue necesario profundizar en la revisión de artículos nacionales de los cuales destaca la investigación de Contreras, Ruiz y Pesantes (2017) cuyo objetivo fue aplicar herramientas Lean en el área de producción, el estudio fue

aplicativo de diseño pre experimental, donde la población la conformaron los datos de productividad de la línea de elaboración de conservas de pescado del 2016; se empleó el diagrama de Ishikawa, Value Stream Mapping como instrumentos de recolección de datos. Entre los resultados se tiene que el Takt Time varió en 6.45%, respecto al periodo anterior y se incrementó la eficiencia global de maquinaria en 11.19%. Como conclusión, se tuvo un aumento en los indicadores de productividad de mano de obra en 7.84% y la productividad de maquinaria mejoró en 8.12%.

Se tiene también el artículo de Vargas y Camero (2021) el cual tiene como finalidad aplicar el Lean Manufacturing para lograr mejoras en la productividad del proceso producción de una empresa manufacturera. El tipo de estudio fue aplicado, cuya población fue el personal del área de producción de adhesivos acuosos; el instrumento empleado fue el registro de la productividad y tiempos de producción. Como resultado se tuvo un incremento la reducción de hasta 3 horas del tiempo de fabricación del producto de mayor movimiento y aumentar la productividad de 4.37 kg/mh a 5.58 kg/mh para el último periodo en promedio. Como conclusión, se tiene un aumento del promedio de 2.8 a 4.03 en auditoría después de aplicar 5s, reduciendo costos, tiempo de búsqueda de material y transporte.

De igual manera, la investigación de Kishimoto, Medina, Sotelo y Raymundo (2019) tuvo como objetivo implementar técnicas Lean para mejorar las entregas en el área de ventiladores industriales. Fue una investigación aplicada con diseño pre experimental. La población la conformó la cantidad de entregas realizadas en el año 2018 y como instrumento se empleó el registro de datos. Se tuvo como resultado el incremento de la productividad de 178 órdenes/día a 503 órdenes/día, llegando a la conclusión que en un mes se puede incrementar el cumplimiento de entregas en 45%

Por último, se recopiló la investigación de Flores et. al (2020) donde se aplicó la filosofía Lean con el objetivo de la reducción de tiempos y aumentar la productividad. Fue una investigación de tipo explicativa con diseño pre experimental. Se tuvo a las 4 estaciones de trabajo como población y se emplearon como instrumento las hojas de registro de datos y simulación. Como resultado, se reflejó un aumento del 25% en la productividad y una

disminución del 20% del Takt time en relación con los datos iniciales. En conclusión, se tuvo que la productividad aumentó en un 24.8% con respecto a la obtenida inicialmente.

Es preciso mencionar que, en la actualidad las organizaciones buscan aplicar diversas herramientas y métodos con la finalidad de incrementar su rentabilidad y posicionarse en el mercado. Aquí resalta la metodología Lean Manufacturing, que se define como una ideología laboral estructurada en torno a las personas, que busca optimizar y perfeccionar el sistema productivo, enfocando sus esfuerzos en la búsqueda y eliminación de los diferentes residuos (Santos, Wysk y Torres, 2015, p. 25; Hernandez y Vizán, 2013, p.10; Shah y Patel, 2018). Sconini (2018) añade que dicha función se da de forma conjunta con el personal encargado, el cual debe estar previamente capacitado (p. 11). Del mismo modo se busca emplear la menor cantidad de recursos y con el mínimo de tiempo de espera posible (Cuatrecasas, 2017. p. 16; Madariaga, 2021, p. 29).

Es clave resaltar su importancia, ya que permite una mejora al trabajar en conjunto con el cliente y las relaciones con los operarios, promoviendo la realización de sistemas incorporados, trayendo consigo un cambio general, consiguiendo un mejores de hábitos y actitudes, aumentando la calidad de los productos, menor inversión del capital y mayores ingresos (Testa, de Mattos y Alliprandini, 2019; Silvério, et al., 2020; Piñero, Vivas y Flores, 2018; Vargas, Muratalla y Jiménez, 2018).

Uno de los factores que ha contribuido a su difusión es el conjunto diversificado de herramientas que esta posee y que pueden aplicarse cada una por separado o todas a la vez, enfatizando la necesidad de cada organización (Rodríguez, Sa, Silva, Ferreira, Jimenez y Santos, 2020). Dentro de estas herramientas cabe mencionar las 7 mudas o desperdicios, las cuales son generadas en la ejecución de actividades por recursos que no generan valor a la empresa, las mismas que deben ser, en la medida de lo posible, reducidas o eliminadas (Perez et .al, 2011; Corredor, 2015, p. 13).

A su vez, estas se clasifican en sobreproducción, la cual es la utilización de recursos en cantidades que no se requieren; inventarios, cuyo almacenaje prolongado genera sobre costo; transporte, al desplazamiento de los

materiales, herramientas o productos en proceso; movimientos innecesarios, debido a un mal diseño del puesto de trabajo; tiempo de espera, que produce una baja en la productividad puesto que los recursos no se encuentran en uso; procesos innecesarios, debido a reprocesos; y defectos, generados por la no calidad afectando a la parte productiva y económica (Perez et al., 2011; Pinzon, 2013; Shah y Patel, 2018).

Es preciso mencionar como herramienta Lean a las 5s, cuya implementación tiene como objetivo evitar inconvenientes al interior de las organizaciones, tales como: desorden por exceso de material, herramientas donde no corresponde, falta de higiene, elementos en mal estado, falta de señalización, avería de equipos o maquinaria, desmotivación, tiempo muerto por falta de material, entre otros (Muñoz, Zapata y Medina, 2022). De esta forma, esta herramienta se convierte importante para reducir, eliminar o evitar cualquier problema que pueda existir y que ocasione una pérdida en el tiempo de producción, reprocesos o lesiones en los trabajadores.

Las 5s están representadas de la siguiente manera: Seiri, referido a clasificar y eliminar tareas que no añaden valor; Seiton, donde se procede a ordenar e identificar elementos dentro del área de trabajo; Seiso, para realizar limpieza dentro del área, identificando defectos y eliminándolos; Seiketsu, que ofrece la estandarización o implantación de rutinas para realizar las distintas labores y asegurar el cumplimiento de la metodología de forma idónea; y Shitsuke, que corresponde disciplina para normalizar el proceso y convertirlo en un hábito de mejora en el interior de la empresa (Manzano y Gisbert, 2016, p.83). Otra herramienta Lean de gran utilidad es el TPM, comprendida como la suma de acciones para salvaguardar las máquinas y equipos de las posibles fallas o averías, y estar disponibles para realizar las actividades de producción (Villaseñor, 2017, p. 66), contribuyendo a un mejor rendimiento y calidad de los bienes manufacturados (Saumyaram, 2018). Para Jasiulewicz - Kaczmarek (2016) busca lograr un equilibrio y mejorar los sistemas productivos. Por otra parte, las personas que emplean estos equipos deben permanecer en constante capacitación para identificar y reducir los desperdicios (Zarreh et al., 2018).

De acuerdo con Aguirre (2020), el TPM cuenta con 8 pilares, cada uno de ellos está compuesto por acciones enfocadas a asegurar la eficacia del procedimiento. Como primer pilar se encuentra la mejora continua, que hace referencia a la intervención de distintas áreas en el proceso productivo para aumentar la efectividad de los equipos, con ayuda de un trabajo organizado para disminuir las pérdidas (Torres, 2016). El segundo pilar hace referencia al mantenimiento autónomo, que está compuesto por actividades que deben ser realizadas de manera diaria por cada uno de los operarios en sus respectivos equipos, incluyendo acciones como inspección, lubricación, limpieza y cambio de piezas, de manera que se mantengan los equipos en óptimas condiciones operativas (Corral, Muñoz, Flores y Meráz, 2019).

De igual forma, se tiene el mantenimiento planificado como tercer pilar, el cual se realiza con el fin de prevenir la ocurrencia de fallas, de manera que se puedan detectar las anomalías antes que se desarrollen o interfieran con el proceso productivo, basándose en la confiabilidad y mantenibilidad de los equipos (Prado, 1996, p. 20). En cuarto lugar, se tiene el pilar de calidad, que cumple la finalidad de mantener la calidad de los productos, reduciendo las variaciones o desperfectos que afecten al producto final (Sandoval, 2017). Como quinto pilar se tiene a la prevención de mantenimiento, donde se emplean estrategias para prevenir futuros imprevistos con la maquinaria, analizando la base de datos de averías y tiempo de reparación (Morales, 2012).

El sexto pilar es el Mantenimiento de áreas de soporte, el cual se centra en conseguir que la información llegue a las áreas administrativas y de gerencia, para mantener un equilibrio en la cadena de valor (Yonel, 2019). En el séptimo pilar denominado formación y adiestramiento, se detalla que se debe contar con una correcta planificación para formar al personal y capacitarlo, para generar un desarrollo positivo, así mismo, el conocimiento es compartido entre los operarios (Bello, 2018). Para finalizar, el octavo pilar referido a seguridad y entorno, busca tener un ambiente libre de contaminantes e imprevistos, planteando normativas de seguridad para las máquinas y conseguir un ambiente seguro, realizando actividades de limpieza periódicas (García, 2020).

Cabe mencionar la segunda variable de estudio, productividad que se define como un indicador para analizar en qué estado se encuentra la organización, entendido también como la relación entre todos los insumos que se invirtieron y los resultados obtenidos o el producto final (Alamar y Guijarro, 2018, p.7). De la misma forma, para López (2018), se comprende como el resultado de acciones orientadas a la calidad y efectividad, donde intervienen entradas para obtener salidas previstas (p. 98). Se puede rescatar también que la productividad va de la mano con un nivel de producción óptimo.

Debido a que la productividad es considerada como un indicador, es necesario tener herramientas para poder medirla (Fontalvo, de la Hoz, Morelos, 2018). Una forma de expresar la productividad es la cantidad de productos fabricados sobre la cantidad de horas empleadas, de esta manera se podrá identificar si se está cumpliendo con la demanda requerida en el tiempo estimado (Flores et al., 2020). Para validar un índice de productividad, se debe de hacer un cálculo matemático entre la efectividad proporcionando a detalle, el origen de las pérdidas, siendo el inicio para una mejora (Morales y Silva, 2020).

Cabe resaltar los factores de productividad, que pueden beneficiar o repercutir al sistema productivo, pues lo conforman los insumos (materiales, salarios, y servicios); así como el volumen de producción que es el número de productos fabricados para satisfacer la demanda. Estos factores se pueden dividir en internos, que comprenden con un control limitado y pueden ser problemas relacionados con la calidad, precios, materia prima, uso de energía y la motivación de los trabajadores; y los factores externos, que no pueden manejarse por la empresa y es todo aquello que está fuera de la organización (Organización Internacional del Trabajo, 2016).

Como indicador de la productividad se tiene a la eficiencia, que se define como el cumplimiento exacto de los requerimientos del cliente empleando el menor número de recursos posibles. Existen diferentes tipos de eficiencia, como eficiencia verdadera, aparente, local y total (Villaseñor, 2017, p.40). De la misma forma, se tiene el indicador de eficacia, el cual se define como el valor en que se ejecutan las actividades planificadas para lograr lo que se tenía planeado (Gutiérrez, 2014, p.27), de manera que puede traducirse en la capacidad de lograr los objetivos que se tenía propuesto desde un principio.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

El presente estudio fue de tipo aplicado, pues estas investigaciones tienen como finalidad el estudio de un problema y su posterior acción sobre él, a su vez se centra en aplicar las teorías relacionadas para resolver las necesidades de la sociedad (Baena, 2017, p.17).

3.1.2. Diseño de investigación

La presente investigación se realizó con un diseño pre experimental con un enfoque cuantitativo. Se define un diseño experimental como la manipulación de una o más variables independientes, del mismo modo el tipo pre experimental se tienen un grado mínimo de control; por otro lado, se comprende que el enfoque cuantitativo busca confirmar y predecir los fenómenos investigados, en vista de las regularidades y relaciones causales entre elementos. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p.141).

Se tiene finalmente el siguiente esquema:

G: $O_1 - X - O_2$

Donde:

O_1 : Productividad Inicial

X: Aplicación de Lean Manufacturing

O_2 : Productividad Final

3.2. Variables y operacionalización

Las variables en el presente estudio fueron: Lean Manufacturing y Productividad, siendo la primera la variable independiente y la segunda la variable dependiente respectivamente.

Variable independiente: Lean Manufacturing

Definición conceptual: Para Santos, Wysk y Torres (2015), Lean Manufacturing es una ideología laboral estructurada en torno a las personas,

que busca optimizar y perfeccionar el sistema productivo, enfocando sus esfuerzos en la búsqueda y eliminación de los diferentes residuos (p.25).

Definición operacional: Es una filosofía que tiene como objetivo el aumento de la productividad, mediante la eliminación de residuos, implementando el TPM y las 5 'S como herramientas en el proceso productivo.

Variable dependiente: Productividad

Definición conceptual: Alamar y Guijarro (2018) la definen la Productividad como un indicador que permite analizar en qué estado se encuentra la organización y la calidad de administración que posee, es la relación entre todos los insumos que se invirtieron y los resultados obtenidos o el producto final (p.7).

Definición operacional: La productividad es el reflejo de la buena o mala gestión de recursos dentro de la compañía, que se puede obtener con los indicadores de eficiencia, eficacia y productividad de mano de obra.

La matriz de operacionalización se presenta en el Anexo 1

3.3. Población, muestra y muestreo

Población: La población en el presente estudio estuvo conformada por los datos cuantitativos de producción de la Empresa Ecromsa Industrial S.A.C. desde el inicio de sus funciones.

Ventura (2017) hace referencia que la población es un conjunto de componentes definidos y limitados el cual contiene características que se desea estudiar, los cuales formarán parte de la muestra.

Criterio de Inclusión: Se tomaron los datos de producción tanto de maquinaria como de personal operativo pertenecientes únicamente al área de calderería de la empresa Ecromsa Industrial S.A.C, en periodos en los que la capacidad productiva fue constante y la variación de trabajadores fue mínima. Además, se consideraron los días hábiles dentro de dicha área. Según Arias, Villasis y Miranda (2016) el criterio de inclusión es la agrupación de cualidades que deben relacionarse con el estudio, con la finalidad de formar parte del análisis.

Criterio de Exclusión: No se tomaron en cuenta los datos de producción de las demás áreas de la empresa Ecromsa Industrial S.A.C., de igual forma no se incluyeron los días feriados, domingos o días en los que ocurra corte programado de energía eléctrica y por lo tanto no se realicen labores en el área de calderería en la empresa. Los criterios de exclusión están diseñados para separar objetos o sujetos de un estudio, ya que estos no tienen relación o no siguen los lineamientos para la consecución de los objetivos (Moberg y Humphreys, 2017, p.378).

Muestra: Para la presente investigación se tomó en cuenta los datos de producción de 14 semanas tanto para la recolección antes de aplicar las herramientas Lean como para después del estímulo al área de Calderería de la Empresa Ecromsa Industrial S.A.C. En razón a ello Zita (2020) menciona que la muestra es un subconjunto de componentes los cuales son parte de la población seleccionada con la finalidad de realizar una investigación.

Muestreo: La técnica de muestreo que se empleó fue el muestreo no probabilístico por conveniencia. De acuerdo con Acharya (2013), mediante la aplicación de este tipo de muestra se escoge sobre la base de la conveniencia del investigador en un determinado tiempo (p. 332).

Unidad de Análisis: Datos de producción de 14 semanas antes y después de la aplicación de las herramientas Lean del área de calderería de la empresa Ecromsa Industrial S.A.C Chimbote en el año 2022. Según Picón y Melian (2014) la unidad de análisis es un elemento en el cual se centra la investigación pues es lo que se quiere observar.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Es clave precisar que las técnicas son todo procedimiento que se realiza de forma particular para obtener datos o información (Arias, 2016, p.68). En la presente investigación, como técnica de recolección de datos se empleó la Revisión Documental, Encuesta y la Observación.

Por otro lado, los instrumentos son todo tipo de recurso, dispositivo o formato que se emplea para la toma o almacenamiento de datos e información (Arias, 2016, p.67). Los instrumentos que se aplicaron para el presente estudio son:

Formato de Diagrama de Ishikawa, Historial de Falla de la Maquinaria que fue empleado en el trabajo de Clemente y Martinez (2020), se empleó también un Cuestionario de conocimiento validado en la investigación de Ayala y Jara (2021), del mismo modo, el cronograma de actividades de mantenimiento productivo total extraído del estudio de Castillo y Marcelo (2020), check list de clasificación, check list de orden, check list de actividades de limpieza, check list de cumplimiento de normas, check list de auditorías, validados en el trabajo de Arredondo y Campos (2021), ficha de registro de productividad, validado en la investigación de Angulo y Rodriguez (2020).

Tabla 1. *Técnicas e instrumentos de recolección de datos.*

Variable	Técnica	Instrumento	Fuente
	Revisión	Historial de falla de la maquinaria (Anexo 6)	Área de Calderería de la empresa Ecromsa Industrial S.A.C.
	Documental	Cronograma de actividades de mantenimiento productivo total (Anexo 8)	
	Encuesta	Cuestionario de conocimiento de equipos (Anexo 9)	Trabajadores del área de Calderería de la empresa Ecromsa Industrial S.A.C.
	V. I.: Lean Manufacturing	Formato de Diagrama de Ishikawa (Anexo 4)	Trabajadores del área de Calderería de la empresa Ecromsa Industrial S.A.C.
	Check list de clasificación (Anexo 10)		
	Check list de orden (Anexo 11)		
Observación	Check list de actividades de limpieza (Anexo 12)		
	Check list de cumplimiento de normas (Anexo 13)		
	Check list de auditorías (Anexo 14)		
		Check list de mantenimiento autónomo (Anexo 7)	
V. D.: Productividad	Revisión Documental	Ficha de registro de producción (Anexo 13)	Área de Calderería de la empresa Ecromsa Industrial S.A.C.

Fuente: Elaboración Propia

3.5. Procedimiento

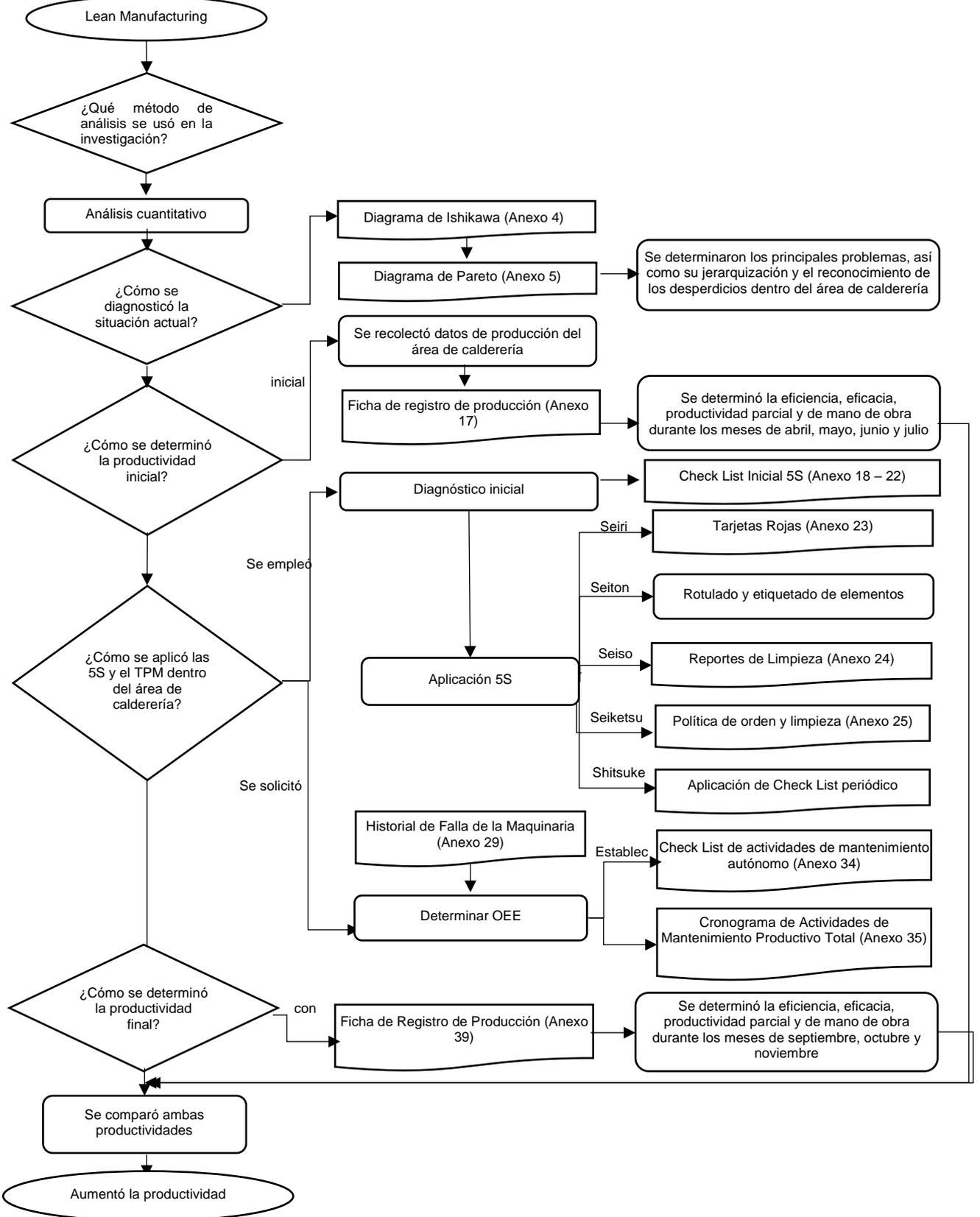


Figura 1. Diagrama de flujo del procedimiento

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 1 se detalla el procedimiento que se siguió para la elaboración del presente trabajo de investigación, desde la variable independiente, así como los objetivos que se persiguieron y los instrumentos que se emplearon para la recolección de datos obteniendo como resultado final la variación de la variable dependiente, es decir, la productividad dentro del área de calderería de la empresa Ecromsa Industrial S.A.C.

3.6. Método de análisis de datos

En la tabla 2 se muestra el apartado de método y análisis de datos de acuerdo a los objetivos específicos y los resultados que se querían alcanzar para cada uno de ellos.

Tabla 2. Método de análisis de datos.

Objetivo Específico	Técnica	Instrumento	Resultado
Diagnosticar la situación actual del área de calderería de la empresa Ecromsa Industrial S.A.C, Chimbote.	Análisis de datos	formato de diagrama de Ishikawa (Anexo 4)	Se determinaron los principales problemas, así como su jerarquización y el
		formato de diagrama de Pareto (Anexo 5)	reconocimiento de los desperdicios dentro del área de calderería de la empresa
		Análisis de tipo de desperdicio	Ecromsa Industrial S.A.C, Chimbote.
Determinar la productividad inicial en el área de calderería de la empresa Ecromsa Industrial S.A.C, Chimbote	Revisión Documental	Ficha de registro de producción inicial (Anexo 17)	Se determinó la productividad inicial de los meses de marzo, abril, mayo y junio en el área de Calderería de la empresa Ecromsa Industrial S.A.C.
		Historial de falla de la maquinaria (Anexo 29)	

	Revisión Documental	Plan de mantenimiento de equipos seleccionados (Anexo 35)	
	Encuesta	Cuestionario de conocimiento (Anexo 32)	
Aplicar las 5S y TPM como herramientas Lean para mejorar la productividad en el área de calderería de la empresa Ecromsa Industrial S.A.C, Chimbote.	Observación	Check list de clasificación inicial (Anexo 18)	Se aplicaron las herramientas 5s y TPM para mejorar la productividad en el área de calderería de la empresa Ecromsa Industrial S.A.C, Chimbote.
		Check list de orden inicial (Anexo 19)	
		Check list de limpieza inicial (Anexo 20)	
		Check list de estandarización inicial (Anexo 21)	
		Check list disciplina inicial (Anexo 22)	
		Reportes de Limpieza (Anexo 25)	
		Check list de actividades de mantenimiento autónomo (Anexo 32)	
Determinar la productividad final después de aplicar las herramientas en el área de calderería de la empresa Ecromsa Industrial S.A.C, Chimbote.	Revisión Documental	Ficha de registro de producción final (Anexo 39)	Se determinó la productividad final en los meses de septiembre, octubre y noviembre en el área de calderería de la empresa Ecromsa Industrial S.A.C, Chimbote.

Fuente: Elaboración propia

3.7. Aspectos éticos

El criterio que se tomó en cuenta a nivel nacional, fue la normativa y los artículos establecidos en la Resolución del Consejo Universitario N°0262-2020/UCV. sobre el Código de Ética en Investigación de la Universidad César Vallejo. De acuerdo al Art. 9, referido a la Política anti plagio, se hace de conocimiento que el presente trabajo de investigación fue corroborado por el software Turnitin para determinar el porcentaje de coincidencia respecto a otras fuentes de consulta. De igual forma, en el Art. 9 con referencia a los Derechos de autor, quienes estuvieron a cargo de la realización del presente trabajo de investigación tienen el derecho de su difusión de manera pública.

De esta manera, en la presente investigación se aplicaron los criterios establecidos en el Art. 3 del Capítulo II referido a Principios de ética en investigación: Autonomía: cada persona que participó de la investigación estuvo en la capacidad de elegir ser parte o retirarse en el momento que lo requiera, por lo que se tuvo en cuenta la carta de consentimiento informado tanto de los investigadores como del representante de la empresa Ecromsa Industrial S.A.C. para el acceso de los datos correspondientes. Beneficencia: la investigación tuvo la finalidad de ser beneficiosa para los trabajadores de la empresa, de manera que se logró aumentar la productividad mejorar los procesos mediante la aplicación de herramientas Lean.

Justicia: la información que fue obtenida por la empresa fue empleada exclusivamente con fines académicos, sin exclusión alguna que altere los resultados o el desarrollo de la investigación. No maleficencia: la investigación respetó la integridad de cada una de las personas que participaron, de la misma forma se preservó la imagen de la empresa. Respeto a la propiedad intelectual: toda información recopilada para la realización del presente trabajo de investigación fue debidamente citada a los autores correspondientes, evitando así el plagio total o parcial.

IV. RESULTADOS

Diagnosticar la situación actual del área de calderería de la Empresa Ecromsa Industrial S.A.C, Chimbote – 2022

Para el diagnóstico de la situación actual de la empresa Ecromsa Industrial S.A.C, se realizó un análisis enfocado a las causas que originaron los desperdicios dentro del área en mención, es por ello que se hizo uso del Diagrama de Ishikawa (Anexo 4), en el cual se determinó los principales problemas que estaban afectando el buen desenvolvimiento de la empresa, lo que generaba una baja productividad. Los problemas mencionados fueron analizados mediante un Diagrama de Pareto (Anexo 5), ya que es de vital importancia encontrar aquellos que eran más relevantes para darle el tratamiento necesario y con ello contribuir a aumentar la productividad. La frecuencia considerada para cada uno de los problemas se tomó de la data histórica de las 14 semanas de recolección de información.

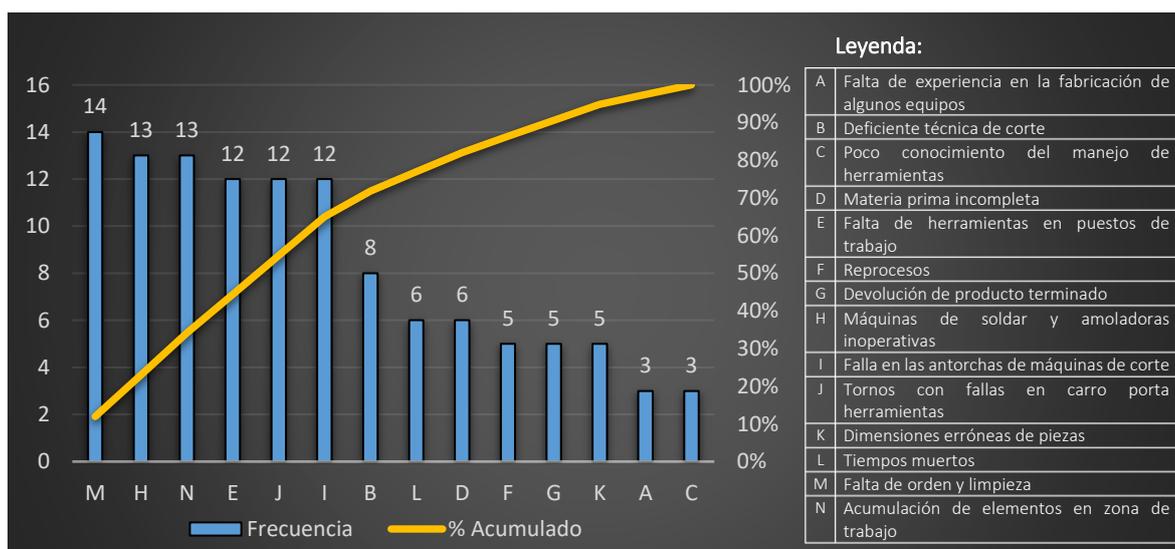


Figura 2. Resumen del Diagrama de Pareto

Fuente: Elaboración Propia / Área de Calderería de la Empresa Ecromsa Industrial S.A.C. - Anexo 5

En la figura 2, se evidencia la jerarquización que se da entre los problemas que estaban afectando la productividad del área de calderería de la metalmecánica, los mismos que están identificados con letras correspondientes a los nombres de los problemas en la leyenda ubicada a la derecha de la figura. En base a ello, se realizó el análisis del 80% de las

causas donde los principales problemas identificados fueron: Falta de orden y limpieza (M), ya que presentó una frecuencia de 14 puntos, siendo el que mayor incidencia tenía dentro del área de calderería, en segundo lugar se tuvo las herramientas inoperativas siendo las máquinas de soldar y amoladoras (H) con un total de ocurrencia de 13 veces, la acumulación de elementos en la zona de producción (N) con una frecuencia de 13, Falta de Herramientas en los puestos de trabajo (E), cuya incidencia fue de 12 veces, Tornos con fallas en carro portaherramientas (J) que reportó un total de 12 ocurrencias y por último la Falla en las antorchas de máquinas de corte (I), con una frecuencia de 12 veces durante el periodo de obtención de datos.

Posterior a ello, y con ayuda de un análisis mediante las 7 mudas, se determinó qué tipo de desperdicio Lean se estaba originando dentro del área de calderería, así como la corroboración de la herramienta Lean a aplicar para minimizar estos problemas.

Tabla 3. Análisis de tipos de desperdicio

Desperdicios más importantes encontrados en el área de calderería en la empresa Ecromsa Industrial S.A.C			
Problema	Nombre del desperdicio	Icono	Herramienta Lean a aplicar
Falta de orden y limpieza	Movimiento Innecesario		5'S
Máquinas de soldar y amoladoras inoperativas	Defecto		TPM
Acumulación de elementos en zona de trabajo	Transporte		5'S
Falta de herramientas en puestos de trabajo	Espera		5'S
Tornos con fallas en carro porta herramientas	Espera		TPM
Falla en las antorchas de máquinas de corte	Espera		TPM

Fuente: Elaboración Propia

Se puede observar que en la tabla 3, se determinaron los desperdicios Lean que afectaban al proceso productivo del área de calderería, siendo estos un total de seis (6) problemas. Dentro de esto, se evidencia que un total de tres (3) problemas son considerados como espera, debido a que las herramientas necesarias no se encontraban en los puestos de trabajo o las máquinas esenciales no se encontraban funcionando de manera correcta, lo que a su vez requiere de largas horas para darles mantenimiento oportuno y dejarlas operativas, ya que los operarios no contaban con la orientación apropiada para brindarle el soporte ideal y detectar fallas en sus equipos de trabajo. Del mismo modo, se encontró un (1) problema de defecto de los equipos, ya que se encuentran en mal estado o sus componentes se encuentran defectuosos; por otro lado, se encontró un (1) problema de transporte ya que los operarios tenían que mover las herramientas que se acumulaban en el área. Finalmente, se tiene un (1) movimiento innecesario, provocado por la falta de orden y limpieza en sus estaciones de trabajo respectivas, lo que generaba desorden y acumulación de residuos o material innecesario.

Determinar la productividad inicial en el área de calderería de la empresa Ecromsa Industrial S.A.C, Chimbote

Se realizó un cálculo en base a la eficiencia y eficacia de la mano de obra, para obtener la productividad total dentro de los meses abril, mayo, junio y julio. Con la finalidad de conocer en qué estado se encontraba el proceso productivo y la relación de los objetivos alcanzados dentro del área de calderería de la empresa Ecromsa Industrial S.A.C, se empleó una Ficha de registro de producción para el análisis de la productividad inicial, el cual se encuentra en el Anexo 17 y se presenta de forma sintetizada en la tabla 4.

Tabla 4. *Indicadores de productividad inicial de la empresa Ecromsa Industrial S.A.C en los meses Abril – Julio 2022*

Semana	Eficiencia (%)	Eficacia (%)	Productividad parcial (piezas / hora)	Productividad mano de obra (piezas / hora-hombre)
1	80.97	73.33	4.246	0.386
2	86.61	77.92	4.498	0.321
3	82.02	83.33	6.350	0.334
4	84.72	78.21	5.385	0.299
5	86.11	87.04	5.685	0.316
6	87.15	86.67	5.594	0.320
7	85.30	89.03	6.741	0.374
8	84.26	86.77	6.651	0.370
9	83.80	83.67	6.240	0.347
10	82.87	85.71	6.034	0.335
11	79.17	85.61	6.421	0.357
12	84.03	86.54	6.694	0.372
13	86.11	82.67	6.000	0.333
14	84.44	83.67	6.192	0.413
PROMEDIO	84.11	83.58	5.909	0.348

Fuente: Elaboración Propia / Área de Calderería de la Empresa Ecromsa Industrial S.A.C. - Anexo 17

Se calculó la eficiencia del proceso productivo dentro del área de calderería de la empresa Ecromsa Industrial S.A.C., de acuerdo con Montero et al. (2013) este indicador está relacionado con el ratio de tiempo que se invierte para realizar un trabajo en relación con el tiempo disponible. Es por esto se emplearon los datos del Tiempo Programado, es decir la cantidad de horas estimadas para la producción durante la semana, así como los datos del Tiempo Empleado, es decir las horas reales que se le dedicó a la actividad productiva. Se observa que las fechas críticas ocurrieron en la semana 11, donde solo se alcanzó un índice de eficiencia de 79.17%, seguidamente se encuentra la semana 1 donde se tuvo un índice de eficiencia de 80.97%,

siendo estos los índices más bajos si se hace la comparación con las demás semanas; esto puede deberse a diversos factores como lo son la pérdida de tiempo en ir a buscar material o herramientas o por fallas en los equipos necesarios para la producción. Además, considerando que existe un promedio de 84.11% en eficiencia, se tiene que 6 semanas estuvieron por debajo del promedio.

Para el cálculo de la eficacia se tomó como referencia la teoría de Montero et al. (2013) donde mencionan que es el grado de cumplimiento de los objetivos propuestos como lo son la cantidad de producción, es por esto que se tomaron los datos de la producción programada y la producción alcanzada. Se encontró que en la semana 1 se obtuvo el más bajo indicador, con tan solo 73.33%, seguido de la semana 2 con un 77.92%. Tomando como referencia el promedio encontrado de 83.58%, se tiene que 5 semanas estuvieron por debajo del promedio.

Para calcular la Productividad parcial se tomó como referencia la teoría de Flores et al. (2020), la cual nos indica que es la cantidad de productos fabricados sobre la cantidad de horas empleadas, de manera que se emplearon los datos de Producción Alcanzada entre el Tiempo Empleado, es decir la cantidad de piezas por hora producidas a la semana, teniendo un promedio de 5.909 piezas/hora. Tomando en consideración la Productividad de Mano de Obra, el promedio de las 14 semanas fue de 0.348 piezas/ hora-hombre a la semana. Haciendo un análisis se tiene que 8 semanas estuvieron por debajo de este promedio.

Aplicar las 5s y TPM como herramientas Lean para mejorar la productividad en el área de calderería de la empresa Ecromsa Industrial S.A.C, Chimbote.

Se procedió a realizar una inspección de las condiciones iniciales del área de calderería para tener un panorama claro para la posterior implementación de la primera herramienta Lean (5S), para esto se emplearon los Check list de verificación a modo de auditoría inicial para cada una de las S (Anexo 18 - 22), de los cuales se detalla los puntajes obtenidos en la tabla 5.

Tabla 5. Resumen de Check list inicial de 5'S

Cumplimiento por S%			
Indicador	Puntaje Obtenido	Puntaje máximo	%
Seiri (clasificar)	13	40	32.5
Seiton (ordenar)	17	40	42.5
Seiso (limpiar)	8	40	20.0
Seiketsu (Estandarizar)	17	40	42.5
Shitsuke(Disciplina)	12	40	30.0
TOTAL	67	200	33.5

Fuente: Elaboración Propia / Área de Calderería de la Empresa Ecromsa Industrial S.A.C.

Como se puede apreciar gracias al análisis de la aplicación inicial del check list, se comprobó que el porcentaje de cumplimiento de los 5 indicadores no supera el 50%, siendo el total obtenido en porcentaje en base a las 5's de 33.5%, lo que nos indica que el área de calderería de la Empresa Ecromsa Industrial S.A.C., se encontraba en un nivel de cumplimiento bajo. Del mismo modo, se presenta como factor crítico la limpieza, con un cumplimiento de solo un 20%, esto se pudo deber a que no existía un horario o listado de actividades de limpieza asignado, ni un responsable de la supervisión del cumplimiento de actividades enfocadas a limpieza de los puestos de trabajo. De igual forma, se puede apreciar que dentro del área de calderería no existía una cultura de 5's, ya que el indicador de disciplina arrojó un resultado de 30% de cumplimiento, esto se traduce como una falta de capacitación a los operarios sobre la cultura 5's, además de ausencia de concientización respecto a las actividades que pueden hacer todos los operarios para mantener el área en constante orden y de esta manera tener una distribución correcta de los materiales o herramientas a utilizar en su espacio de trabajo. Otro punto crítico se da en el indicador clasificar con un 32.5% de cumplimiento, ya que los trabajadores no reconocían qué herramientas u objetos eran necesarios e innecesarios para el proceso productivo, manteniendo en sus lugares de trabajo elementos que no eran esenciales o sobrantes, de manera que se genera retrasos en el trabajo y el flujo de cadena

de valor en general. Por último, se identificó que los indicadores de orden y estandarización obtuvieron un porcentaje de 42.5%, lo que refleja que la empresa estaba cumpliendo medianamente con estos indicadores, ya que, si bien existían señalizaciones, los espacios y material asignado aún no cumplían con los estándares para un trabajo efectivo, además de que la cultura 5's no estaba implementado, la falta de instructivos para la limpieza y orden dentro del área, generaba una falta de compromiso con los operarios. Debido a todo lo mencionado anteriormente, se comenzó con la implementación de la metodología 5S, de manera que se aplicó lo siguiente:

Seiri (clasificar):

Para esta etapa, el paso inicial fue la identificación de cada uno de los elementos dentro del área, de manera que se siguió el diagrama presentado en la figura 3, teniendo 4 divisiones de clasificación que ayudaron a agrupar los objetos según su estado. Los objetos considerados como “Necesarios” fueron agrupados para luego ser organizados. Los objetos “Dañados” fueron evaluados para saber si podían ser reparados o separados. Los objetos de tipo “Obsoleto” fueron separados y descartados ya que estos fueron considerados completamente innecesarios dentro del espacio de trabajo y por lo tanto no cumplían función alguna. Finalmente, en la clasificación “Sobrante” se evaluó si podría ser útil para alguna otra área y por lo tanto fueron reasignados; de lo contrario, fueron descartados y eliminados.

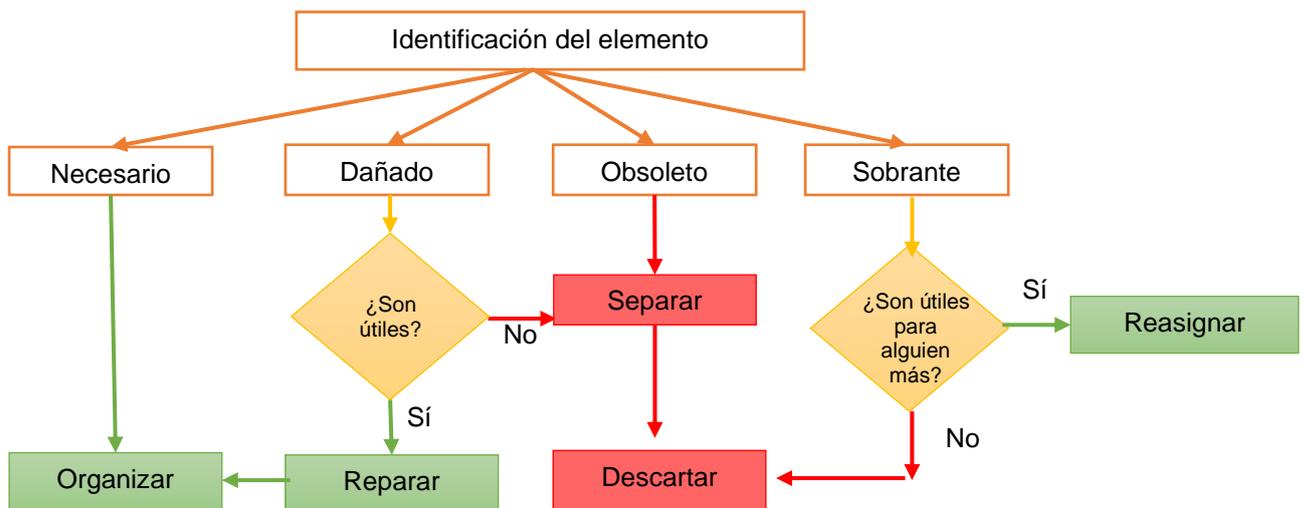


Figura 3. Diagrama de clasificación de elementos en el área de trabajo

Fuente: Elaboración propia

Para lograr esto, se propuso la implementación de Tarjetas Rojas (Anexo 23) de manera que ayudó a la identificación de los elementos dañados, obsoletos y sobrantes, tal como se muestra evidenciado mediante fotografías en el Anexo 40. Posterior a esto, se realizó un listado de la cantidad de tarjetas empleadas, para determinar la acción recomendada para su disposición final, dentro de lo cual se observó lo siguiente:

Tabla 6. *Resumen de Elementos con Tarjetas Rojas en el Área de Calderería*

Categoría	Elemento	Estado	Cantidad de Tarjetas	Porcentaje individual (%)	Porcentaje Grupal (%)
Maquinaria y equipo	Amoladora de 4 1/2"	Dañado	1	1.19	5.95
	Carro de corte	Dañado	1	1.19	
	Plasma de 18 mm	Dañado	1	1.19	
	Máquina miller de 300 amperios	Dañado	1	1.19	
	Máquina esab de 200 amperios	Dañado	1	1.19	
Herramienta	Alicate de corte	Fuera de lugar	1	1.19	13.10
	Destornillador estrella	Fuera de lugar	2	2.38	
	Destornillador plano	Fuera de lugar	2	2.38	
	Flexómetro	Fuera de lugar	3	3.57	
	Escuadra	Fuera de lugar	1	1.19	
	Gata	Fuera de lugar	1	1.19	
	Tecles	Fuera de lugar	1	1.19	
Consumible	Electrodos	Obsoleto	5	5.95	15.48
	Discos de Corte	Obsoleto	2	2.38	
	Varilla de soldadura	Obsoleto	6	7.14	

Indumentaria /EPP	Guantes de maniobra	Dañado	4	4.76	11.90
	Tapones de oído	Obsoleto	5	5.95	
	Lentes transparentes	Dañado	1	1.19	
Materia prima	Plancha cortada	Sobrante	5	5.95	16.67
	Retazos de ángulos	Sobrante	4	4.76	
	Platina	Sobrante	5	5.95	
Otros	Trapos	Sobrante	6	7.14	36.90
	Mascarillas	Obsoleto	8	9.52	
	Botellas	Obsoleto	10	11.90	
	Papel	Obsoleto	7	8.33	
TOTAL			84	100	100

Fuente: Elaboración propia / Área de Calderería de la Empresa Ecromsa Industrial S.A.C.

Como se puede observar en la tabla 6, se dividió los elementos en 7 subgrupos, siendo la categoría “Otros” el que presentaba mayor cantidad de productos evaluados con tarjeta roja, con un porcentaje de 36.90%, seguido de “Materia prima” que alcanzó un porcentaje de 16.67% de tarjetas rojas; en tercer lugar, se encuentra la categoría de “Consumibles” con un 15.48%, en cuarto lugar, se encuentran las herramientas con un porcentaje de 13.10%. El penúltimo grupo es el de Indumentario o EPP con un total de 11.90% y finalmente se encuentra la maquinaria o equipo con un 5.95%.

Estos valores nos indican que existe una gran cantidad de productos innecesarios y que por lo general no se vuelven a usar, siendo el caso de las mascarillas, trapos, botellas o papel, que son de uso personal o de limpieza y que, si se dejan a la intemperie se contaminan y pierden su vida útil. En el mismo sentido, cuando se transforma la materia prima en las piezas para la fabricación de diversos equipos, los retazos o sobrantes son dejados en los alrededores del lugar de trabajo, lo que no solo repercute en restar espacio libre o disponible, sino también en que estos se deterioran con mucha mayor rapidez al estar expuestos al ambiente o a salpicaduras de escoria o soldadura producto del mismo trabajo. De igual forma, se tiene un importante grupo de

consumibles encontrados en el área, que por lo general son olvidados o dejados en el área de trabajo por los mismos operarios cuando dejan de cumplir su función útil o se gastan.

Finalmente, el porcentaje de productos recuperados se puede observar en la tabla 7, donde se detalla que solo 69.89% de elementos dentro del área eran realmente necesarios para las funciones del puesto, por lo contrario, se encontró que un 30.11% eran elementos que no formaban parte del proceso productivo, en otras palabras, eran innecesarios.

Tabla 7. Índice de productos recuperados

Estado	Cantidad elementos	Porcentaje (%)
Necesario	195	69.89
Innecesario – Dañado	10	3.58
Innecesario – Obsoleto	43	15.41
Innecesario – Fuera de lugar	11	3.94
Innecesario – Sobrante	20	7.17
TOTAL	279	100

Fuente: Elaboración Propia

Seiton (ordenar):

Este apartado se enfocó en reducir los tiempos de búsqueda de las herramientas y equipos necesarios para el proceso productivo, de manera que todo objeto que se necesite tenga un espacio asignado y sea de fácil acceso e identificable para los operarios. Es por ello que se establecieron una serie de pasos, los cuales se encuentran resumidos en la figura 4.

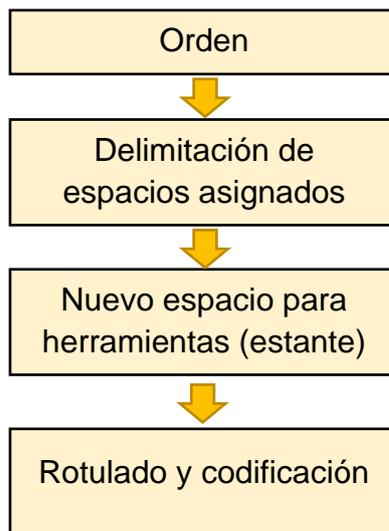


Figura 4. Esquema de aplicación para Seiton

Fuente: Elaboración propia

En primer lugar, se delimitó las zonas de trabajo con ayuda de cinta de color azul, con la finalidad de que se trabaje con mayor comodidad y no se interrumpen los puestos de trabajo. De igual forma, se propuso un espacio para la ubicación y clasificación de herramientas manuales que son utilizadas con mayor frecuencia por los operarios, asignando el rotulado correspondiente, de manera que sea visualmente más fácil de identificar. Se dispuso de un lugar adecuado para cada elemento evitando duplicados de cada tipo, gracias a esto los operarios pueden encontrar el elemento asignado con mayor rapidez y evitando que los mismos sean apilados en espacios no asignados.

Para la correcta implementación de la segunda “S”, se propuso la fabricación de un estante, para que cada herramienta tenga un lugar asignado, en la figura 5 se observa el modelo de estante propuesto cuyas dimensiones fueron de 1.80 metros de alto, 1 metro de ancho y 50 centímetros de profundidad. Se determinó que la ubicación idónea de este elemento sería frente al taller eléctrico, debido al fácil acceso para los operarios del área de calderería y la cercanía del mismo.



Figura 5. Bosquejo de estante propuesto para almacenamiento de herramientas

Fuente: Elaboración propia

Como un complemento para el apartado de orden se realizó un rotulado para cada familia de elementos, con la finalidad de que se identifiquen y se diferencien, cumpliendo con el logotipo de la empresa metalmecánica (figura 6). De igual forma, para la identificación de cada elemento de forma individual, se propuso un modelo de etiquetado, de manera que cada equipo cuente con una codificación asignada, lo que también contribuye a manejar un inventario de los mismos y poder llevar un mejor control de aquellos que resulten tener algún tipo de falla

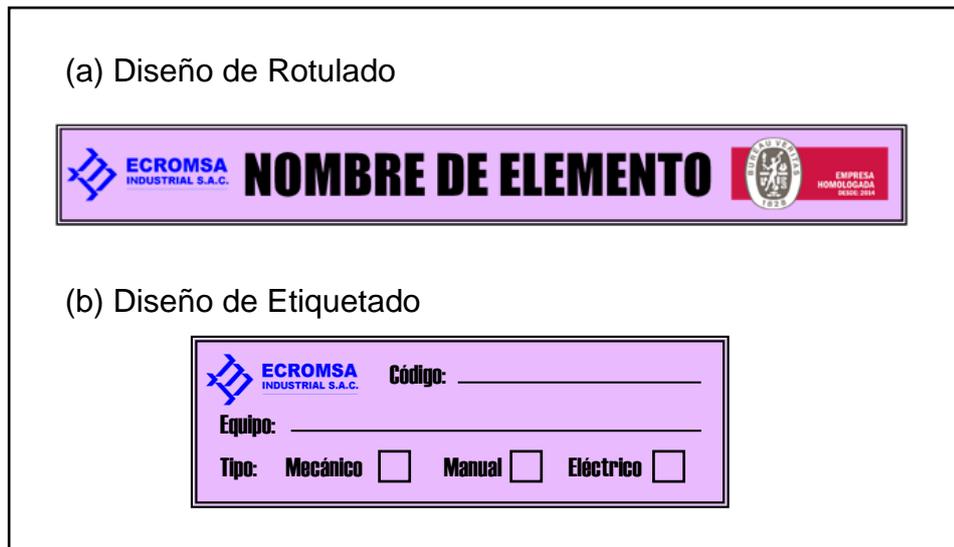


Figura 6. Modelo de rotulado y etiquetado

Fuente: Elaboración propia

Como evidencia de la realización de actividades de orden se tienen las evidencias fotográficas ubicadas en el Anexo 41 con el etiquetado de máquinas y herramientas y en el Anexo 42 con la evidencia de orden de las herramientas manuales.

Seiso (limpieza):

Es crucial el apartado de limpieza si se quiere eliminar todo tipo de anomalía relacionado al ambiente de trabajo, es por ello que se planteó una serie de actividades de limpieza, las cuales debieron de cumplirse a cabalidad, de manera que se logre reponer el estado inicial del área al término del día, dejando las máquinas, herramientas y demás elementos empleados a lo largo de la jornada en el mismo lugar donde fueron encontrados y en las condiciones de limpieza en las que estuvieron. Para evaluar este apartado se elaboró una hoja de Reportes de limpieza (Anexo 24) indicando el responsable de realizar las actividades de limpieza cada día de cada semana, donde se registró si cada uno de los 15 operarios del área de calderería cumplieron o no con las labores asignadas.

En base a lo mencionado se elaboró la tabla 8 donde se aprecia el resumen del cumplimiento mes a mes de las actividades de limpieza, las cuales fueron encomendadas al personal del área de calderería de la empresa Ecromsa Industrial S.A.C

Tabla 8. Cumplimiento de actividades de limpieza

Actividad	% Cumplimiento			
	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
Limpieza de la mesa de trabajo	70.37	70.37	73.91	76.00
Limpieza de las herramientas manuales	70.37	70.37	73.91	76.00
Limpieza de restos de aceite de maquinaria	62.96	70.37	69.57	72.00
Recoger la viruta, escoria u otro residuo generado	70.37	77.78	73.91	72.00
Devolución de objetos y material al almacén	74.07	74.07	75.00	76.00
Promedio	69.63	72.59	73.26	74.40

Fuente: Elaboración propia / Área de Calderería de la Empresa Ecromsa Industrial S.A.C. / Anexo 24

En la tabla 8 se puede apreciar el cumplimiento porcentual de cada actividad de limpieza en los cuatro meses evaluados iniciando desde agosto, donde se tuvo un promedio de cumplimiento del 69.63%, siendo la actividad que presenta mayor dificultad la limpieza de restos de aceite de la maquinaria, la cual sólo se cumplió en un 62.96% a lo largo del mes. Haciendo una comparación con el mes siguiente, se tuvo un mayor porcentaje de cumplimiento, ya que dicha actividad alcanzó el 70.37%; sin embargo, las actividades de limpieza de la mesa de trabajo, limpieza de herramientas manuales y devolución de objetos y material de almacén, no presentaron variación en un mayor cumplimiento.

Para el mes de octubre, se observa un avance de cumplimiento de 3 actividades, las cuales fueron la limpieza en los meses de trabajo, limpieza de herramientas manuales y devolución de objetos; sin embargo, las actividades de limpieza de restos de aceite presentan una ligera disminución en cuanto a su cumplimiento, siendo esta la actividad que más les cuesta a los trabajadores realizar. Finalizando con el mes de noviembre, se observa un avance en el cumplimiento de todas las actividades a excepción del recojo de

viruta y residuos, de manera que finalmente se obtuvo un aumento en el cumplimiento de 5% respecto al mes inicial.

Seiketsu (Estandarizar):

Posterior a una correcta implementación de las 3 primeras S, es crucial implementar estándares que permitan el correcto cumplimiento de las técnicas Lean, es por ello que se trabajará una Política de orden y limpieza (Anexo 25), la cual fue aprobada por Gerencia General, en colaboración con el Sistema Integrado de Gestión, quienes se comprometieron en difundir y asegurar el cumplimiento de los lineamientos mencionados en la política. Dicho documento será complementado por una Hoja de seguimiento (Anexo 26), donde se detallarán todas las actividades y se corrobora al término de cada mes si se están ejecutando de forma óptima, la cual será llenada por el supervisor del área de calderería o el jefe de planta.

Para reforzar la aplicación de las 3 primeras S, y garantizar los estándares, es necesario la motivación por parte de los trabajadores, de esta forma se consigue que no se sientan obligados a cumplir las normas, sino que las acciones de clasificación, orden y limpieza se vuelvan parte de su rutina diaria y los llene de orgullo. En base a ello se propuso un Plan de incentivos no monetarios (Anexo 27), con la finalidad de reconocer a los trabajadores con el mejor desenvolvimiento y cumplimiento con las actividades planteadas. En coordinación con Gerencia General y Recursos Humanos, se determinó que la fecha de aplicación de los incentivos será a partir del primer mes del 2023, de acuerdo al tiempo que a los trabajadores les tome adaptarse a la filosofía 5S y volverlo parte de su cultura.

De manera adicional, se implementó un boletín, con la finalidad de resaltar los eventos más importantes ocurridos durante el último mes, algunas novedades que se vienen próximamente y pequeños recordatorios o frases, de manera que los trabajadores logren ver los avances que se van teniendo y sentirse orgullosos del compromiso asumido por cada uno de ellos. En la figura 7 se muestra el primer boletín realizado, el cual fue publicado durante la primera semana de noviembre, donde se resalta el avance en el indicador de cumplimiento de actividades de limpieza, las capacitaciones que se realizarán

durante el mes, el adelanto sobre los reconocimientos y algunos consejos para tener en cuenta.

BOLETÍN NOVIEMBRE - 2022

NOVEDADES DEL ÚLTIMO MES

¡Seguimos en proceso de implementación de 5s!



Hemos aumentado un 14% en los indicadores respecto a la evaluación inicial

¡No lo hubiéramos podido lograr sin ti!



CAPACITACIONES

Estas capacitaciones te ayudarán conocer más sobre las máquinas con las que trabajas.

Conoce qué temas te esperan para este mes

Partes de un motor

Día: 7 – Noviembre
Hora: 5:30 p.m.
Lugar: Sala de Capacitaciones

Sobrecargas en motores eléctricos

Día: 25 – Noviembre
Hora: 5:30 p.m.
Lugar: Sala de Capacitaciones

¡Te esperamos!

PROXIMAMENTE COMING SOON

¡Queremos premiar tu esfuerzo!

Sigue participando de las actividades 5S

Estamos preparando una serie de reconocimientos por tu ardua labor y tu compromiso con la mejora continua



PARA RECORDAR...

Seiso - Limpieza

¿Qué podemos hacer?

Identificar las fuentes de suciedad y eliminarlas: Cuando utilices líquidos, asegúrate de no ocasionar derrames ni fugas

3º Pilar TPM - Mant. Planificado

¿Qué podemos hacer?

Avanzar gradualmente con la reducción de averías: Revisa el estado de los equipos en las fechas que se tienen programadas

¡De mi máquina y el orden de mi área cuido yo!




Caminando juntos hacia la mejora continua

Figura 7. Boletín del mes de noviembre

Fuente: Elaboración propia

Shitsuke (Disciplina)

Por último, se debe reforzar la cultura de 5's con todos los colaboradores, ya que cada uno de ellos deben estar al tanto de todos los cambios que se harán dentro del área de calderería. Para fomentar la disciplina y lograr fomentar la cultura de 5s, se realizó una serie de afiches, los cuales fueron colocados en lugares estratégicos como: comedor, taller eléctrico y las afueras del almacén para que de esta manera se logre captar la importancia de aplicar esta metodología en la empresa (figura 8). De igual forma, en el Anexo 44 se evidencia la entrega de los afiches y la colocación de los mismos en los lugares mencionados



Figura 8. Modelo de Afiche de 5S

Fuente: Elaboración propia

Como segunda acción que se tomó para incentivar la disciplina y mantener informados a los colaboradores, se creó un grupo de WhatsApp, donde periódicamente se envían los reportes de limpieza, actividades rutinarias que requieran de supervisión y comunicaciones sobre tips o recomendaciones para tener en cuenta durante las labores. En el Anexo 28 se detalla las evidencias de la difusión de comunicaciones por WhatsApp, así como la lista de temas para difundir y las fechas de lanzamiento

De igual manera, para llevar un control de los resultados obtenidos en la aplicación de las 5s, se realizó una evaluación periódica al término de cada mes para medir la evolución de cumplimiento, teniendo como base el formato de Check list aplicado inicialmente. En la tabla 9 se observa el resumen de los resultados obtenidos en la evaluación de cada una de las 5S

Tabla 9. Resumen de Evaluación Mensual de 5S

Cumplimiento por S (%)				
Indicador	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre
Seiri (clasificar)	40.0	52.5	55.0	62.5
Seiton (ordenar)	50.0	55.0	60.0	65.0
Seiso (limpiar)	37.5	45.0	52.5	60.0
Seiketsu (Estandarizar)	50.0	55.0	60.0	62.5
Shitsuke(Disciplina)	40.0	55.0	60.0	62.5
Promedio	43.5	52.5	57.5	62.5

Fuente: Elaboración Propia

Se observó un aumento del porcentaje promedio obtenido entre los meses de agosto y setiembre, donde se observa un 9% de diferencia entre estos meses en relación al cumplimiento de las 5's, se destaca que en el tercer mes el crecimiento total fue de un 14% en relación al análisis inicial. Como último punto tenemos un crecimiento final de 19 % en relación al primer mes agosto y noviembre. Esto significa que las estrategias aplicadas para la implementación de las 5S y su seguimiento, han dado buenos resultados.

Para la aplicación de la segunda herramienta TPM, fue fundamental identificar la situación inicial en la que se encontraba la operatividad de la maquinaria. En la figura 9 se encuentra el porcentaje de OEE inicial que corresponde a los meses de abril, mayo, junio y julio, cuyos datos fueron obtenidos del Anexo 29 y procesados en el Anexo 30, esto ayudó a conocer en qué estado se encontraban los equipos antes de la aplicación de la herramienta Lean.

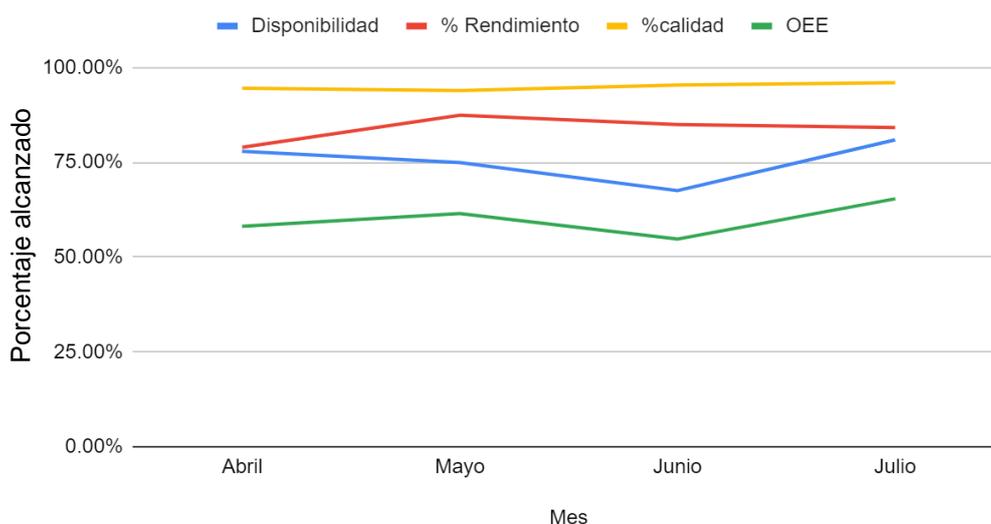


Figura 9. OEE Inicial

Fuente: Elaboración propia / Área de calderería de la Empresa Ecromsa Industrial S.A.C. / Anexo 30

Como se puede apreciar en la figura 9 se presenta la variación del porcentaje de disponibilidad, rendimiento y calidad en relación a la maquinaria en la toma de datos inicial. Del mismo modo se puede interpretar que en el mes de junio la disponibilidad de la maquinaria fue la más baja siendo de 67.54%, esto debido a que en este mes se encontraron con un total de 32 fallas con un tiempo de reparación de 170 horas. De igual forma, en el mes de junio también se tuvo el menor índice de rendimiento debido a que no se llegó a la meta esperada de 860 piezas programadas, solo alcanzado un total de 724 piezas, lo que resulta en un 84.19% de rendimiento. Por último, se tiene que en el

mes de mayo el indicador de calidad fue el más bajo con un 93.89%, de productos en buen estado, teniendo una merma de 62 piezas defectuosas. De esta manera, se tiene que el mes en el que se obtuvo más bajo porcentaje de OEE fue el de Junio con 54.74%, este dato se encuentra por debajo del 65%, lo que se consideró como inaceptable ya que ocasiona importantes pérdidas económicas y baja competitividad.

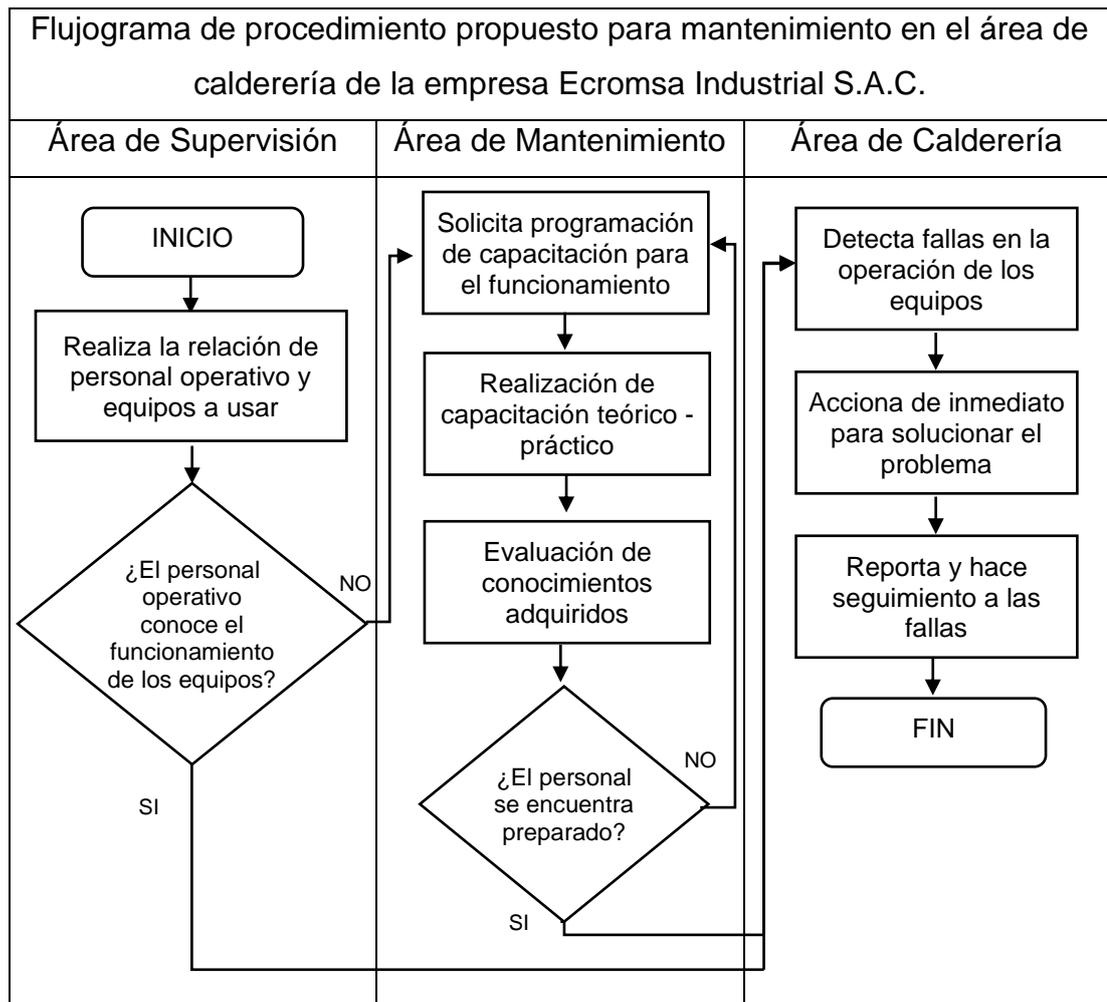


Figura 10. Flujograma de procedimiento para mantenimiento

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en el flujograma presentado en la figura 10, el procedimiento planteado se enfocó las 3 principales partes involucradas dentro del proceso de mejora del rendimiento y disponibilidad de los equipos, siendo estas el área de supervisión, a cargo del Jefe de Planta, quien trabaja

de la mano con el Área de Mantenimiento y los 15 operarios dentro del Área de Calderería, todo esto con la finalidad de que el personal pueda encontrarse preparado para cualquier eventualidad y comprender las acciones necesarias para realizar un correcto mantenimiento y darle el tratamiento oportuno a las fallas en sus equipos. Para esto se tuvo como base el registro de operarios y equipos (Anexo 31), el cual es elaborado por el jefe de planta al inicio del día y muestra la relación de los operarios que se encuentran laborando y la correspondiente máquina que opera durante el día, cabe resaltar que se emplean máquinas distintas para cada día según los requerimientos de las actividades a realizar en el día laboral

Tabla 10. *Resumen de Datos de operarios. Día 4 de agosto*

	Cantidad	%
Operarios con capacitación	8	53.3
Operarios sin capacitación	7	47.7
Total operarios	15	100.0

Fuente: Elaboración Propia

En base a lo mencionado se apreció que, de los 15 operarios, 8 de ellos no contaban con ninguna capacitación previa para el uso del equipo asignado para ese día, esto se puede deber a que el personal tiende a cambiar y ser renovado, la inexperiencia es un factor que comúnmente genera falta de conocimiento de los sistemas de los equipos, lo cual genera a su vez un mal uso, manejo o cuidado de los mismos, lo que puede provocar un mayor número de fallas. Para poder corroborar la información obtenida, se aplicó un cuestionario de conocimientos, cuyo modelo y evidencia de aplicación se encuentra en el Anexo 32, el cual estuvo constituido por preguntas relacionadas a los equipos, acciones a tomar y resolución de problemas.

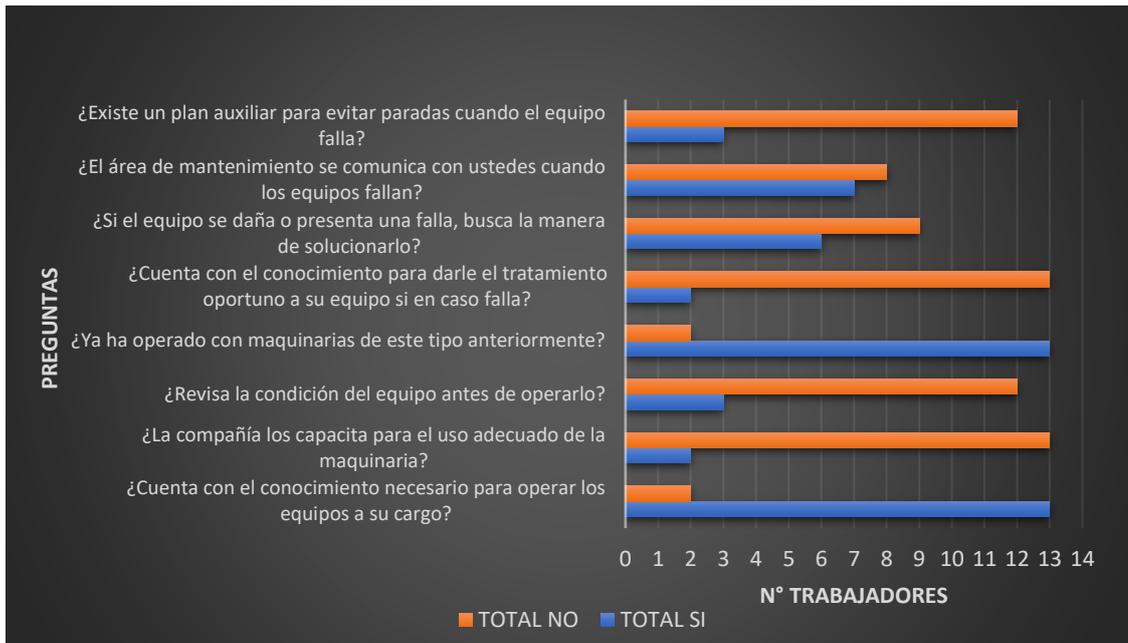


Figura 11. Resultados del cuestionario de conocimiento de los operarios del área de calderería.

Fuente: Elaboración propia

En la figura 11 se observan los resultados de la encuesta aplicada a 15 operarios respecto a la funcionalidad de las máquinas, acción ante presencia de fallas y capacitaciones, donde se aprecia que, de los 15 operarios de calderería, 12 de ellos (que representan un 80%) mencionan que no hay un plan auxiliar para evitar posibles paradas cuando un equipo falla; del mismo modo. 13 operarios (87%) mencionan que existe falta de capacitaciones para operar la maquinaria; de igual forma, 13 de ellos (87%) afirman que no cuentan con el conocimiento necesario para brindarle soporte ni un mantenimiento adecuado al equipo asignado. Cabe resaltar también que 12 operarios (80%) mencionan que no revisan los equipos antes de continuar con el proceso productivo.

Posterior a esto, para proceder con la aplicación de los pilares, fue necesario determinar los principales problemas que se van a solucionar planteando diversas estrategias, de manera que se trabaje sobre las principales causas de la problemática, es así que se elaboró la Guía de planificación de pilares

evidenciado en la tabla 11, de manera que se rescató tanto la situación inicial en la que se encontraba el área de calderería de la empresa Ecromsa, como la actividad o estrategia que se aplicó en cada pilar para dar soluciones.

Tabla 11. Guía de Planificación de Pilares

Pilar del TPM	Situación inicial	Estrategias
Kaizen "Mejora continua "	No se lleva un proceso porcentual del cumplimiento de un plan de mantenimiento en los equipos, no existe información crítica las fallas de los equipos, no se comparte información con los operarios para proponer mejoras.	Implementación de la metodología 5S, sirviendo la etapa de estandarización y disciplina para hacer difusión a través del boletín y las comunicaciones internas sobre temas relevantes como: resumen de fallas, evaluación de indicadores de OEE, espacio para proponer mejoras, entre otros.
Mantenimient o Autónomo	No se realizaban inspecciones a los equipos antes de operarlos, así como tampoco existían acciones de mantenimiento generales como lubricación o limpieza para evitar que ocurran fallas en los equipos asignados.	Elaboración de un Check list de actividades diarias para que el operario conozca el estado de los equipos de manera diaria y reporte cualquier incidente antes, durante o después de su operación.
Mantenimient o Planificado	No existía una guía de actividades de mantenimiento para cada tipo de equipo	Elaboración de un Plan de mantenimiento, haciendo énfasis en aquellos equipos con mayores incidencias de fallas o averías.
Mantenimient o Preventivo	No existía un plan organizado de mantenimiento, que les permita identificar las fallas más concurrentes en los equipos, así como la medición del tiempo estimado de reparación y de ocurrencia de nueva falla.	Elaboración de un Plan de mantenimiento para atacar las fallas más comunes en los equipos. Así como un Check list diario con actividades básicas para que el operario puede detectar alguna anomalía e informarla.

Capacitación y entrenamiento	No existía un conocimiento de parte de los operadores para que sean ellos quienes actúen frente a una falla en los equipos asignados a su cargo, sin necesidad de trasladarse hacia el área de mantenimiento.	Implementación de un cronograma de capacitaciones para los operarios, con metodologías de mantenimiento para los equipos críticos, escogiendo temas relacionadas a las causas comunes de fallo y cómo solucionarlas
Seguridad y entorno	No se realizaba un plan de limpieza para el área asignada, tampoco se daba el tratamiento de limpieza ni lubricación necesario para los equipos	Implementación de la metodología 5's, siendo la limpieza clave para este pilar con el cronograma de limpieza establecido, del mismo modo se complementó con el mantenimiento de rutina para limpiar y lubricar el equipo al inicio del día

Fuente: Elaboración Propia

En base a esta guía se buscó relacionar los pilares con las actividades que se implementaron, reconociendo que muchas de ellas se relacionaban no solo con un pilar, sino que trabajan en conjunto como uno solo. En relación a ello, se trabajó con siete de los ocho pilares del TPM, los cuales son el Kaizen, mantenimiento autónomo, el mantenimiento planificado, preventivo, capacitación y entrenamiento y por último seguridad y entorno de trabajo. Cabe mencionar que para Kaizen y Seguridad y Entorno, se tomó como apoyo la aplicación de la filosofía 5S, ya que existían actividades que se estaban implementando de manera paralela.

Para que el mantenimiento autónomo, pueda funcionar y dé resultados, es necesario que los operarios tengan conocimiento de la funcionalidad, componentes y la forma en cómo opera la máquina que tienen asignada, así como la forma correcta de usar, los cuidados que se debe de tener para que de esa manera sean los mismos operarios quienes tengan la responsabilidad de mantener las máquinas sin depender del área de mantenimiento para poder darle el tratamiento adecuado en caso se presenten fallas. Es así que

el pilar de mantenimiento autónomo trabaja de la mano con el pilar de Capacitación y entrenamiento.

Es por esto, que se propuso un cronograma de capacitaciones (Anexo 33) con temas relacionados al funcionamiento de equipos, seguridad y cuidados, y que iban de la mano con lo obtenido dentro del Historial de Falla de la Maquinaria, de manera que el operario pueda tener una visión más clara de lo que podría fallar en el equipo y la forma de cómo se puede evitar o solucionar. Se tuvo un total de 9 capacitaciones, las cuales se dividieron en temas cruciales como: Conceptos claves de los equipos, técnicas de soldadura, cambio de piezas, estructura de equipos, principios de seguridad y uso de equipos, normativas y parámetros. Cada capacitación tuvo una duración aproximada de 1.5 a 2 horas, donde se coordinó con el área de mantenimiento, quienes fueron los responsables de preparar las charlas de los temas elegidos e instruyeron a los operarios dentro del área de calderería. Como complemento y trabajando de la mano con el pilar de Mantenimiento Preventivo, se elaboró un Check list de actividades a las cuales se les debe de dar seguimiento antes, durante y al terminar el día cuando se esté operando un equipo (Anexo 34), todo esto para comprobar si los operarios realizaban estas labores y de esta forma prever futuras fallas que puedan afectar al funcionamiento de los equipos y que podrían tratarse de manera temprana. De acuerdo con esto, se tiene la tabla 12, la cual indica a modo de resumen el porcentaje de cumplimiento de cada una de las actividades propuestas en los meses de septiembre, octubre y noviembre, donde se comenzó con un porcentaje promedio de cumplimiento de 62.04%, siendo la actividad que presenta mayor dificultad de realizar los reportes al encargado del área. Finalmente, para el mes de noviembre se tuvo un aumento general de cumplimiento del 6%, lo que indica que el personal del área de calderería se ha comprometido a realizar las actividades diarias consiguiendo un crecimiento aceptable y se espera que para el próximo año se pueda incrementar el porcentaje de cumplimiento de las actividades.

Tabla 12. *Cumplimiento de actividades de Mantenimiento Autónomo*

Actividad	% Cumplimiento		
	Septiembre	Octubre	Noviembre
Limpieza general del equipo	59.26	62.50	68.00
Revisión del estado de lubricación del equipo	62.96	66.50	72.00
Inspección de componentes	62.96	66.67	68.00
Revisión de herramientas manuales para inspección	66.67	66.67	70.83
Reportes por avería o hallazgos encontrados	59.26	66.67	68.00
Reportes al encargado del Área asignada	51.85	58.33	64.00
Actualización del estado de la maquinaria	66.67	66.67	68.00
Se dio solución a la anomalía y(o) avería	66.67	66.67	68.00
Promedio	62.04	64.58	68.00

Fuente: Elaboración propia / Área de Calderería de la Empresa Ecromsa Industrial S.A.C. / Anexo 32

Pasando al Mantenimiento planificado, se tomó en cuenta el Historial de fallas (Anexo 29), el cual sirvió como base para conocer qué equipos eran los que más horas de fallas presentan, los tipos de fallas y en qué componentes es que ocurrían con mayor frecuencia, para de esta manera poder plantear un plan de mantenimiento, de manera que se pueda prevenir la ocurrencia de ciertas fallas y actuar de forma más oportuna. Esto se realiza como complemento a las actividades de mantenimiento autónomo.

Para esto, se analizaron las horas de fallas en base a los meses de Abril a Julio como se observa en la tabla 12, encontrándose un total de 97 fallas, en los equipos de producción, donde se resalta que los equipos con mayor número de fallas en el periodo de los 4 meses fueron la amoladora de 9" y amoladora de 4 1/2" con 20 ocurrencias de falla cada una y con un tiempo de reparación de 30 horas y 15 horas respectivamente; en segundo lugar, se tiene a la Máquina de soldar Miller de 300 amperios y la máquina Cemont de

400 amperios con un total de 10 ocurrencias de fallas cada una, con un tiempo de reparación de 40 horas cada máquina. Posterior a ello, en el procesamiento del histórico de fallas de maquinaria (Anexo 28) se detalla que el mes en el que se presentó mayor cantidad de fallas fue Junio.

Tabla 13. *Resumen de primera toma de horas de fallas de equipos seleccionados*

Equipo	Abril	Mayo	Junio	Total general
Máquina de corte	20	20	5	45
Amoladoras de 4 1/2"	-	10	5	15
Amoladoras de 9"	20	10	-	30
Máquina de soldar	40	40	200	280
Cemont de 400 amperios	20	20	100	140
Máquinas miller de 300 amperios	20	20	100	140
Taladro	24	24	24	72
Taladro Electromagnético	24	24	24	72
Total general	84	84	229	397

Fuente: Elaboración propia / Área de Calderería de la Empresa Ecromsa Industrial S.A.C. / Anexo 29

En base a esto, para trabajar de manera transversal con el pilar de Mantenimiento preventivo y para tener una mayor operatividad de la maquinaria, se elaboró el Plan de mantenimiento de equipos (Anexo 35), haciendo énfasis en aquellas que presentaban mayor número fallas o mayor tiempo para reparación, la cuales son las Máquinas Miller de 300 amperios, Amoladora de 9", Amoladora de 4 1/2", Taladro Electromagnético y Máquinas Cemont de 400 amperios.

Para el caso de las Máquinas Miller de 300 Amperios, se propuso dos actividades con frecuencia trimestral las cuales son la reparación o reemplazo de cable de soldadura y el engrase al eje de motos de empuje, esto se planteó con la finalidad de minimizar las fallas presentadas con respecto al deterioro de conector de cable. Además, se propuso 4 actividades con frecuencia quincenal las cuales eran la revisión de puentes de voltaje, verificación de brazo portaelectrodo, limpieza del tubo de contacto o forro de pistola, limpieza

con aire comprimido; finalmente se planteó una actividad con frecuencia mensual referido al ajuste de conexiones y resistencia de cables, esto con la finalidad de minimizar las horas por fallas más recurrentes con un mantenimiento preventivo - planificado.

Respecto a las Amoladoras, se plantearon dos actividades con frecuencia semanal, las cuales eran el ajuste de tornillos de montaje y la inspección de lubricación de engranajes; dos actividades fueron con frecuencia quincenal referidas a la limpieza con aire comprimido y verificación de bobinas y cable de alimentación, finalmente 3 actividades de frecuencia mensual sobre control de desgaste de carbones y desmontaje de las válvulas para limpieza e inspección del motor.

Pasando al Taladro electromagnético, se plantearon 2 actividades de frecuencia trimestral como el cambio del piloto y los piñones, 2 actividades con una frecuencia quincenal tales como el ajuste de retenedores de carro guía y ajuste de pernos y sujetadores y 3 actividades con frecuencia mensual las cuales son afilar el cortador anular, cambio de escobillas y alineación de escuadra de soporte.

Finalmente, para la Máquina de soldar Cemont 400 amperios, se propuso 5 actividades con frecuencia quincenal, referidas a limpieza con aire comprimido para el conmutador de potencia, ajuste de los hilos del conmutador, control de estado de los sopletes, control de la integridad de los cables y verificación de brazo porta electrodo, además de 2 actividades de frecuencia mensual referidas al cambio de circuitos electrónicos y montaje de válvulas y limpieza. Las actividades de mantenimiento se realizaron fuera del horario laboral, es decir al término del día, en un espacio asignado por el área de mantenimiento para dicha actividad planificada. Cabe recalcar que estas fueron propuestas considerando el historial de fallas para minimizar las más recurrentes, así como los manuales de operación de la maquinaria, en el que se detallan algunas recomendaciones de cuidado de los equipos. Así mismo, se detalla también en el Anexo 35 el Plan de mantenimiento de estos equipos para el año 2023 Para corroborar que el plan de mantenimiento propuesto es el adecuado y por lo tanto aumenta la productividad, se realizó una segunda

toma de datos de las fallas ocurridas en los 4 tipos de máquinas mencionadas con anterioridad el cual también puede apreciarse en el Anexo 37.

Tabla 14. *Resumen de segunda toma de horas de fallas de equipos seleccionados*

Equipo	Set	Oct	Nov	Total general
Máquina de corte	16	15	13	44
Amoladoras de 4 1/2"	-	5	2	7
Amoladoras de 9"	16	10	11	37
Máquina de soldar	29	26	23	78
Cemont de 400 amperios	13	10	8	31
Máquinas miller de 300 amperios	16	16	15	47
Taladro	17	16	15	48
Taladro Electromagnético	17	16	15	48
Total general	62	57	51	170

Fuente: Elaboración propia / Área de Calderería de la Empresa Ecromsa Industrial S.A.C. / Anexo 37

Haciendo una comparación de los datos obtenidos en las primeras columnas de la tabla 13 y tabla 14 se puede observar una disminución de 22 horas de falla. Además, para el mes de octubre se logró una disminución de 5 horas de falla. Como consecuencia de esto, también se logró también un aumento de la calidad de los productos, pues al disminuir las fallas y tener las máquinas más operativas, se tuvo un mejor acabado en las piezas que se elaboraban como producto final.

Fue necesario realizar un segundo análisis de OEE, para compararlo con respecto al inicial, para determinar si tras la aplicación de la herramienta TPM existió algún cambio en relación a los aspectos disponibilidad, rendimiento y calidad de los equipos y maquinaria. Para esto se realizó la toma de los meses de setiembre, octubre y noviembre, cuyo procesamiento se encuentra en el Anexo 38.

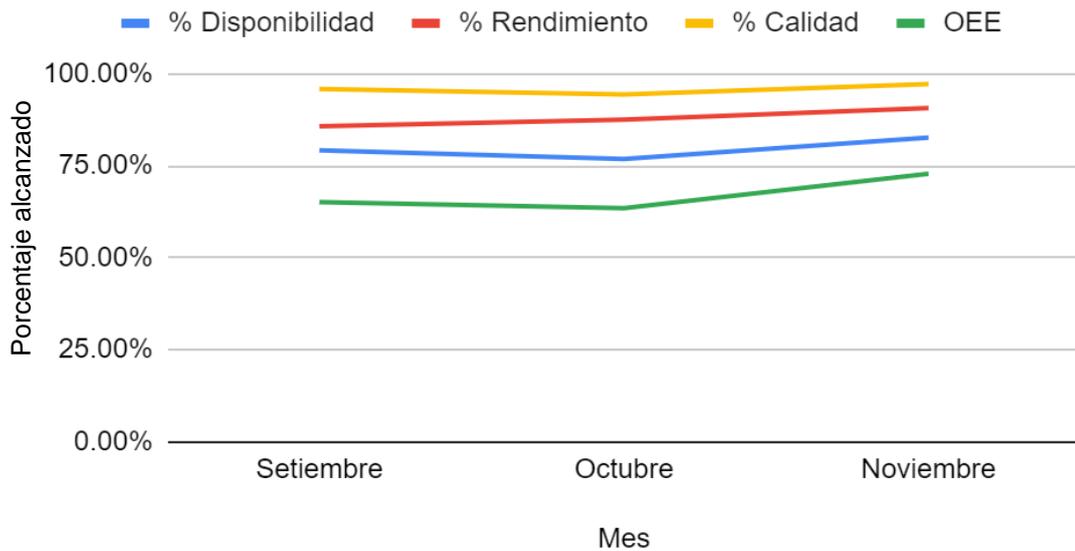


Figura 12. OEE Final

Fuente: Elaboración propia / Área de Calderería de la Empresa Ecromsa Industrial S.A.C. / Anexo 38

En la figura 12 se observa que el porcentaje obtenido en el mes de setiembre fue de 65.09%, además se tuvo una disponibilidad de 79.18%, esto debido a que la cantidad de fallas fue de 24 ocurrencias con un total de 234 horas de parada u horas de reparación. El indicador de disponibilidad en este mes fue superior a lo obtenido en los 3 primeros meses de la primera toma de datos. En el indicador de rendimiento, se tuvo un porcentaje de 85.73% con un total de 973 piezas producidas, este índice también fue superior a 3 meses de la primera toma. En calidad se puede rescatar que se obtuvo un 95.89% con 40 piezas defectuosas, siendo menor en cantidad con respecto a mayo y abril, logrando una mejora en relación los dos primeros meses de evaluación.

En comparación con el mes de noviembre, se puede apreciar que se obtuvo un 72.84%, siendo este el índice más alto obtenido respecto a todos los meses evaluados. Respecto a la disponibilidad, se alcanzó un índice máximo de 82.66%, lo cual es producto de las actividades de mantenimiento planificado, preventivo y autónomo, que fueron conducidos de la mano con la capacitación a los trabajadores, de manera que se comenzó a buscar soluciones más rápidas y adecuadas a las fallas que se presentaban en los equipos. Para el

apartado de rendimiento, se rescata un total conseguido de 90.66% consiguiendo producir en total 1068 piezas, gracias al proceso productivo constante que se mantuvo, del mismo modo para el indicador de calidad se consiguió una mejora significativa de 97.19%, logrando disminuir los desperdicios en tan solo 30 piezas defectuosas.

Determinar la productividad final después de aplicar las herramientas en el área de calderería de la empresa Ecromsa Industrial S.A.C, Chimbote.

Se realizó el cálculo en base a la eficiencia, eficacia, productividad de los meses de octubre, noviembre y diciembre, con la finalidad de conocer el impacto que tuvo la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing (5S y TPM). Para esto se empleó la ficha de registro de producción para el análisis de la productividad final, el cual se encuentra (Anexo 39), se presenta de forma sintetizada en la tabla 15

Tabla 15. *Indicadores de productividad final de la empresa Ecromsa Industrial S.A.C en los meses Setiembre - Noviembre 2022*

Semana	Eficiencia (%)	Eficacia (%)	Productividad Parcial (piezas / hora)	Productividad mano de obra (piezas / hora-hombre)
1	85.83	84.48	5.947	0.396
2	83.96	86.30	5.782	0.385
3	87.29	85.19	5.489	0.366
4	88.54	86.89	6.235	0.416
5	86.75	87.04	6.772	0.451
6	87.71	88.00	6.271	0.418
7	83.75	89.18	6.766	0.451
8	88.00	85.94	7.813	0.521
9	90.00	89.66	6.019	0.401
10	90.00	89.29	6.366	0.424
11	85.42	91.72	6.488	0.433

12	90.63	92.07	6.138	0.409
13	91.25	94.14	6.233	0.445
14	88.25	92.28	7.790	0.556
PROMEDIO	87.64	88.73	6.44	0.434

Fuente: Elaboración propia / Área de Calderería de la Empresa Ecromsa Industrial S.A.C. - Anexo 39

En la tabla 15 se observan los indicadores tras la toma final de datos dentro del área de calderería de la empresa Ecromsa Industrial S.A.C., para esto se emplearon los datos de Tiempo Empleado y Tiempo Programado, empleando la misma fórmula que se utilizó para los cálculos al iniciar la investigación, en esta segunda toma se obtuvo un máximo de 91.25% de eficiencia en la semana 13, así como un mínimo de 83.75% en la semana 7, teniendo un promedio de 87.64, el cual supera al índice obtenido en la etapa inicial del estudio en un 3.86%. De igual forma, se calculó la eficacia de las 14 semanas posteriores a la aplicación de las herramientas Lean, donde se obtuvo un máximo de 94.14% y un mínimo de 84.48%, obteniendo un promedio general de 88.73%, el cual significa un aumento de 5.14% respecto al promedio en la primera toma de datos.

Para la Productividad parcial se emplearon los datos de Producción alcanzada entre el Tiempo empleado, es decir la cantidad de piezas por hora producidas a la semana, logrando obtener 6.44 piezas/hora tras la aplicación de las herramientas Lean, lo que significa un aumento del 8.62% respecto a lo obtenido en inicialmente Tomando en consideración la Productividad de mano de obra, se obtuvo un promedio de 0.434 piezas/ hora-hombre a la semana.

V. DISCUSIÓN

La presente investigación se centró en la aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el área de calderería de la empresa Ecromsa Industrial S.A.C, para lo cual el primer objetivo fue diagnosticar la situación actual del área de calderería. Entre los principales problemas identificados mediante el análisis de Pareto, se encontró que existía falta de orden y limpieza, las máquinas de soldar y amoladoras se encontraban inoperativas, había acumulación de elementos en la zona de trabajo y los equipos presentaban constantes fallas.

En base a esto, se realiza una comparación de este objetivo con lo encontrado en la investigación de Contreras, Ruiz y Pesantes (2017), donde los principales problemas eran la falta de herramientas mecánicas para las labores, falta de controles de procesos, maquinarias paralizadas, obstrucción de objetos en el camino, lugares de trabajo desorganizados, falta de capacitación del personal y manipulación inadecuada de maquinaria y equipo. Se puede determinar que los resultados tienen cierta similitud, lo que puede indicar que son problemas comunes en las empresas y que, tras la aplicación de herramientas Lean Manufacturing, se le puede dar solución.

Respecto al segundo resultado se obtuvieron los indicadores de eficiencia, eficacia y productividad dentro del área de calderería de la empresa Ecromsa, de lo cual se obtuvo un promedio de 84.11% en eficiencia, 83.58% de eficacia, 5.909 piezas/hora en productividad parcial y 0.348 piezas/hora-hombre de productividad de mano de obra durante las 14 semanas de estudio. De la misma forma, en el artículo de Patil, Pisal y Suryavanshi (2021) se encontró que la productividad para una estación de trabajo en una toma de datos inicial era de 0.2094 unidades/hora. Se observa que hay una diferencia entre la cifra obtenida en el presente estudio y la obtenida en el antecedente, esto se debe a que, si bien es cierto, ambas son empresas manufactureras, el grado de complejidad de las piezas producidas en el artículo es mayor y requieren de mucha más precisión.

En relación al tercer objetivo para la aplicación de las 5's se tuvo un porcentaje de reducción de material innecesario de 30.11%, el cual fue obtenido tras la

aplicación de las tarjetas rojas eliminando todo aquello que no generaba valor y poder trabajar con mayor libertad, ganando espacio y evitando demoras por movimiento innecesarios. En esta dirección, en la investigación de Carrillo, Alvis, Mendoza y Cohen (2018) se consiguió un 22% de espacio despejado del área de esto, todo esto en un periodo de aplicación de 3 meses.

En base a las auditorías con respecto a las 5's obtuvieron los resultados iniciales siendo un cumplimiento promedio del 33.5% antes de la aplicación de esta filosofía; de igual forma, posterior a los 4 meses de implementación de las actividades de mejora, el primer mes se consiguió un resultado inicial de 43.5% en relación al cumplimiento de las actividades, por otro lado, en el último mes, es decir, en Noviembre, se obtuvo un resultado final de 62.5% de cumplimiento de las 5's. Logrando una mejora considerable en comparación a las evaluaciones anteriores, durante y final de la aplicación de la herramienta Lean. En relación a ello en la investigación de Vargas y Camero (2021) presentó una auditoria inicial del cumplimiento de las 5's de un 55.60% sin la aplicación de la herramienta lean, posterior a un adecuado trabajo y planificación de actividades en base a la filosofía 5's se consiguió en el cuarto mes de Julio un 90.00% de cumplimiento de actividades 5's. Basándonos en este trabajo se puede decir que el avance que se obtuvo en la presente investigación es positivo puesto que se logró un avance del 29.0% en comparación al mes inicial y al final, manteniendo un rango aproximado en relación al resultado de la investigación de los autores en mención con un máximo total de 34.4%. Esta diferencia puede deberse a que la empresa ya contaba con procesos de mejora continua, del mismo modo los operarios ya estaban acostumbrados a realizar actividades de rutina dentro de la empresa.

Para la herramienta TPM se realizó un diagnóstico inicial de cómo se encontraba el área de calderería en cuanto a sus máquinas y su manejo. De aquí se obtuvo que existía un claro desconocimiento sobre cómo utilizar los equipos de manera adecuada, las actividades rutinarias de mantenimiento que se les debía de dar, el tratamiento oportuno a las fallas, revisiones a los equipos para comprobar el estado de los componentes, entre otros. Comparando con el estudio Carrillo, Alvis, Mendoza y Cohen (2018), en el

cual se determinó que las causas más frecuentes de fallos de maquinaria se deben principalmente a la falta de conocimiento de los operarios al usar la maquinaria y equipos, además de la ausencia de un mantenimiento rutinario que alargue la vida útil del equipo. Se observa que en ambos casos los puntos débiles en cuanto a mantenimiento son muy similares, por lo que la aplicación de la herramienta TPM es necesaria para hacer frente a esto.

Para la aplicación de los pilares del TPM en la presente investigación se trabajó en base a 5 de estos: mantenimiento autónomo, mantenimiento planificado, mantenimiento preventivo, capacitación y entrenamiento y seguridad y entorno, con la implementación de check list de mantenimiento autónomo, capacitaciones enfocadas a las necesidades de los operarios, plan de mantenimiento de equipos con mayor número de fallas, todo esto trabajando de la mano con la aplicación de las 5S para un trabajo en conjunto. Situación similar ocurrió en la investigación de García (2021), donde se aplicaron los pilares mantenimiento autónomo, mantenimiento planificado, capacitación y seguridad y entorno mediante la implementación de formatos de mantenimiento autónomo, inspección, control y seguimiento de acciones de mantenimiento, capacitaciones a los colaboradores y la metodología 5S. Esto quiere decir que las acciones implementadas en la empresa Ecromsa Industrial S.A.C. estuvieron alineadas con lo que se realiza respecto al TPM para tener un mejor rendimiento de la maquinaria y encaminar a la empresa a la mejora continua

En cuanto al OEE, es decir la Efectividad total de los equipos, se evaluaron los 3 índices, donde se obtuvo un aumento del 4% en disponibilidad promedio (de 75.31% a 79.61%), un aumento del 4% en rendimiento promedio (de 83.89% a 87.97) y un aumento de solo 1% (de 94.94% a 95.81%) en calidad; de manera que se obtuvo un aumento del 59.94% a un 67.17% de OEE, lo que significa una variación del 8% a nivel general. Comparando con los datos que obtuvo Huertas y Zuñiga (2020) en su investigación, de 72% a 85%, en cuanto a rendimiento se aumentó de 83% a 86% y en calidad de 89% a 96%, llegando tener un OEE final del 70%. Haciendo una comparación, el aumento en los indicadores se dio de manera casi similar, con tan solo una diferencia

de un 3% en el resultado final del indicador global, lo que significa que el camino a seguir es el adecuado.

Con respecto al último resultado, se obtuvieron los indicadores finales de eficiencia, eficacia y productividad dentro del área de calderería de la empresa Ecromsa, de lo cual se obtuvo un promedio de 87.64% en eficiencia, 88.73% de eficacia, 6.44 piezas/hora en productividad parcial y 0.434 piezas/hora-hombre de productividad de mano, lo cual finalmente indica que la productividad de mano de obra aumentó en un 24.81%. Comparando este resultado con el obtenido en la investigación de Flores (2020), donde se logró incrementar la productividad de mano de obra en un 20% luego de la aplicación de Lean Manufacturing, se puede decir que ambos se encuentran dentro del mismo rango y los resultados son aceptables.

Por otro lado, en la investigación de Contreras, Ruiz y Pesantes (2017) se incrementó la eficiencia en 11.19%. También se resalta que se tuvo un aumento en los indicadores de productividad de mano de obra en 7.84% y la productividad de maquinaria mejoró en 8.12%. Al realizar una comparación con este estudio se puede resaltar que hubo una mayor progresión en el estudio situado en la empresa Ecromsa en el indicador de productividad de mano de obra. Se puede decir que se encuentra dentro de un rango aceptable, con un progreso moderadamente bueno en comparación al otro estudio.

VI. CONCLUSIONES

1. En el diagnóstico inicial del área de calderería de la empresa Ecromsa Industrial S.A.C, se detectó como principales inconvenientes la falta de orden y limpieza, la existencia de máquinas de soldar y amoladoras inoperativas, la acumulación de elementos en zona de trabajo, la falta de herramientas en puestos de trabajo, los tornos presentaban recurrentes fallas en carro porta herramientas y las constantes fallas en las antorchas de máquinas de corte, los cuales ocasionaban desperdicios por movimientos innecesarios, transporte y espera.
2. La productividad inicial del área de calderería entre los meses de abril a julio del 2022 fue de 5.909 piezas/hora en promedio y 0.348 piezas/hora-hombre, debido a que se tenía una eficiencia de 84.11% y una eficacia de 83.58%, no llegando a producir las cantidades previstas por disminución en el tiempo de operación debido a las paradas que se daban en los equipos y por la búsqueda de herramientas de para realizar las diversas funciones al no contar con lo necesario en los puestos de trabajo.
3. Se realizó la implementación de dos de las herramientas Lean, para las 5S se logró un porcentaje de cumplimiento final de 62.5% (Seiri), 65.0% (Seiton), 60.0% (Seiso), 62.5% (Seiketsu) y 62.5% (Shitsuke); del mismo modo, para el TPM se percibió un aumento favorable en el OEE con un promedio final de 72.84%, esto gracias a la implementación de los pilares de mantenimiento autónomo, planificado, preventivo, mejoras enfocadas, capacitación y entrenamiento.
4. La productividad final del área de calderería entre los meses de septiembre a noviembre del 2022 fue de 6.44 piezas/hora en promedio y 0.434 piezas/hora-hombre, con una eficiencia de 87.64% y una eficacia de 88.73%, lo que significa que se aumentó en un 8.62% en relación a lo obtenido inicialmente, esto demuestra que la implementación de las herramientas Lean aumentan la productividad, eficacia y eficiencia dentro de la metalmecánica.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda seguir con el proceso de mejora mediante la aplicación de las herramientas Lean, además es importante poder incorporar nuevas herramientas conforme se vayan presentando las oportunidades de mejora, de manera que se pueda seguir aumentando la productividad y reduciendo los tiempos de espera.

Seguir con el programa de capacitaciones a los colaboradores en temas de Mantenimiento Productivo Total, de manera que se logre el compromiso y mayor conocimiento acerca de las actividades que pueden realizar para la mejora continua. Además, ir añadiendo temas de interés y complementarlo con la metodología 5S

Fomentar la cultura de 5S mediante los incentivos y comunicaciones, de manera que estos sigan interiorizándose en los colaboradores y se vuelvan parte de su día a día.

Monitorear constantemente la productividad, así como el cumplimiento de las actividades implementadas, para mantener los resultados y seguir en el proceso de mejora continua. Así como también evaluar otros posibles inconvenientes en el área y tomar acción con el fin de mejorar la producción dentro de la empresa Ecromsa Industrial S.A.C.

REFERENCIAS

ACHARYA, Anita, PRAKASH, Anupam, SAXENA, Pikee y NIGAM, Aruna. Sampling: Why and How of it? [en línea] Indian journal of medical specialities, n°2, Julio - Diciembre 2013, pp.330-333. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2022]

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.7713/ijms.2013.0032>

ISSN: 0976-2892

AGUIRRE, María. TPM: definición, pilares y ventajas de su implementación [en línea]. 17 de noviembre de 2020 [Fecha de consulta: 02 de septiembre de 2022].

Disponible en: <https://www.appvizer.es/revista/organizacion-planificacion/gestion-mantenimiento/tpm>

ISSN: 2707-2215

ALAMAR, José y GUIJARRO, Rocío. El libro de la productividad en la empresa española 2018. Valencia: Resultae, 2018

ANDRADE, Adrian, DEL RIO, Cesar y ALVEAR, Daissy. Estudio de Tiempos y Movimientos para Incrementar la Eficiencia en una Empresa de Producción de Calzado. Revista Información Tecnológica [en línea]. Vol 30, n°3, Junio 2019. [Fecha de consulta: 5 de mayo de 2022].

Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642019000300083

ISSN: 0718-0764

ANGULO, Juan y RODRIGUEZ, Deisy. Aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la empresa metalmecánica Promet E.I.R.L, Trujillo, 2019. (Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial). Trujillo: Universidad César Vallejo. 2019.

Disponible en:

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47968/Angulo_AJJ-Rodriguez_GDS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ARIAS, Fidas. El proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica. 7° edición. Caracas: Ediciones el Pasillo. 2016. 147 pp.

ISBN: 980-07-8529-9

ARIAS, Jesús, VILLASIS, Miguel, MIRANDA, María. El protocolo de investigación III: la población de estudio. Revista Alegría México [en línea]. Vol 63, n° 2, abril - junio 2016, pp. 201-206. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2022].

Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755023011.pdf>

ISSN: 0002-5151

ARIAS, Juan y CANO, Vanessa. Management accounting: Strategic implications in the development of the colombian Metalmechanical industrial sector. Revista Venezolana de Gerencia [en línea]. Vol 25, n°3, febrero 2019, pp.129-149 [Fecha de consulta: 25 de abril de 2022]

Disponible en: https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85089522004&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=metalmechanical&sid=b796d4267ad2d6ba570afb728d2be17d&sot=b&sdt=b&sl=30&s=TITLE-ABS-KEY%28metalmechanical%29&relpos=0&citeCnt=0&searchTerm=&featureToggle=s=FEATURE_NEW_DOC_DETAILS_EXPORT:1

ISSN: 2477-9423

ARREONDO, Liz y CAMPOS, Sthefannie. Aplicación de la metodología 5's para mejorar la productividad en los servicios de metalmecánica de la empresa Thicegen S.R.L, 2021. (Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad César Vallejo. 2021

Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/66708/Arredondo_FB-Campos_BST-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

BELLO, Alex. Propuesta de Plan de mantenimiento preventivo basado en metodología TPM de refinadores de cobertura de chocolate. Guayaquil: Universidad de Guayaquil: Facultad de Ingeniería Industrial, 2018.

Disponible en:
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/34532/1/Tesis%20ALEX%20BELLO.pdf>

CANAHUA, Noemy. Implementation of the TPM-Lean Manufacturing Methodology to Improve the Overall Equipment Effectiveness (OEE) of Spare Parts Production at a Metalworking Company. Industrial Data [en línea] Vol. 24, n°. 1, julio de 2021. [Fecha de consulta: 23 de Abril de 2022].

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81668400003>
ISSN:1810-9993

CARRILLO, Martha, ALVIS, Carmen, MENDOZA, Yaniris y COHEN, Harold. Lean manufacturing: 5 s y TPM, herramientas de mejora de la calidad. Caso empresa metalmecánica en Cartagena, Colombia [en línea]. Vol 11, n.º 1, agosto de 2018, pp. 71-86. [Fecha de consulta: 23 de Abril de 2022]

Disponible en:
<https://www.proquest.com/docview/2482214156/253CBD84DCD74F79PQ/1?accountid=37408&forcedol=true>
ISSN: 2145-1389

CASTILLO, Andy y MARCELO, Jean. Diseño de un plan de Mantenimiento Productivo Total para incrementar la Productividad en la empresa Cerámico Cajamarca S.R.L. (Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial). Cajamarca: Universidad Privada del Norte. 2020

Disponible en:
<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/25407/Castillo%20Ch%c3%a1vez%2c%20Andy%20Jhoel%20-%20Marcelo%20Alcantara%2c%20Jean%20Pierre.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CLEMENTE, María y MARTINEZ, Jhordy. Plan de mantenimiento preventivo para incrementar la confiabilidad de las maquinarias pesadas en la empresa Grupo Señor de Pomallucay S.R.L., Huaraz – 2020. (Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial). Huaraz: Universidad César Vallejo. 2020

Disponible en:
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/57945/Clemente_MC-Mart%C3%ADnez_GJD-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CONTRERAS, Eduin y PEREZ, Rafael. Priorización de problemas en talleres metalmecánicos: dos casos de estudio en Boyacá-Colombia. Revista Ingeniería Industrial [en línea], Vol. 7, n°. 27, 2021, pp. 47-68. [Fecha de consulta: 25 de Abril de 2022]

Disponible en: <https://www.revistas.uc.edu.ve/index.php/riiant/article/view/161>
ISSN: 1856-8327

CONTRERAS, Paolo, RUIZ, Percy y PESANTES, Ellias. Aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el área de producción de la empresa Inversiones Generales del Mar. Revista de Investigación científica. [en línea], Vol. 3, n°. 2, julio - diciembre 2017. [Fecha de consulta: 25 de Abril de 2022]

Disponible en:
<https://revistas.ucv.edu.pe/index.php/ingnosis/article/view/1560/1374>
ISSN: 2414-8199

CONTRERAS, Eduin, ZAMBRANO, Daniel, VACA, Yuliza. Análisis de mudas en el sector metalmecánico de Boyacá-Colombia. Revista Espacios [en línea], Vol. 39, n°16, 2018. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2022].

Disponible en: <https://www.revistaespacios.com/a18v39n16/a18v39n16p30.pdf>
ISSN: 0798 1015

CORRAL, Guadalupe, MUÑOZ, Luis, FLORES, Juan, MERÁZ, Manuel. Implementation of autonomous maintenance [en línea]. Vol. 6, n°1, 2019. [Fecha de consulta: 02 de septiembre de 2022]. Disponible en:

https://www.ecorfan.org/proceedings/proceedings_Ingenieria_TI/Proceedings_Ingenieria_TI_6.pdf

DOI: 10.35429/P.2019.1.47.68

CORREDOR, Ivonne. Sin identificación de los 7 desperdicios no hay Lean. Tesis (Magister en Ingeniería Industrial). México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2015. 76 pp.

Disponible en:

<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/7710/Tesis.pdf>

CUATRECASAS, Lluís. Ingeniería de procesos y planta. 1. a ed. Barcelona: Profit, 2017, 500 pp.

ISBN: 978-84-16904-01-3

CUSIHUALLPA-VERA, Ximena, SUARES-MONTES, Evelyn, QUIROZ-FLORES, Juan y ALVAREZ, Jose. Improvement of the manufacturing of aluminum pots using lean manufacturing tools. Advances in Intelligent Systems and Computing [en línea]. Springer: Cham. 2021. [Fecha de consulta: 25 de Abril de 2022]

Disponible en:

https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/656011/10.1007978-3-030-55307-4_76.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ISBN: 978-3-030-55306-7

FLORES [et al] Lean Manufacturing Model for production management to increase SME productivity in the non-primary manufacturing sector. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering [en línea]. Vol. 796, 2020. [Fecha de consulta: 25 de Abril de 2022]

Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/796/1/012019>

ISSN: 012019

FONTALVO, Tomás DE LA HOZ, Efraín, MORELOS José. La productividad y sus factores: incidencia en el mejoramiento organizacional. Dimensión Empresarial [en línea]. 15(2), 2017 [Fecha de consulta: 23 de Abril de 2022]

Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-85632018000100047

ISSN: 1692-8563

GARCÍA, José. Aplicación de la Metodología de Mantenimiento Productivo Total (TPM) para mejorar la productividad en la empresa Frusan Agro S.A.C Lambayeque 2020. Pimentel: Universidad Señor de Sipán, 2021.

Disponible en: <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/7902/Garc%c3%ada%20Urrutia%20Vargas%2c%20Jos%c3%a9%20Antonio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

GUTIÉRREZ, Humberto. Calidad y productividad. 3° ed. México: MCGRAW-HILL, 2014. 401 pp.

ISBN: 9786071511485

HERNANDEZ, Juan y VIZAN, Antonio. Lean Manufacturing: Conceptos, técnicas e implantación. España: Escuela de Organización Industrial, 2013

ISBN: 978-84-15061-40-3

HUAMAN, Jonathan, LLONTOP, José, RAYMUNDO, Carlos y DOMINGUEZ, Francisco. Production management model based on lean manufacturing focused on the human factor to improve productivity of small businesses in the metalworking sector. Advances in Intelligent Systems and Computing [en línea] enero de 2020. [Fecha de consulta: 23 de Abril de 2022]

Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/335170382_Production_Management_Model_Based_on_Lean_Manufacturing_Focused_on_the_Human_Factor_to_Improve_Productivity_of_Small_Businesses_in_the_Metalworking_Sector

ISSN: 21945365

HUERTAS, Frank y ZUÑIGA, Renzo. Implementación del mantenimiento productivo total para aumentar la eficiencia de las máquinas de ITEMSA PERÚ S.A.C., Chimbote 2020. Tesis (Bachiller en Ingeniería Industrial). Chimbote: Universidad César Vallejo, 2020.

Disponible

en:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/64564?show=full>

JASIULEWICZ - KACZMAREK, Malgorzata. (2016). SWOT analysis for Planned Maintenance strategy-a case study. IFAC-PapersOnLine [en línea] Vol 49, n° 12, 2016. [Fecha de consulta: 23 de Abril de 2022]

Disponible

en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896316310709>

ISSN: 2405-8963

KISHIMOTO, Kenny, MEDINA, Gabriel, SOTELO, Fernando y RAYMUNDO, Carlos. Application of lean manufacturing techniques to increase on-time deliveries: case study of a metalworking company with a make-to-order environment in Peru. [en línea] 2020 [Fecha de consulta: 23 de Abril de 2022]

Disponible en: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-25629-6_148

ISSN: 2562-6148

LAVADO, Katia, RAMOS, Williams, CARVALLO, Edgard, RAYMUNDO, Carlos, DOMINGUEZ, Francisco. Telecommunications tower kits manufacturing model based on Ikea's approach to minimize the return due to missing parts in a metalworking enterprise kit. [en línea] 01 de enero de 2020 [Fecha de consulta: 23 de Abril de 2022]

Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/656126>

ISSN: 21945357

LOPEZ, Diana. Calidad para la productividad y competitividad. 1a. ed. Colombia : Pereira: Universidad Católica de Pereira, 2018,131 pp.

ISBN: 978-958-8487-37-3

MADARIAGA, Francisco. Lean manufacturing: Exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos. Madrid: Bubok, 2021, 282 pp.

ISBN: 978-84-686-2814-1

MANZANO, Marí y GISBERT, Victor. Lean Manufacturing Implantación 5s.[en línea]. Vol (5), Diciembre 16 – marzo 17 del 2016, nº4 [Fecha de consulta: 23 de Abril de 2022]

Disponible en:
[https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/80761/Mar%
c3%ada%20Manzano%3bGisbert%20-%20Lean%20Manufacturing.%20Implantaci%
c3%b3n%205s.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/80761/Mar%c3%ada%20Manzano%3bGisbert%20-%20Lean%20Manufacturing.%20Implantaci%c3%b3n%205s.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

ISSN: 2254 – 4143

MOBERG, Christine y HUMPHREYS, Keith. Criterios de exclusión en la investigación del tratamiento de los trastornos por consumo de alcohol, tabaco y drogas ilícitas. [en línea]. Vol (36), 21 June 2016. [Fecha de consulta: 23 de Abril de 2022]

Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/dar.12438>

MONTERO, José, DÍAZ, César, GUEVARA, Favián, CEPEDA, Augusto y BARRERA, Juan. Modelo para Medición de Eficiencia Real de Producción y Administración Integrada de Información en Planta de Beneficio. Bogotá: Cenipalma, 2013. 72 pp.

ISBN: 978-958-8360-43-0

MORALES, David y SILVA, Ramón. The Use of Lean Manufacturing Tools to Improve the Production of Automobile Parts. In A. Akdogan, & A. S. Vanli (Eds.), Mass Production Processes. IntechOpen. [en línea] 24 de abril de 2020 [Fecha de consulta: 23 de Abril de 2022]

Disponible en: <https://www.intechopen.com/chapters/68469>

MORALES, Juan. Implementación de un Programa de Mantenimiento productivo Total (TPM) al taller automotriz del i. Municipio de Riobamba (IMR). Ecuador. 2012

MUÑOZ, Jhon, ZAPATA, Cesar y MEDINA, Pedro. Lean Manufacturing. Modelos y herramientas. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira, 2022. 228 pp
ISBN: 978-958-722-636-2

Mejore su negocio: el recurso humano y la productividad / Oficina Internacional del Trabajo, Departamento de Empresas. Ginebra: OIT, 2016.
ISBN: 9789223311377

PATIL, Aditya, PISAL, Mahesh y SURYAVANSHI, Chandrakant. Application of value stream mapping to enhance productivity by reducing manufacturing lead time in a manufacturing company: A case study. Journal of Applied Research and Technology[en línea]. 2021. [Fecha de consulta: 23 de Abril de 2022]
Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/jart/v19n1/2448-6736-jart-19-01-11.pdf>
ISSN: 16656423

PEREZ, Jorge, LA ROTTA, Daniel, SANCHEZ, Katherine, MADERA, Yiseth, RESTREPO, Guillermo, RODRIGUEZ, Mayra, VANEGAS, Johan y PARRA, Carlos. Identificación y caracterización de mudas de transporte, procesos, movimientos y tiempos de espera en nueve pymes manufactureras incorporando la perspectiva del nivel operativo Ingениare. Revista Chilena de Ingeniería. [en línea], Vol.(19), n°. 3, 2011. [Fecha de consulta: 23 de Abril de 2022]
Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/772/77221486009.pdf>
ISSN: 0718-3291

PICÓN, Darío y MELIAN, Yanina. La unidad de análisis en la problemática enseñanza-aprendizaje. Informe Científico Técnico UNPA. [en línea]. 2014. [Fecha de consulta: 23 de Abril de 2022]
ISSN: 1852-4516

PINZON, Gustavo. Propuesta de mejora para reducir los tiempos de operación en una empresa que produce y comercializa ropa para niñas. Tesis (pre grado). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2013, 140pp.

Disponible en:
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/336946/Tesis+Gustavo+Pinzon+vFinal.pdf?sequence=1>

PIÑERO, Alexander, VIVAS, Esperanza y FLORES, Vivian. Programa 5S's para el mejoramiento continuo de la calidad y la productividad en los puestos de trabajo [en línea]. Abril- Junio 2018 [Fecha de consulta: 23 de Abril de 2022]

Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/2150/215057003009/html/>
ISSN: 1856-8327

PRANDO, Raúl. Manual de Gestión de Mantenimiento a la medida. Montevideo: Editorial Piedra Santa, 1996. 89 pp.

ISBN: 84-8377-399-6

PRODUCE. Ministerio de la Producción. 3 de julio de 2018. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/produce/noticias/11974-sector-metalmechanico-registro-crecimiento-de-6-1-durante-el-primer-cuatrimestre-del-ano>

RODRIGUEZ, J., SA, J., SILVA, F., J. FERREIRA, L., JIMÉNEZ, G. y SANTOS, G. A. Rapid Improvement Process through "Quick-Win" Lean Tools: A Case Study. Systems. Systems Engineering [en línea]. 8, 55. 2020 [Fecha de consulta: 23 de Abril de 2022]

Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/347211662_A_Rapid_Improvement_Process_through_Quick-Win_Lean_Tools_A_Case_Study

SANDOVAL, Daniel (2017). Aplicación de tpm en el proceso de transportador de caja para mejorar la productividad de la línea 1 en la planta Backus y Johnson, Lambayeque.

Recuperado de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/1910>

SANTOS, Javier, WYSK, Richard y TORRES, José. Mejorando la Producción con Lean Thinking. 2a ed.2015, 320pp.

ISBN: 978-84-368-3282-2

SAUMYARAM, Sahoo. An empirical exploration of TQM, TPM and their integration from Indian manufacturing industry, Journal of Manufacturing Technology Management [en línea]. Vol. 29 No. 7, 2018 [Fecha de consulta: 23 de Abril de 2022]
Disponibile en: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JMTM-03-2018-0075/full/html>

ISSN: 1741-038X

SCONINI, Luis. Lean Manufacturing paso a paso. 1a. ed. Editorial: ALFAOMEGA MARGE, 2019, 302 pp.

ISBN: 9789587785746

SHAH, Dhruv y PATEL, Pritesh. Productivity Improvement by Implementing Lean Manufacturing Tools In Manufacturing Industry. International Research Journal of Engineering and Technology. [En línea]. Vol 5, nº3, marzo 2018. [Fecha de consulta: 25 de Abril de 2022]

Disponibile en: https://www.researchgate.net/publication/348730261_Productivity_Improvement_by_Implementing_Lean_Manufacturing_Tools_In_Manufacturing_Industry

ISSN: 2395-0056

SILVÉRIO, Leandro, GONZAGA, Luís y PEREIRA, Marcus. Application Phases for Productivity Improvement through Lean Methods Assessments in an Aeronautical Company – Case Study[en línea] 2020[Fecha de consulta: 23 de Abril de 2022]

Disponibile en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/859/1/012020/pdf>

SULTAN, Ansari. Improvement of productivity in a manufacturing industry by Using lean manufacturing technique. International Journal for Research in Engineering

Application & Management [en línea]. Vol 4, n° 8, 2018 [Fecha de consulta: 23 de Abril de 2022]

Disponible en: <http://ijream.org/papers/IJREAMV04I0844113.pdf>

ISSN: 2454-9150

TESTA, Nelson, DE MATTOS, Claudia, ALLIPRANDI, Dario. Analysis of the relationship between Information Technology, Lean Manufacturing Practices and Operational Performance Exacta [en línea] vol.17. n°4, 2019 [Fecha de consulta: 23 de Abril de 2022]

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81066998008>

ISSN: 1678-5428

TORRES, Jose. Implementación del mantenimiento productivo total en la elaboración de productos de limpieza. Cuatitlan Izcalli: Universidad nacional Autónoma de México, 2016.

Disponible en: <http://132.248.9.195/ptd2016/marzo/0741873/0741873.pdf>

VARGAS, Edith y Camero, José. Application of Lean Manufacturing (5s and Kaizen) to Increase the Productivity in the Aqueous Adhesives Production Area of a Manufacturing Company Industrial Data [en línea]. vol. 24, n° 2, julio - diciembre del 2021 [Fecha de consulta: 23 de Abril de 2022]

Disponible en: https://www.redalyc.org/journal/816/81669876011/81669876011_2.pdf

ISSN: 1560-9146

VARGAS, José, MURATALLA, Gabriela y JIMENEZ, María. Sistemas de producción competitivos mediante la implementación de la herramienta Lean manufacturing Ciencias Administrativas [en línea], n°11, 2018 [Fecha de consulta: 23 de Abril de 2022]

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=511654337007>

ISSN: 2314-3738

VENTURA, Jose. 2017. ¿Población o muestra?: Una diferencia necesaria. Revista Cubana de Salud Pública [en línea]. Fecha de consulta: 23 de Abril de 2022] ISSN: 1561-3127

VILLASEÑOR, Alberto. Conceptos y reglas de Lean Manufacturing. 2a, ed, - México: Limusa, 2017 ISBN: 978-607-05-0005-3

YONEL, Victorio. Propuesta de mejora aplicando TPM en el área de producción de la empresa Montalván Verástegui SAC. Lima: Universidad Tecnológica del Perú, 2019.

Disponible en: https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/3540/Yonel%20Victorio_Trabajo%20de%20Investigacion_Bachiller_2019.PDF?sequence=1&isAllowed=y

ZARREH, A., WAN, H., LEE, Y., SAYGIN, C., y JANAHI, R. Cybersecurity Concerns for Total Productive Maintenance in Smart Manufacturing Systems. Procedia Manufacturing [en línea]. 38(1), 2018 [Fecha de consulta: 23 de Abril de 2022]

Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978920300688>

ZITA, Ana. Población y Muestra. Diferenciador: Descubre las Diferencias y semejanzas. 2020. Revisión Científica: Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC).

Disponible en: <https://www.diferenciador.com/poblacion-y-muestra/>

ANEXOS

ANEXO 1 - Matriz de Operacionalización

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicador	Escala
Variable independiente - cuantitativa: Lean manufacturing	Para Santos, Wysk y Torres (2015), Lean Manufacturing ideología laboral estructurada en torno a las personas, que busca optimizar y perfeccionar el sistema productivo, enfocando sus esfuerzos en la búsqueda y eliminación de los diferentes residuos (p.25).	Es una filosofía que tiene como objetivo el aumento de la productividad, mediante la eliminación de residuos, implementando el TPM y las 5S como herramientas en el proceso productivo.	TPM	Mantenimiento autónomo $\% \text{Mant} = \frac{\text{Actividades realizadas}}{\text{Actividades Planificadas}}$	Razón
				Mantenimiento planificado $\text{Disponibilidad} = \frac{(MTBF)}{(MTBF + MTTR)} * 100$ Considerando: Tiempo medio entre fallas $MTBF = \frac{TTO}{N^{\circ}F}$ MTBF: Tiempo medio entre fallas TTO= Tiempo total de operación N°F: Número de fallas Tiempo medio para reparación $MTTR = \frac{TTP}{N^{\circ}F}$ MTTR: Tiempo medio para reparación TTP= Tiempo total de paradas N°F: Número de fallas	Razón
			5S	Clasificación (Seiri) $\% \text{Seiri} = \frac{\text{Cant. elementos necesarios}}{\text{Total de elementos}}$	Razón
				Orden (Seiton) $\% \text{Seiton} = \frac{\text{Cant. elementos colocados correctamente}}{\text{Total de elementos}}$	Razón

				Limpieza (Seiso) $\%Seiso = \frac{\text{Programa de limpieza ejecutado}}{\text{Programa de limpieza planificado}}$	Razón
				Estandarización (Seiketsu) $\%Seiketsu = \frac{\text{Total de normas aplicadas}}{\text{Total de normas esperadas}}$	Razón
				Disciplina (Shitsuke) $\%Shitsuke = \frac{\text{Puntaje obtenido de auditoría}}{\text{Puntaje total de auditoría}}$	Razón
Variable dependiente - cuantitativa: Productividad	Alamar y Guijarro (2018) la definen la Productividad como un indicador que permite analizar en qué estado se encuentra la organización y la calidad de administración que posee, es la relación entre todos los insumos que se invirtieron y los resultados obtenidos o el producto final (p.7).	La productividad es el reflejo de la buena o mala gestión de recursos dentro de la compañía, que se puede obtener con los indicadores de eficiencia y eficacia.	Eficiencia	$EF = \frac{(\text{Tiempo Empleado})}{(\text{Tiempo Programado})}$	Razón
			Eficacia	$FF = \frac{\text{Producción Alcanzada}}{\text{Producción Programada}}$	Razón
			Productividad	Productivada parcial: $PP = \frac{\text{Producción Alcanzada}}{\text{Tiempo Empleado}}$ PP: Productividad Parcial	Razón
				Productividad de mano de obra: $PMO = \frac{\text{Producción Alcanzada}}{\text{Cantidad de Trabajadores} * \text{Tiempo Empleado}}$ PMO: Productividad de mano de obra	

ANEXO 2 – Carta de autorización de la empresa Ecromsa Industrial S.A.C.



Chimbote, 30 de junio de 2022

UNIVCESAVALL008-JB

Sres.-
Universidad Cesar Vallejo
Av. Central Mz. s/n Urb. Los Portales
Presente. -

Atención. - Dirección de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial
Mg. Ing. Gracia Isabel Galarreta Oliveros

Asunto: Autorización para realizar proyecto de investigación

De nuestra mayor consideración:

Yo, **Leonardo Hector Tagle Rubio** con DNI N° 25737046, Representante Legal de la empresa **ECROMSA INDUSTRIAL S.A.C.** con RUC N° 20502491157, ubicado en Jr. Almirante Guisse 975 – Miraflores - Chimbote, concuerdo en lo siguiente:

AUTORIZO a los estudiantes **Abrego Rodriguez, Stefano Alexander** con DNI N° 71056609 y **Flores Loyola, Melissa Giuliana**, con DNI N° 71950371 de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo, en calidad de autores para poder realizar su proyecto de investigación titulado "Aplicación Lean Manufacturing Para Mejorar la Productividad en el Área de Calderería de la Empresa Ecromsa Industrial S.A.C, Chimbote – 2022" para la cual se les brindará los datos que se requiera acerca de la empresa, así como las facilidades para la ejecución y aplicación del proyecto de investigación.

Se expide el presente documento a solicitud de los interesados para fines que se estime conveniente.

Sin otro particular, atento a cualquier consulta que deseen hacer, quedo de usted.

Atentamente,

Ing. Leonardo Tagle Rubio
Gerente General
Mecánico Electricista CIP 186337
99 834 8931
ltagle@ecromsa.com.pe
www.ecromsa.com.pe

Ing. James Bejarano Maza
Responsable del Sistema Integrado de Gestión
Ingeniero Industrial
99 834 2545
administracionplanta@ecromsa.com.pe
www.ecromsa.com.pe

JB./jb.

C.C.:

D:\ECROMSA INDUSTRIAL SAC\ECROMSA 2022\WORD\CARTAS\UNIVCESAVALL008-JB

ANEXO 3 - Declaración de consentimiento informado

DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Por medio del presente documento, confirmamos nuestro consentimiento para participar en la investigación denominada: **“Aplicación Lean Manufacturing Para Mejorar la Productividad en el Área de Calderería de la Empresa Ecromsa Industrial S.A.C, Chimbote – 2022”**

Se nos ha explicado que nuestra participación debe consistir en lo siguiente:

- Entendemos que debemos responder con la verdad y que la información que se brinde de parte de la población de estudio también es confidencial.
- Se nos ha explicado que, si decidimos participar en la investigación, podemos retirarnos en cualquier momento o no participar en una parte del estudio si así fuera el caso.

Aceptamos voluntariamente participar en esta investigación y comprendemos las acciones a realizas durante la misma.

Chimbote, 20 de junio de 2022

Nombre de participante 1: Abrego Rodriguez, Stefano Alexander

DNI: 71056609

Nombre de participante 2: Flores Loyola, Melissa Giuliana

DNI: 71950371



Abrego Rodriguez, Stefano Alexander

DNI: 71056609

Investigador

Estudiante de Ingeniería Industrial



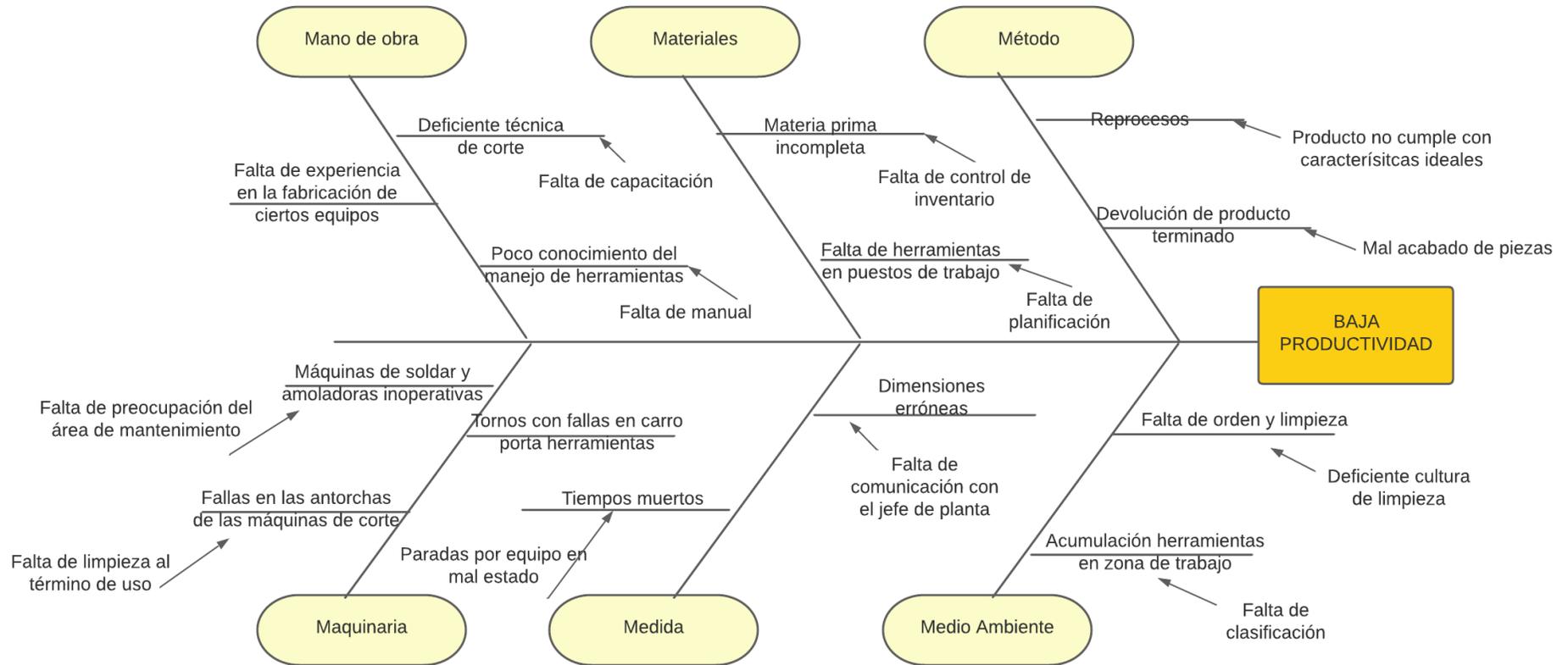
Flores Loyola, Melissa Giuliana

DNI: 71950371

Investigador

Estudiante de Ingeniería Industrial

ANEXO 4 - Diagrama de Ishikawa



ANEXO 5 – Diagrama de Pareto

N°	Principales problemas en el área de Calderería de la Empresa Ecromsa Industrial S.A.C.	Frecuencia	Frecuencia acumulada	% Clasificación	% Acumulado
13	Falta de orden y limpieza	14	14	11.97	11.97
8	Exceso de equipos inoperativos	13	27	11.11	23.08
14	Acumulación herramientas en zona de trabajo	13	40	11.11	34.19
5	Falta de herramientas en puestos de trabajo	12	52	10.26	44.44
10	Tornos con fallas en carro porta herramientas	12	64	10.26	54.70
9	Falla en las antorchas de máquinas de corte	12	76	10.26	64.96
2	Deficiente técnica de corte	8	84	6.84	71.79
12	Tiempos muertos	6	90	5.13	76.92
4	Materia prima incompleta	6	96	5.13	82.05
6	Reprocesos	5	101	4.27	86.32
7	Devolución de producto terminado	5	106	4.27	90.60
11	Dimensiones erróneas de piezas	5	111	4.27	94.87
1	Falta de experiencia en la fabricación de algunos equipos	3	114	2.56	97.44
3	Poco conocimiento del manejo de herramientas	3	117	2.56	100.00
	TOTAL	117		100.00	

ANEXO 6 – Historial de falla de la maquinaria

MES		ÁREA		TIEMPO DE OPERACIÓN	
-----	--	------	--	---------------------	--

EQUIPO	ESPECIFICACIÓN DE EQUIPO	TIPO DE FALLA	DESCRIPCIÓN	HORAS DE FALLA (H)
TOTALES				

ANEXO 7 - Check list de mantenimiento autónomo

ÁREA		RESPONSABLE	
SUPERVISOR		EQUIPO	
FRECUENCIA		FECHA	

ITEM	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	¿SE REALIZÓ?			OBSERVACIONES
		SI	NO	NO APLICA	
1	Limpieza general del equipo				
2	Revisión del estado de lubricación del equipo				
3	Inspección de componentes				
4	Revisión de herramientas manuales para inspección				
5	Reportes por avería en la tarjeta TPM				
6	Reportes al encargado del Área asignada				
7	Actualización del estado de la maquinaria				
8	Se dio solución a la anomalía y(o) avería				

ANOTACIONES:

ANEXO 8 - Cronograma de actividades de mantenimiento productivo total

EQUIPO					ÁREA							
Actividad a realizar	FRECUENCIA EN SEMANAS											
	SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4

ANEXO 9 – Cuestionario de conocimiento de equipos

	Cuestionario de conocimiento	 EMPRESA HOROLOGADA
		FECHA 2022.07.20

El cuestionario presentado a continuación es totalmente confidencial, cuyos resultados serán usados para fines netamente investigativos en la tesis titulada "Aplicación de Lean Manufacturing Para Mejorar la Productividad en el Área de Calderería de la Empresa Ecromsa Industrial S.A.C.

I. INSTRUCCIONES:

A continuación, se le presentará una serie de preguntas que deberán ser respondidas con sinceridad, marque con un aspa dentro del cuadro, según su criterio "SI" o "NO", agradecemos la participación del personal del área de calderería.

II. PREGUNTAS:

1. ¿Cuenta con el conocimiento para operar los equipos a su cargo?
SI NO
2. ¿La compañía los capacita para el uso adecuado de la maquinaria?
SI NO
3. ¿Revisa la condición del equipo antes de operarlo?
SI NO
4. ¿Ya ha operado con maquinarias de este tipo anteriormente?
SI NO
5. ¿Cuenta con el conocimiento para darle el tratamiento oportuno a su equipo?
SI NO
6. ¿Si el equipo se daña o presenta una falla, busca la manera de solucionarlo?
SI NO
7. ¿El área de mantenimiento, se comunica con ustedes cuando los equipos fallan?
SI NO
8. ¿Existe un plan auxiliar, para evitar paradas cuando el equipo falla?
SI NO

ANEXO 10 - Check list de clasificación

ITEM	CLASIFICACIÓN	PUNTAJE					
		0	1	2	3	4	5
1	Las herramientas de trabajo se encuentran en buen estado para su uso						
2	Los equipos se encuentran en buenas condiciones de uso						
3	Las vías de acceso se encuentran libres de obstáculos						
4	El área de trabajo está libre de residuos (trozos de metal)						
5	La mesa de trabajo se encuentra libre de objetos extraños						
6	Se cuenta con documentación actualizada en el área de calderería						
7	Es fácil encontrar lo que se requiere						
8	Los equipos se encuentren debidamente señalizados						
TOTAL OBTENIDO							

ANEXO 11- Check list de orden

ITEM	ORDEN	PUNTAJE					
		0	1	2	3	4	5
1	Los puestos de trabajo están debidamente identificados						
2	Los depósitos de basura están debidamente designados dentro del área						
3	Los equipos u objetos están debidamente ordenados						
4	Lugares marcados para las herramientas, insumos, equipo de trabajo y EPP						
5	La documentación está ordenada y archivada						
6	Los extintores se encuentran a la vista y libre de obstáculos						
7	Los tableros eléctricos se encuentran solo con los elementos requeridos						
8	Los cajones de herramientas poseen la lista de elementos en su interior						
TOTAL OBTENIDO							

ANEXO 12 - Check list de limpieza

ITEM	LIMPIEZA	PUNTAJE					
		0	1	2	3	4	5
1	Los estantes, mesas de trabajo y pasillos se encuentran limpios y accesibles						
2	Los equipos y herramientas se encuentran limpios y al alcance para su uso						
3	Los pisos están libres de polvo, basura, merma y manchas						
4	Los desperdicios generados en el proceso son gestionados/tratados/eliminados						
5	No se visualiza material sobrante dentro del área de trabajo						
6	Existe supervisión de limpieza dentro del área						
7	La iluminación, ventanas y carteles de señalización se encuentran en óptimas condiciones						
8	La viruta, escoria y demás desechos se encuentran en su respectivo depósito.						
TOTAL OBTENIDO							

ANEXO 13 - Check list de cumplimiento de normas

ITEM	ESTANDARIZACIÓN	PUNTAJE					
		0	1	2	3	4	5
1	El personal cumple sistemáticamente con las 5's para mantener el orden y limpieza						
2	El personal esta correctamente uniformado durante sus horas laborales						
3	Se cuida el ambiente dentro del área laboral						
4	El personal está capacitado y entiende el programa 5's						
5	La iluminación dentro del área es el adecuado						
6	Los niveles de altura de los estantes son los adecuados						
7	Existen instructivos claros de orden y limpieza						
8	Las actividades se realizan de acuerdo a los procedimientos establecidos						
TOTAL OBTENIDO							

ANEXO 14 - Check list de auditorías

ITEM	DISCIPLINA	PUNTAJE					
		0	1	2	3	4	5
1	Se cumple con los programas de mantenimiento de la infraestructura						
2	Se cumple con los programas de mantenimiento de los equipos						
3	Se cumple con los programas de mantenimiento de la maquinaria						
4	Se cumple con el programa de limpieza						
5	Existe un control de los resultados obtenidos						
6	Existe carteles incentivando la cultura 5's						
TOTAL OBTENIDO							

ANEXO 17 – Ficha de Registro de Producción Inicial

Ficha de Registro de Producción Inicial

Semana	Tiempo empleado (horas)	Tiempo programado (horas)	Ind. Eficiencia obtenida (EF)	Producción alcanzada (Piezas)	Producción programada (Piezas)	Ind. Eficacia Obtenido (FF) - Rendimiento	Productividad Parcial [Piezas /Hora]	Cantidad de Trabajadores	Productividad Mano de Obra [Piezas /(Hora-Hombre)]
1	25.9	32	80.97 %	110	150	73.33 %	4.246	11	0.386
2	41.6	48	86.61 %	187	240	77.92 %	4.498	14	0.321
3	39.4	48	82.02 %	250	300	83.33 %	6.350	19	0.334
4	40.7	48	84.72 %	219	280	78.21 %	5.385	18	0.299
5	41.3	48	86.11 %	235	270	87.04 %	5.685	18	0.316
6	41.8	48	87.15 %	234	270	86.67 %	5.594	18	0.311
7	40.9	48	85.30 %	276	310	89.03 %	6.741	18	0.374
8	40.4	48	84.26 %	269	310	86.77 %	6.651	18	0.370
9	40.2	48	83.80 %	251	300	83.67 %	6.240	18	0.347
10	39.8	48	82.87 %	240	280	85.71 %	6.034	18	0.335
11	38.0	48	79.17 %	244	285	85.61 %	6.421	18	0.357
12	33.6	40	84.03 %	225	260	86.54 %	6.694	18	0.372
13	41.3	48	86.11 %	248	300	82.67 %	6.000	18	0.333
14	40.5	48	84.44 %	251	300	83.67 %	6.192	15	0.413

Eficiencia	$E = \frac{\text{Tiempo Empleado}}{\text{Tiempo programado}}$
Eficacia	$E = \frac{\text{Producción alcanzada}}{\text{Producción programada}}$

Productividad Parcial	$PP = \frac{\text{Producción Alcanzada}}{\text{Tiempo Empleado}}$
Productividad de Mano de Obra	$PMO = \frac{\text{Producción Alcanzada}}{(\text{Cantidad de Trabajadores} \cdot \text{Tiempo Empleado})}$

ANEXO 18 - Check list de clasificación inicial

ITEM	CLASIFICACIÓN	PUNTAJE					
		0	1	2	3	4	5
1	Las herramientas de trabajo se encuentran en buen estado para su uso		X				
2	Los equipos se encuentran en buenas condiciones de uso			X			
3	Las vías de acceso se encuentran libres de obstáculos			X			
4	El área de trabajo está libre de residuos (trozos de metal)			X			
5	La mesa de trabajo se encuentra libre de objetos extraños			X			
6	Se cuenta con documentación actualizada en el área de calderería		X				
7	Es fácil encontrar lo que se requiere			X			
8	Los equipos se encuentren debidamente señalizados		X				
TOTAL OBTENIDO				13			

ANEXO 19 - Check list de orden inicial

ITEM	ORDEN	PUNTAJE					
		0	1	2	3	4	5
1	Los puestos de trabajo están debidamente identificados					X	
2	Los depósitos de basura están debidamente designados dentro del área			X			
3	Los equipos u objetos están debidamente ordenados			X			
4	Lugares marcados para las herramientas, insumos, equipo de trabajo y EPP	X					
5	La documentación está ordenada y archivada		X				
6	Los extintores se encuentran a la vista y libre de obstáculos				X		
7	Los tableros eléctricos se encuentran solo con los elementos requeridos				X		
8	Los cajones de herramientas poseen la lista de elementos en su interior			X			
TOTAL OBTENIDO				17			

ANEXO 20 - Check list de limpieza inicial

ITEM	LIMPIEZA	PUNTAJE					
		0	1	2	3	4	5
1	Los estantes, mesas de trabajo y pasillos se encuentran limpios y accesibles		X				
2	Los equipos y herramientas se encuentran limpios y al alcance para su uso		X				
3	Los pisos están libres de polvo, basura, merma y manchas		X				
4	Los desperdicios generados en el proceso son gestionados/tratados/eliminados			X			

5	No se visualiza material sobrante dentro del área de trabajo	X					
6	Existe supervisión de limpieza dentro del área	X					
7	La iluminación, ventanas y carteles de señalización se encuentran en óptimas condiciones			X			
8	La viruta, escoria y demás desechos se encuentran en su respectivo depósito.		X				
TOTAL OBTENIDO			X				

ANEXO 21 - Check list de estandarización inicial

ITEM	ESTANDARIZACIÓN	PUNTAJE					
		0	1	2	3	4	5
1	El personal cumple sistemáticamente con las 5's para mantener el orden y limpieza		X				
2	El personal esta correctamente uniformado durante sus horas laborales			X			
3	Se cuida el ambiente dentro del área laboral			X			
4	El personal está capacitado y entiende el programa 5's			X			
5	La iluminación dentro del área es el adecuado				X		
6	Los niveles de altura de los estantes son los adecuados				X		
7	Existen instructivos claros de orden y limpieza			X			
8	Las actividades se realizan de acuerdo a los procedimientos establecidos			X			
TOTAL OBTENIDO				14			

ANEXO 22 - Check list disciplina inicial

ITEM	DISCIPLINA	PUNTAJE					
		0	1	2	3	4	5
1	Se cumple con los programas de mantenimiento de la infraestructura				X		
2	Se cumple con los programas de mantenimiento de los equipos			X			
3	Se cumple con los programas de mantenimiento de la maquinaria			X			
4	Se cumple con el programa de limpieza			X			
5	Existe un control de los resultados obtenidos		X				
6	Existe carteles incentivando la cultura 5's	X					
7	Se realizan capacitaciones referidas a la importancia de tener un espacio limpio y ordenado		X				
8	Existe motivación para aplicar la cultura de las 5's		X				
TOTAL OBTENIDO					12		

ANEXO 23 – Modelo de tarjeta roja

TARJETA ROJA N° _____			
Fecha:			
Nombre del elemento			
Cantidad			
CATEGORÍA			
Maquinaria y equipo			
Herramienta			
Consumible			
Mobiliario			
Otro (especificar)			
ESTADO			
Dañado / Defectuoso			
Contaminante			
Obsoleto			
Sobrante			
Otro (especificar)			
Comentario:			
Evaluated por:			
PROPUESTA			
Eliminar		Reparar	
Reasignar		Reciclar	
Disposición Final:			

ANEXO 24 – Reportes de limpieza

HOJA DE REPORTE DE LIMPIEZA								
Mes	Semana	Responsable	Dia	Actividad				
				Limpieza de las mesas de trabajo	Limpieza de herramientas manuales	Limpieza de restos de aceite de maquinaria	Recolección de los residuos generados	Devolución de objetos y material al almacén
Agosto	1	Carlos Flores	Lunes	Cumplió	Cumplió	No cumplió	Cumplió	Cumplió
		Andy de la Cruz	Martes	Cumplió	No cumplió	Cumplió	Cumplió	No cumplió
		Wilson Quiñones	Miércoles	No cumplió	No cumplió	Cumplió	Cumplió	Cumplió
		Exzon Molina	Jueves	Cumplió	Cumplió	No cumplió	No cumplió	Cumplió
		Cristian Segura	Viernes	Cumplió	Cumplió	Cumplió	Cumplió	Cumplió
		Segundo Vega	Sábado	Cumplió	Cumplió	Cumplió	Cumplió	No cumplió
	2	Andres Estrada	Lunes	Cumplió	No cumplió	No cumplió	Cumplió	No cumplió
		Jim Camacho	Martes	Cumplió	Cumplió	Cumplió	No cumplió	Cumplió
		Alcides Monsefu	Miércoles	No cumplió	Cumplió	No cumplió	Cumplió	Cumplió
		Marcos Reyes	Jueves	Cumplió	Cumplió	Cumplió	Cumplió	Cumplió
		Carlos Bances	Viernes	Cumplió	No cumplió	Cumplió	Cumplió	Cumplió
		Efrain Aguilar	Sábado	Cumplió	Cumplió	No cumplió	No cumplió	No cumplió
	3	Roberto Llerena	Lunes	Cumplió	Cumplió	Cumplió	Cumplió	Cumplió
		Wilson Chavez	Martes	No cumplió	No cumplió	Cumplió	No cumplió	Cumplió
		Arturo Palomino	Miércoles	Cumplió	Cumplió	No cumplió	Cumplió	Cumplió
		Carlos Flores	Jueves	Cumplió	No cumplió	Cumplió	Cumplió	Cumplió
		Andy de la Cruz	Viernes	Cumplió	Cumplió	No cumplió	No cumplió	Cumplió
		Wilson Quiñones	Sábado	No cumplió	Cumplió	Cumplió	Cumplió	Cumplió
	4	Exzon Molina	Lunes	Cumplió	Cumplió	Cumplió	Cumplió	No cumplió
		Cristian Segura	Martes	No cumplió	No cumplió	Cumplió	Cumplió	Cumplió
		Segundo Vega	Miércoles	Cumplió	Cumplió	No cumplió	Cumplió	Cumplió
		Andres Estrada	Jueves	No cumplió	Cumplió	Cumplió	No cumplió	Cumplió
		Jim Camacho	Viernes	No cumplió	Cumplió	Cumplió	Cumplió	No cumplió
		Alcides Monsefu	Sábado	Cumplió	No cumplió	Cumplió	Cumplió	Cumplió
	5	Marcos Reyes	Lunes	Cumplió	Cumplió	No cumplió	No cumplió	Cumplió
		Carlos Bances	Martes	Cumplió	Cumplió	Cumplió	No cumplió	Cumplió
		Efrain Aguilar	Miércoles	No cumplió	Cumplió	No cumplió	Cumplió	No cumplió
TOTAL CUMPLIÓ				19	19	14	19	20
TOTAL NO CUMPLIÓ				8	8	10	8	7

HOJA DE REPORTE DE LIMPIEZA

Mes	Semana	Responsable	Día	Actividad				
				Limpieza de las mesas de trabajo	Limpieza de herramientas manuales	Limpieza de restos de aceite de maquinaria	Recolección de los residuos generados	Devolución de objetos y material al almacén
Setiembre	5	Roberto Llerena	Jueves	Cumplió	Cumplió	Cumplió	No Cumplió	No Cumplió
		Wilson Chavez	Viernes	No Cumplió	NO cumplió	cumplió	Cumplió	NO cumplió
		Arturo Palomino	Sábado	Cumplió	cumplió	Cumplió	Cumplió	Cumplió
	6	Carlos Flores	Lunes	Cumplió	Cumplió	No cumplió	Cumplió	Cumplió
		Andy de la Cruz	Martes	Cumplió	Cumplió	Cumplió	Cumplió	Cumplió
		Wilson Quiñones	Miércoles	Cumplió	Cumplió	No cumplió	Cumplió	Cumplió
		Exzon Molina	Jueves	Cumplió	Cumplió	Cumplió	Cumplió	Cumplió
		Cristian Segura	Viernes	No cumplió	Cumplió	No Cumplió	Cumplió	Cumplió
		Segundo Vega	Sábado	Cumplió	No cumplió	Cumplió	No Cumplió	Cumplió
		7	Andres Estrada	Lunes	No cumplió	Cumplió	No Cumplió	Cumplió
	Jim Camacho		Martes	Cumplió	No Cumplió	Cumplió	Cumplió	Cumplió
	Alcides Monsefu		Miércoles	Cumplió	Cumplió	Cumplió	Cumplió	No cumplió
	Marcos Reyes		Jueves	Cumplió	Cumplió	No Cumplió	No Cumplió	Cumplió
	Carlos Bancos		Viernes	No cumplió	No cumplió	Cumplió	Cumplió	Cumplió
	Efrain Aguilar		Sábado	Cumplió	Cumplió	Cumplió	Cumplió	Cumplió
	8	Roberto Llerena	Lunes	No cumplió	Cumplió	Cumplió	Cumplió	Cumplió
		Wilson Chavez	Martes	Cumplió	No Cumplió	No Cumplió	Cumplió	No Cumplió
		Arturo Palomino	Miércoles	Cumplió	Cumplió	Cumplió	No cumplió	Cumplió
		Carlos Flores	Jueves	No cumplió	Cumplió	Cumplió	Cumplió	Cumplió
		Andy de la Cruz	Viernes	Cumplió	No cumplió	Cumplió	Cumplió	Cumplió
		Wilson Quiñones	Sábado	Cumplió	Cumplió	Cumplió	No cumplió	No cumplió
	9	Exzon Molina	Lunes	Cumplió	Cumplió	Cumplió	Cumplió	Cumplió
		Cristian Segura	Martes	Cumplió	Cumplió	No Cumplió	Cumplió	Cumplió
		Segundo Vega	Miércoles	Cumplió	No Cumplió	Cumplió	Cumplió	No Cumplió
		Andres Estrada	Jueves	No cumplió	Cumplió	Cumplió	No cumplió	No Cumplió
		Jim Camacho	Viernes	Cumplió	No Cumplió	No Cumplió	Cumplió	Cumplió
		Alcides Monsefu	Sábado	No cumplió	Cumplió	Cumplió	Cumplió	No Cumplió
TOTAL CUMPLIÓ				19	19	19	21	20
TOTAL NO CUMPLIÓ				8	8	8	6	7

HOJA DE REPORTE DE LIMPIEZA

Mes	Semana	Responsable	Día	Actividad				
				Limpieza de las mesas de trabajo	Limpieza de herramientas manuales	Limpieza de restos de aceite de maquinaria	Recolección de los residuos generados	Devolución de objetos y material al almacén
Octubre	10	Marcos Reyes	Lunes	Cumplió	Cumplió	Cumplió	No cumplió	No cumplió
		Carlos Bances	Martes	Cumplió	No cumplió	Cumplió	Cumplió	Cumplió
		Efrain Aguilar	Miércoles	No cumplió	Cumplió	Cumplió	Cumplió	Cumplió
		Roberto Llerena	Jueves	Cumplió	No cumplió	Cumplió	No cumplió	Cumplió
		Wilson Chavez	Viernes	Cumplió	Cumplió	Cumplió	Cumplió	Cumplió
		Arturo Palomino	Sábado	Cumplió	Cumplió	Cumplió	No cumplió	Cumplió
	11	Carlos Flores	Lunes	Cumplió	Cumplió	No cumplió	Cumplió	Cumplió
		Andy de la Cruz	Martes	No cumplió	Cumplió	Cumplió	Cumplió	No cumplió
		Wilson Quiñones	Miércoles	Cumplió	No cumplió	No cumplió	Cumplió	Cumplió
		Exzon Molina	Jueves	No cumplió	Cumplió	No cumplió	Cumplió	Cumplió
		Cristian Segura	Viernes	Cumplió	No cumplió	Cumplió	No cumplió	No cumplió
		Segundo Vega	Sábado	Cumplió	Cumplió	Cumplió	Cumplió	Cumplió
	12	Andres Estrada	Lunes	Cumplió	Cumplió	Cumplió	Cumplió	Cumplió
		Jim Camacho	Martes	Cumplió	No cumplió	No cumplió	Cumplió	No cumplió
		Alcides Monsefu	Miércoles	Cumplió	Cumplió	Cumplió	Cumplió	Cumplió
		Marcos Reyes	Jueves	Cumplió	Cumplió	No cumplió	No cumplió	Cumplió
		Carlos Bances	Viernes	Cumplió	No cumplió	Cumplió	Cumplió	Cumplió
		Efrain Aguilar	Sábado	Cumplió	Cumplió	Cumplió	Cumplió	No cumplió
	13	Roberto Llerena	Lunes	No cumplió	No cumplió	Cumplió	Cumplió	Cumplió
		Wilson Chavez	Martes	Cumplió	Cumplió	Cumplió	Cumplió	Cumplió
		Arturo Palomino	Miércoles	No cumplió	Cumplió	No cumplió	Cumplió	Cumplió
		Carlos Flores	Jueves	Cumplió	Cumplió	Cumplió	Cumplió	No cumplió
		Andy de la Cruz	Viernes	No cumplió	Cumplió	Cumplió	No cumplió	Cumplió
		Wilson Quiñones	Sábado	Cumplió	Cumplió	No cumplió	Cumplió	Cumplió
TOTAL CUMPLIÓ				17	17	16	17	17
TOTAL NO CUMPLIÓ				6	6	7	6	6

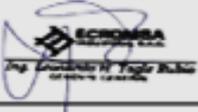
ANEXO 25 – Política de orden y limpieza

	POLÍTICA DE ORDEN Y LIMPIEZA		EMPRESA HOMOLOGADA	
			CODIGO	PL-GD-010
			VERSION	1.00
			VIGENTE	2022.07.20

Mediante la presente Política de orden y limpieza de la empresa ECROMSA INDUSTRIAL, se declara de manera puntual y precisa los lineamientos con fines de mejora en la capacidad productiva y en un ambiente que fomente una cultura de orden y limpieza, con la debida acción, seguimiento y aprobación de la Gerencia General, en coordinación con el Sistema Integrado de Gestión, quienes se comprometen, en conjunto con el personal administrativo, operativo y terceros, a cumplir con los estándares de calidad, orden y limpieza dentro de la empresa, en cualquier ámbito de acción.

Al referirnos directamente a orden y limpieza se hace referencia a las condiciones dentro de la organización, dentro de los cuales, la empresa se compromete a:

- Cuidar los espacios dentro de la compañía, para todas las áreas laborales.
- Mantener los almacenes en buen estado y libre de materiales, objetos, equipo, que no le sirva a la compañía.
- Aplicar los métodos necesarios para la clasificación, orden y limpieza de los elementos ubicados en las áreas o puestos de trabajo, de manera de contar con lo necesario y esencial para las labores
- Cumplir con los programas de limpieza y orden establecidos, dentro de los horarios e informando cualquier irregularidad que pueda ocurrir
- Contar con los depósitos correspondientes para cada tipo de desperdicios o residuo.
- Incentivar a los operarios al cumplimiento de todas las labores de manera ordenada e integra.
- Plantear oportunidades de mejora en el ámbito de aplicación de 5s.
- Difundir la presente política a cada uno de los miembros, colaboradores y terceros que puedan estar relacionados con ECROMSA INDUSTRIAL S.A.C.

REVISADO POR:	APROBADO POR:
 ECROMSA INDUSTRIAL S.A.C. Ing. Gerardo H. Yague Rubio Gerente General	 ECROMSA INDUSTRIAL S.A.C. Ing. Gerardo H. Yague Rubio Gerente General

ANEXO 26 – Hoja de seguimiento de 5S

	HOJA DE SEGUIMIENTO DE 5S	 EMPRESA HOMOLOGADA
	CÓDIGO	F-GI-056
	VERSIÓN	1.00
	VIGENTE	2022.07.27

MES:	RESPONSABLE:	FECHA:
------	--------------	--------

ITEM	LUGAR	ACTIVIDAD	CUMPLE	NO CUMPLE
1	Área de trabajo	El sistema de iluminación esta en buen estado y limpio		
2	Área de trabajo	Las señales de seguridad están visibles y correctamente distribuidas		
3	Área de trabajo	Los medios de extinción están en su lugar de ubicación , visibles y accesibles		
4	Suelo y pasillos	Los suelos están limpios, secos , sin desperdicios ni material innecesario		
5	Suelo y pasillos	Los pasillos , zona de tránsito y vías de evacuación están libres de obstáculos		
6	Almacén	Las áreas de almacenamiento y disposición de materiales están señalizadas		
7	Almacén	Los materiales y sustancia almacenados se encuentran identificados		
8	Almacén	Los materiales están apilados en sus sitio sin invadir zonas de paso		
9	Maquinaria y equipos	los materiales se apilan y cargan de manera segura , limpia y ordenada		
10	Maquinaria y equipos	Se encuentran limpios y libres en su entorno de todo materia innecesario		
11	Maquinaria y equipos	Se encuentran libres de fugas de aceite y grasa		
12	Herramientas	Poseen la protección adecuada y dispositivos de seguridad requeridos		
13	Herramientas	Se guardan limpias de aceite y grasa		
14	Herramientas	Tienen sus cables y conexiones en buen estado		
15	Herramientas	Se encuentran en condiciones seguras para el trabajo		
16	Residuos	Los depósitos están en un lugar accesible		
17	Residuos	Se separan los tipos de residuos según el nivel de peligrosidad		

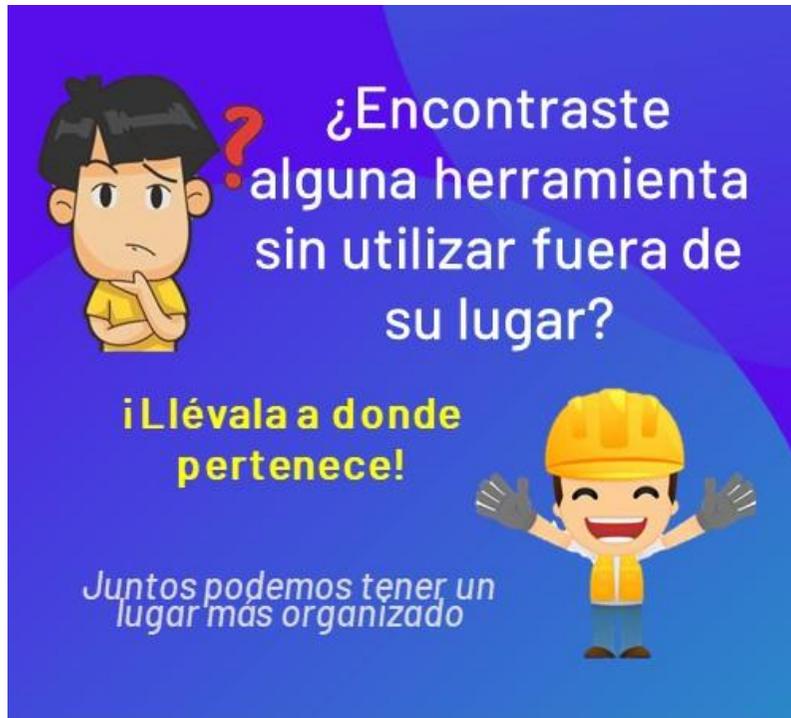
REVISADO POR:  Ing. Leonilda H. Yagle Rubio GERENTE GENERAL	APROBADO POR:  Ing. Leonilda H. Yagle Rubio GERENTE GENERAL
--	---

ANEXO 27 – Plan de incentivos no monetarios

Incentivos	Tipo	Detalles	Acción	Responsable	Objetivo
Capacitación Interna	Charlas	Basándose en las necesidades de aprendizaje de los operarios para lograr fomentar la cultura 5's	Reconocer puntos de mejora y hacer símil con otras empresas que aplican la metodología	Gerencia General	Trabajadores mejor preparados y concientizados en la aplicación de la filosofía
	Talleres			Recursos Humanos	
Reconocimientos	Certificados / Diplomas	Serán brindados cada 3 meses y lo obtendrán sólo las personas que tengan un excelente rendimiento en las tareas de clasificación, orden y limpieza	Calificación por el nivel de desempeño	Recursos humanos	Incrementar la competitividad, motivación y el sentido de pertenencia
Reconocimiento social	Trabajador destacado	Empleado del mes en base a los objetivos cumplidos para las actividades 5's	Se escoge un trabajador dentro del área de calderería basado en su buen desempeño. El reconocimiento será comunicado en el periódico mural y redes sociales	Gerencia General	Incrementar la motivación de los operarios
				Recursos Humanos	
Sorteos	Viveres, objetos de primera necesidad	Se realizará de manera semestral y participarán todos los empleados que cumplieron con el programa 5S	Realizar un sorteo con una pequeña canasta básica, la cual será financiada por parte de la empresa	Gerencia General	Promover las buenas prácticas entre todos los empleados
				Recursos Humanos	
				Contabilidad	

ANEXO 28 – Difusión de comunicación 5S

N°	Indicador	Tema	Mensaje	Fecha
1	General	Boletín Noviembre	Varios: Recomendaciones, logros alcanzados, futuros eventos	5/11/2022
2	Seiri	Importancia de clasificar los elementos	Recuerda: Si te sobró material al finalizar tu labor, organízalo dentro del almacén metálico	8/11/2022
3	Seiton	Recordatorio de organización	¿Encontraste alguna herramienta sin utilizar fuera de su lugar? ¡Llévala a donde pertenece! Juntos podemos tener un lugar más organizado	11/11/2022
4	Seiso	Limpieza de aceite	¡Alto! Recuerda que, si usas aceite en alguna actividad, verifica que no quede algún tipo de derrame o mancha.	15/11/2022
5	Seiketsu	Generación de Rutina	Mantén tu lugar limpio y ordenado e informa ante cualquier alteración que encuentres.	19/11/2022
6	Shitsuke	Avance de indicadores	Este mes logramos un avance de ... % en el indicador de ¡Sigamos mejorando día a día!	23/11/2022
7	General	Agradecimiento	Agradecemos tu compromiso y apoyo desde el inicio de este proyecto. ¡Todos somos parte de los resultados!	30/11/2022
8	General	Boletín Diciembre	Varios: Recomendaciones, logros alcanzados, futuros eventos	5/12/2022



Caminando juntos hacia la mejora continua



ANEXO 29 - Recolección de historial de falla de maquinaria

MES	ABRIL	ÁREA	CALDERERIA	TIEMPO DE OPERACIÓN (H)	912 horas
EQUIPO	ESPECIFICACIÓN DE EQUIPO	TIPO DE FALLA	DESCRIPCIÓN	HORAS DE FALLA	
Torno vertical	para fabricación de pistas para secador de 4500mm ϕ	Mecánica	Desgaste de buxins de alineamiento	16	
Torno horizontal	de 3500 de bancada y 1020mm de volteo sin escote	Mecánica	Fallo en carro porta herramientas	48	
Torno horizontal	de 3500 de bancada y 1020mm de volteo sin escote	Eléctrica	Sobrecarga de motor eléctrico	1	
Fresadora	Fresadora universal	Mecánica	Fallo en carro porta herramientas	48	
Fresadora	Fresadora Universal	Mecánica	desgaste de bobina de bronce	6	
Fresadora	Fresadora Universal	Mecánica	desgaste de bobina de bronce	6	
Cortadora ejes	de hasta 18" (380 mm)	Mecánica	fallo de sistema hidráulico	1	
Cepillo	de 700mm de cernera	Eléctrica	fallo de conexión de motor (auto-rotante)	3	
Tronzadora	de hasta 1/2" en A36	Manual	fallo en mecanismo de tronzado	8	
Reladora	de 3000 mm de larguill para plancha de hasta 16mm	Eléctrica	deterioro de antecor principal	1	
Taladro	Electromagnético	Mecánica	desgaste de carro guía	18	
Taladro	Electromagnético	Mecánica	Fallo de chuck porta broca	6	
Taladro	taladro radial de 1500 mm para broca hasta 3" ϕ	Mecánica	Fallo de chuck porta broca	1	
Taladro	taladro radial de 1500 mm para broca hasta 3" ϕ	Eléctrica	deterioro de componentes eléctricos	5	
Mag. soldar	Cemont de 400 amperios	Mecánica	deterioro de porta electrodo	10	
Mag. soldar	Cemont de 400 amperios	Mecánica	deterioro de grapa a tierra	10	
Mag. soldar	Miller de 300 amperios	Mecánica	deterioro de porta electrodo	10	
Mag. soldar	Miller de 300 amperios	Mecánica	deterioro de grapa a tierra	10	
Mag. soldar	Miller de 300 amperios porta #1 electrónica	Mecánica	deterioro de porta electrodo	3	
Mag. soldar	Miller de 300 amperios porta #1 electrónica	Mecánica	deterioro de grapa a tierra	3	
Mag. soldar	Lincoln monofásica	Mecánica	deterioro de porta electrodo	3	
Mag. soldar	Lincoln monofásica	Mecánica	deterioro de grapa a tierra	3	
Mag. soldar	Esab de 200 amperios portátil	Mecánica	deterioro de porta electrodo	4	
Mag. soldar	Esab de 200 amperios portátil	Mecánica	deterioro de grapa a tierra	4	
Mag. corte	plasma para 35 mm de acero inoxidable	Eléctrica	fallo de conector antorcha	9	
Mag. corte	Amoladoras de 9"	Eléctrica	deterioro de rodamiento por giro motor	20	
Presna	Presna de 100 Tn hasta 1800 mm ancho	Mecánica	fallo de mecanismo de accionamiento	9	
TOTALÉS				259 h	

MES	JUNIO	ÁREA	CALDERERÍA	TIEMPO DE OPERACIÓN (H)	720 horas
EQUIPO	ESPECIFICACIÓN DE EQUIPO	TIPO DE FALLA	DESCRIPCIÓN	HORAS DE FALLA	
Cepillo	de 700 mm de carrera	Eléctrica	Falla de conexión del motor	3	
Taladro	taladro electromagnético	Mecánica	desgaste de carro guía	18	
Taladro	taladro electromagnético	Mecánica	Falla de chuck porta broca	6	
Taladro	T. radial de 1500 mm de alcance para broca de hasta 8" φ	Mecánica	Falla de chuck porta broca	1	
Taladro	T. radial de 1500 mm de alcance para broca de hasta 8" φ	Eléctrica	deterioro de componentes elect de control	5	
Mag. soldar	Cemont de 400 amperios	Mecánica	deterioro de porta electrodo	10	
Mag. soldar	Cemont de 400 amperios	Mecánica	deterioro de grapa a tierra	10	
Mag. soldar	Cemont de 400 amperios	Eléctrica	deterioro de conector de cable porta electrodo	20	
Mag. soldar	Cemont de 400 amperios	Eléctrica	deterioro de conector de cable a tierra	20	
Mag. soldar	Cemont de 400 amperios	Eléctrica	deterioro de mecanismo de variación de amperaje	40	
Mag. soldar	Miller 300 amperios	Mecánica	deterioro de porta electrodo	10	
Mag. soldar	Miller 300 amperios	Mecánica	deterioro de grapa a tierra	10	
Mag. soldar	Miller 300 amperios	Eléctrica	deterioro de conector de cable porta electrodo	20	
Mag. soldar	Miller 300 amperios	Eléctrica	deterioro de conector de cable a tierra	20	
Mag. soldar	Miller 300 amperios	Eléctrica	deterioro de mecanismo de variación de amperaje	40	
Mag. soldar	Miller de 300 amperios portátil electrónica	Mecánica	deterioro de porta electrodo	3	
Mag. soldar	Miller de 300 amperios portátil electrónica	Mecánica	deterioro de grapa a tierra	3	
Mag. soldar	Miller de 300 amperios portátil electrónica	Eléctrica	deterioro de conector de cable porta electrodo	6	
Mag. soldar	Miller de 300 amperios portátil electrónica	Eléctrica	deterioro de conector de cable a tierra	6	
Mag. soldar	Miller de 300 amperios portátil electrónica	Eléctrica	deterioro de mecanismo de variación de amperaje	12	
Mag. soldar	Lincoln monofásica	Mecánica	deterioro de porta electrodo	3	
Mag. soldar	Lincoln monofásica	Mecánica	deterioro de grapa a tierra	3	
Mag. soldar	Lincoln monofásica	Eléctrica	deterioro de conector de cable porta electrodo	6	
Mag. soldar	Lincoln monofásica	Eléctrica	deterioro de conector de cable a tierra	6	
Mag. soldar	Lincoln monofásica	Eléctrica	deterioro de mecanismo de variación de amperaje	12	
Mag. soldar	Esab de 200 amperios portátil	Mecánica	deterioro de porta electrodo	4	
Mag. soldar	Esab de 200 amperios portátil	Mecánica	deterioro de grapa a tierra	4	
Mag. soldar	Esab de 200 amperios portátil	Eléctrica	deterioro de conector de cable porta electrodo	8	
Mag. soldar	Esab de 200 amperios portátil	Eléctrica	deterioro de conector de cable a tierra	8	
Mag. soldar	Esab de 200 amperios portátil	Eléctrica	deterioro de mecanismo de variación de amperaje	16	
Mag. soldar	Soldadura por TIG	Eléctrica	Rotura de cable	8	
Mag. corte	Amoladora de 4 1/2"	Eléctrica	Cambio de carbonés	5	
TOTALES					346

MES	JULIO	ÁREA	CALDERERIA	TIEMPO DE OPERACIÓN (H)	720 horas
EQUIPO	ESPECIFICACIÓN DE EQUIPO	TIPO DE FALLA	DESCRIPCIÓN	HORAS DE FALLA	
Torno horizontal	T. de 3500 de bancada y 1000 mm de volteo sin escote	Mecánica	Falla de chuck universal	24	
Torno horizontal	T. de 3500 de bancada y 1000 mm de volteo sin escote	Eléctrica	sobrecarga de motor eléctrico	1	
Cortadora ejes	de hasta 15" (380 mm)	Eléctrica	deterioro de tablero de control	16	
Cepillo	de 700 mm de carrera	Mecánica	Falla en el sistema de freno	32	
Cepillo	de 700 mm de carrera	Manual	rotura de cabezal de soporte	8	
Taladro	Taladro electromagnético	Mecánica	desgaste de carro guía	18	
Taladro	Taladro electromagnético	Mecánica	Falla de chuck parte broca	6	
Taladro	T. radial de 1500 mm de alcance para brocas de hasta 3" φ	Eléctrica	deterioro de componentes eléctricos de control	5	
Mag. solder	Cemont de 400 amperios	Mecánica	deterioro de porta electrodo	10	
Mag. solder	Cemont de 400 amperios	Mecánica	deterioro de grapa a tierra	10	
Mag. solder	Miller de 300 amperios	Mecánica	deterioro de porta electrodo	10	
Mag. solder	Miller de 300 amperios	Mecánica	deterioro de grapa a tierra	10	
Mag. solder	Miller de 300 amperios portátil electrónica	Mecánica	deterioro de porta electrodo	3	
Mag. solder	Miller de 300 amperios portátil electrónica	Mecánica	deterioro de grapa a tierra	3	
Mag. solder	Lincoln monofásica	Mecánica	deterioro de porta electrodo	3	
Mag. solder	Lincoln monofásica	Mecánica	deterioro de grapa a tierra	3	
Mag. solder	Escb de 200 amperios portátil	Mecánica	deterioro de porta electrodo	4	
Mag. solder	Escb de 200 amperios portátil	Mecánica	deterioro de grapa a tierra	4	
TOTALES				170	

ANEXO 30 -Procesamiento de histórico de fallas inicial de maquinaria

Mes	Abril	Mayo	Junio	Julio
N° Falla	27	20	32	18
Tiempo de Reparación	259	289	346	170
Tiempo de operación	912	864	720	720
MTBF	33.78	43.2	22.5	40
MTTR	9.59	14.45	10.81	9.44
Disponibilidad	77.88%	74.93%	67.54%	80.90%
Mantenimiento Aplicado	Correctivo	Correctivo	Correctivo	Correctivo
Producción alcanzada	766	1014	735	724
Producción Programada	970	1160	865	860
% Rendimiento	78.97%	87.41%	84.97%	84.19%
Cantidad de piezas Scrap	42	62	34	29
%Calidad	94.52%	93.89%	95.37%	95.99%
OEE	58.13%	61.50%	54.74%	65.38%

MTBF	$MTBF = \frac{(\text{Tiempo total de operación})}{(\text{Número de fallas})}$
MTTR	$MTTR = \frac{(\text{Tiempo total de paradas})}{(\text{Número de fallas})}$
Disponibilidad	$Disponibilidad = \frac{(MTBF)}{(MTBF + MTTR)} \times 100$

Rendimiento	$Rendimiento = \frac{(\text{Producción alcanzada})}{(\text{Producción programada})}$
Rendimiento	$Rendimiento = \frac{(\text{Producción alcanzada}) - \text{Piezas Scrap}}{(\text{Producción alcanzada})}$
OEE	$OEE = \text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Calidad}$

ANEXO 31 – Relación de operarios y equipos asignados

	RELACIÓN DE OPERARIOS Y MÁQUINAS DESIGNADAS				EMPRESA INDUSTRIAL S.A.C.
				CÓDIGO	F-GI-060
				VERSIÓN	1.50
				VIGENTE	2022.06.20
ÁREA	CALDERERÍA	ENCARGADO	Edgard Panaspaco de la Cruz	FECHA	04.09.2022
NOMBRE	EQUIPO DESIGNADO			OBSERVACIONES	
Aguilar Villalba, Efraim	torre vertical			1 capacitación	
Bances Taboada, Carlos	cortadora de ejes			sin capacitación	
Camacho Perez, Jim	tronzadora			1 capacitación	
Chavez Quiñones, Wilson	amoladora 9"			1 capacitación	
De la Cruz Pinedo, Andy	miller 300 amperios			sin capacitación	
Estrada Zegarra, Andres	máq. Lincoln			sin capacitación	
Flores Villalva, Carlos	soldadura TIG			1 capacitación	
Llerena Horna, Roberto	taladro radial			1 capacitación	
Molina Dahua, Exzon	amoladora 4 1/2"			sin capacitación	
Monsefu Villa, Ivan	Prensa			1 capacitación	
Palomino Sanchez, Arturo	plasma			sin capacitación	
Quiñones Carrasco, Wilson	esab			sin capacitación	
Reyes Alcántara, Marcos	miller 300 electrónica			1 capacitación	
Segura Santos, Cristian	cement			1 capacitación	
Vega Medina, Segundo	taladro electromagnético			sin capacitación	
			REVISADO:	APROBADO POR:	
			 Ing. Edgard Panaspaco de la Cruz GERENTE GENERAL	 Ing. Edgard Panaspaco de la Cruz GERENTE GENERAL	

ANEXO 32 – Cuestionario de conocimientos al personal operativo

	Cuestionario de conocimiento	
		FECHA 2022.07.20

El cuestionario presentado a continuación es totalmente confidencial, cuyos resultados serán usados para fines netamente investigativos en la tesis titulada "Aplicación de Lean Manufacturing Para Mejorar la Productividad en el Área de Calderería de la Empresa Ecromsa Industrial S.A.C.

I. INSTRUCCIONES:

A continuación, se le presentará una serie de preguntas que deberán ser respondidas con sinceridad, marque con un aspa dentro del cuadro, según su criterio "SI" o "NO", agradecemos la participación del personal del área de calderería.

II. PREGUNTAS:

1. ¿Cuenta con el conocimiento para operar los equipos a su cargo?

SI NO

2. ¿La compañía los capacita para el uso adecuado de la maquinaria?

SI NO

3. ¿Revisa la condición del equipo antes de operarlo?

SI NO

4. ¿Ya ha operado con maquinarias de este tipo anteriormente?

SI NO

5. ¿Cuenta con el conocimiento para darle el tratamiento oportuno a su equipo?

SI NO

6. ¿Si el equipo se daña o presenta una falla, busca la manera de solucionarlo?

SI NO

7. ¿El área de mantenimiento, se comunica con ustedes cuando los equipos fallan?

SI NO

8. ¿Existe un plan auxiliar, para evitar paradas cuando el equipo falla?

SI NO

El cuestionario presentado a continuación es totalmente confidencial, cuyos resultados serán usados para fines netamente investigativos en la tesis titulada "Aplicación de Lean Manufacturing Para Mejorar la Productividad en el Área de Calderería de la Empresa Ecromsa Industrial S.A.C.

I. INSTRUCCIONES:

A continuación, se le presentará una serie de preguntas que deberán ser respondidas con sinceridad, marque con un aspa dentro del cuadro, según su criterio "SI" o "NO", agradecemos la participación del personal del área de calderería.

II. PREGUNTAS:

1. ¿Cuenta con el conocimiento para operar los equipos a su cargo?
SI NO
2. ¿La compañía los capacita para el uso adecuado de la maquinaria?
SI NO
3. ¿Revisa la condición del equipo antes de operarlo?
SI NO
4. ¿Ya ha operado con maquinarias de este tipo anteriormente?
SI NO
5. ¿Cuenta con el conocimiento para darle el tratamiento oportuno a su equipo?
SI NO
6. ¿Si el equipo se daña o presenta una falla, busca la manera de solucionarlo?
SI NO
7. ¿El área de mantenimiento, se comunica con ustedes cuando los equipos fallan?
SI NO
8. ¿Existe un plan auxiliar, para evitar paradas cuando el equipo falla?
SI NO

El cuestionario presentado a continuación es totalmente confidencial, cuyos resultados serán usados para fines netamente investigativos en la tesis titulada "Aplicación de Lean Manufacturing Para Mejorar la Productividad en el Área de Calderería de la Empresa Ecromsa Industrial S.A.C.

I. INSTRUCCIONES:

A continuación, se le presentará una serie de preguntas que deberán ser respondidas con sinceridad, marque con un aspa dentro del cuadro, según su criterio "SI" o "NO", agradecemos la participación del personal del área de calderería.

II. PREGUNTAS:

1. ¿Cuenta con el conocimiento para operar los equipos a su cargo?
SI NO
2. ¿La compañía los capacita para el uso adecuado de la maquinaria?
SI NO
3. ¿Revisa la condición del equipo antes de operarlo?
SI NO
4. ¿Ya ha operado con maquinarias de este tipo anteriormente?
SI NO
5. ¿Cuenta con el conocimiento para darle el tratamiento oportuno a su equipo?
SI NO
6. ¿Si el equipo se daña o presenta una falla, busca la manera de solucionarlo?
SI NO
7. ¿El área de mantenimiento, se comunica con ustedes cuando los equipos fallan?
SI NO
8. ¿Existe un plan auxiliar, para evitar paradas cuando el equipo falla?
SI NO

Consolidado de respuestas

N°	PREGUNTA	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10	O11	O12	O13	O14	O15
1	¿Cuenta con el conocimiento para operar los equipos a su cargo?	SI	SI	SI	SI	NO	NO									
2	¿La compañía los capacita para el uso adecuado de la maquinaria?	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO							
3	¿Revisa la condición del equipo antes de operarlo?	SI	NO	NO	NO	NO	SI	SI								
4	¿Ya ha operado con maquinarias de este tipo anteriormente?	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI
5	¿Cuenta con el conocimiento para darle el tratamiento oportuno a su equipo?	SI	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO						
6	¿Si el equipo se daña o presenta una falla, busca la manera de solucionarlo?	SI	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO
7	¿El área de mantenimiento se comunica con ustedes cuando los equipos fallan?	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO						
8	¿Existe un plan auxiliar, para evitar paradas cuando el equipo falla?	SI	NO	NO	NO	NO	SI	SI								

Resumen de respuesta

Preguntas	TOTAL SI	TOTAL NO
¿Cuenta con el conocimiento necesario para operar los equipos a su cargo?	13	2
¿La compañía los capacita para el uso adecuado de la maquinaria?	2	13
¿Revisa la condición del equipo antes de operarlo?	3	12
¿Ya ha operado con maquinarias de este tipo anteriormente?	13	2
¿Cuenta con el conocimiento para darle el tratamiento oportuno a su equipo si en caso falla?	2	13
¿Si el equipo se daña o presenta una falla, busca la manera de solucionarlo?	6	9
¿El área de mantenimiento se comunica con ustedes cuando los equipos fallan?	7	8
¿Existe un plan auxiliar para evitar paradas cuando el equipo falla?	3	12

ANEXO 33 – Cronograma de capacitaciones

ITEM	TEMA	AREA	FECHA	DURACIÓN	ESTADO	PONENTE	N° ASISTENTES	N° TOTAL DE TRABAJADORES	2022					2023		
									AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	
1	Conceptos básicos del trabajo con máquinas de poder (Amoladora)	CALDERERIA	6/09/2022	2 horas	COMPLETADO	Encargado de mantenimiento	7	15								
2	Aprender a soldar con electrodos. (Soldadura TIG - MIG - Soldadura Electrodo)	CALDERERIA	21/09/2022	2 horas	NO REALIZADO	Encargado de mantenimiento	-	15								
3	Correcto cambio de brocas (taladros)	CALDERERIA	11/10/2022	2 horas	COMPLETADO	Encargado de mantenimiento	9	15								
4	Principios de seguridad para el uso de la tronzadora y amoladora	CALDERERIA	27/10/2022	2 horas	PLANIFICADO	Encargado de mantenimiento		15								
5	Partes de un motor (rotor-estator-carcasa)	CALDERERIA	7/11/2022	1.5 horas	PLANIFICADO	Encargado de mantenimiento	10	15								
6	Sobrecargas en motores eléctricos	CALDERERIA	25/11/2022	2 horas	PLANIFICADO	Encargado de mantenimiento	11	15								
7	Manejo de porta electrodos y conexión a tierra	CALDERERIA	16/12/2022	2 horas	PLANIFICADO	Encargado de mantenimiento		15								
8	Partes fundamentales de los equipos de corte (estructura - piezas)	CALDERERIA	4/01/2023	2 horas	PLANIFICADO	Encargado de mantenimiento		15								
9	Normas y parámetros para los equipos de presión	CALDERERIA	19/01/2023	1.5 horas	PLANIFICADO	Encargado de mantenimiento		15								

ANEXO 34 – Check list de actividades de mantenimiento autónomo

	CUMPLIMIENTO DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO		
	CÓDIGO	F-GI-057	
	VERSIÓN	1.00	
	VIGENTE	2022.07.27	

ÁREA	Calderería	RESPONSABLE	JIM CAMACHO
SUPERVISOR	Edgard Panaspaco de la Cruz	EQUIPO	AMOLADORA 9"
FRECUENCIA	Diario	FECHA	09.09.22

ITEM	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	¿SE REALIZÓ?			OBSERVACIONES
		SI	NO	NO APLICA	
1	Limpieza general del equipo	X			
2	Revisión del estado de lubricación del equipo	X			
3	Inspección de componentes		X		
4	Revisión de herramientas manuales para inspección		X		
5	Reportes por avería en la tarjeta TPM	X			
6	Reportes al encargado del Área asignada	X			
7	Actualización del estado de la maquinaria	X			
8	Se dio solución a la anomalía y(o) avería	X			

ANOTACIONES:

REVISADO POR	APROBADO POR
	

	CUMPLIMIENTO DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO		
	CÓDIGO	F-GI-057	
	VERSIÓN	1.00	
	VIGENTE	2022.07.27	

ÁREA	Calderería	RESPONSABLE	ALCIDES MONSEFU
SUPERVISOR	Edgard Panaspaco de la Cruz	EQUIPO	CORTADORA DE EJES
FRECUENCIA	Diario	FECHA	21.09.22

ITEM	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	¿SE REALIZÓ?			OBSERVACIONES
		SI	NO	NO APLICA	
1	Limpieza general del equipo	X			
2	Revisión del estado de lubricación del equipo		X		NO HABIA INSUMO
3	Inspección de componentes	X			
4	Revisión de herramientas manuales para inspección	X			
5	Reportes por avería en la tarjeta TPM	X			
6	Reportes al encargado del Área asignada	X			
7	Actualización del estado de la maquinaria	X			
8	Se dio solución a la anomalía y(o) avería	X			

ANOTACIONES:

REVISADO POR	APROBADO POR
	

ANEXO 35 – Plan de mantenimiento de equipos seleccionados

Cronograma de actividades de mantenimiento – 2022																					
EMPRESA	ECROMSA INDUSTRIAL S.A.C.	AREA	CALDERERÍA	N° EQUIPOS	5																
Equipo	Actividad	Veces al año	Frecuencia	Duración (Horas)	N° Personas	SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE							
						S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4				
Máquina Miller de 300 amperios	Reparación/reemplazo de cable de soldadura	4	Trimestral	2	1	E															
	Engrase al eje de motor de empuje	4	Trimestral	1.5	1	E															
	Revisión de puentes de voltaje	24	Quincenal	1	1		E	E	NE	E	E	E	E	E							
	Verificación de brazo porta electrodo	24	Quincenal	1	2		E	E		E	E	E	E	E							
	Limpieza del tubo de contacto o forro de pistola	24	Quincenal	2.5	1		E	NE		E	E	E	E	E							
	Ajuste de conexiones y resistencia de cables	12	Mensual	2	1				E			E			E						
	Limpieza con aire comprimido	24	Quincenal	1.5	1		E		E	E	NE		E	NE							
Amoladora 9"	Ajuste de tornillos de montaje	48	Semanal	1.5	1	E	E	NE	E	E	E	E	E	E	E						
	Limpieza con aire comprimido en las ranuras de ventilación	24	Quincenal	2	1		E	NE		E		E	NE	E							
	Inspección de lubricación de engranaje	48	Semanal	1	1	E	NE	E	E	NE	E	E	NE	E	E						
	Desmontar las partes de la válvula y limpiar	12	Mensual	2	2			E			E			E							
	Verificación de bobinas y cable de alimentación	24	Quincenal	1	1		E		E		E		E	E							
	Control de desgaste de carbones	12	Mensual	1.5	2			E			E			E							
	Desmante e inspección general del motor	12	Mensual	2.5	2			E			E			E							
Amoladora 4 ½ "	Ajuste de tornillos de montaje	48	Semanal	1.5	1	E	E	NE	E	E	E	E	E	E	E						
	Limpieza con aire comprimido en las ranuras de ventilación	24	Quincenal	2	1		E	NE		E		E	NE	E							
	Inspección de lubricación de engranaje	48	Semanal	1	1	E	NE	E	E	NE	E	E	NE	E	E						
	Desmontar las partes de la válvula y limpiar	12	Mensual	2	2			E			E			E							
	Verificación de bobinas y cable de alimentación	24	Quincenal	1	1		E		E		E		E	E							
	Control de desgaste de carbones	12	Mensual	1.5	2			E			E			E							
	Desmante e inspección general del motor	12	Mensual	2.5	2			E			E			E							
Taladro Electromagnético	Cambio de piloto	4	Trimestral	1.5	1	E															
	Cambio de piñones por desgaste	4	Trimestral	2	1	E															
	Afilar el cortador anular	12	Mensual	1.5	2				E		E			E							
	Ajuste de los retenedores para carro guía	24	Quincenal	1.5	1		E	NE		E	E	E	E	E							
	Cambio de las escobillas	12	Mensual	1.5	1			E			E			E							
	Alineación de escuadra de soporte	12	Mensual	1.5	1				E		E			E							
	Ajuste de pernos y sujetadores	24	Quincenal	1	1		E		E		E		NE	E							
Cemont de 400 amperios	Limpieza con aire comprimido en el conmutador de potencia	24	Quincenal	1.5	1		NE		E	E	E	E	E	NE							
	Ajustar los hilos del conmutador	24	Quincenal	1	1		E		E	NE	E	E	E	E							
	Control de estado de los sopletes	24	Quincenal	1.5	1		E		E		E		E	E							
	Cambio de circuitos electrónicos	12	Mensual	2	2			E			E			E							
	Desmontaje de electroválvula y limpieza del orificio y obturador	12	Mensual	2.5	2			E			E			E							
	Control de la integridad de los cables	24	Quincenal	1	1		E		E	NE	E		NE	E							
	Verificación de brazo porta electrodo	24	Quincenal	1	2		E		E		E		NE	E							

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO - AÑO 2023

EMPRESA	ECROMSA INDUSTRIAL S.A.C.			ÁREA	CALDERERÍA		N° EQUIPOS		5		RANGO		12 MESES		SUPERVISOR		EDGARD PANASPAICO DE LA CRUZ																
EQUIPO	ACTIVIDAD	VECES AL AÑO	FRECUENCIA	DURACIÓN (HORAS)	N° PERSONAS	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE					
						S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Máquina miller de 300 amperios	Reparación/reemplazo de cable de soldadura	4	TRIMESTRAL	2	1																												
	Engrase al eje de motor de empuje	4	TRIMESTRAL	1.5	1																												
	Revisión de puentes de voltaje	24	QUINCENAL	1	1	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	Verificación de brazo porta electrodo	24	QUINCENAL	1	2	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	Limpieza del tubo de contacto o forro de pistola	24	QUINCENAL	2.5	1	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	Ajuste de conexiones y resistencia de cables	12	MENSUAL	2	1																												
Amoladora 9"	Limpieza con aire comprimido	24	QUINCENAL	1.5	1	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	Ajuste de tornillos de montaje	48	SEMANTAL	1.5	1	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	Limpieza con aire comprimido en las ranuras de ventilación	24	QUINCENAL	2	1	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	Inspección de lubricación de engranaje	48	SEMANTAL	1	1	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	Desmontar las partes de la valvula y limpiar	12	MENSUAL	2	2																												
	Verificación de bobinas y cable de alimentación	24	QUINCENAL	1	1	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Amoladora 4 1/2"	Control de desgaste de carbones	12	MENSUAL	1.5	2																												
	Desmonte e inspección general del motor	12	MENSUAL	2.5	2																												
	Ajuste de tornillos de montaje	48	SEMANTAL	1.5	1	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	Limpieza con aire comprimido en las ranuras de ventilación	24	QUINCENAL	2	1	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	Inspección de lubricación de engranaje	48	SEMANTAL	1	1	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	Desmontar las partes de la valvula y limpiar	12	MENSUAL	2	2																												
Taladro Electromagnético	Verificación de bobinas y cable de alimentación	24	QUINCENAL	1	1	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	Control de desgaste de carbones	12	MENSUAL	1.5	2																												
	Desmonte e inspección general del motor	12	MENSUAL	2.5	2																												
	Cambio de piloto	4	TRIMESTRAL	1.5	1																												
	Cambio de piñones por desgaste	4	TRIMESTRAL	2	1																												
	Afilado del cortador anular	12	MENSUAL	1.5	2																												
Cemont de 400 amperios	Ajuste de los retenedores para carro guía	24	QUINCENAL	1.5	1	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	Cambio de las escobillas	12	MENSUAL	1.5	1																												
	Alineación de escuadra de soporte	12	MENSUAL	1.5	1																												
	Ajuste de pernos y sujetadores	24	QUINCENAL	1	1	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	Limpieza con aire comprimido para el conmutador de potencia	24	QUINCENAL	1.5	1	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	Ajustar los hilos del conmutador	24	QUINCENAL	1	1	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P

LEYENDA	
P	PLANEADO
E	EJECUTADO
NE	NO EJECUTADO

ANEXO 36 – Manuales de operación de equipos

A. Máquina de Soldar Cemont 400 - 450 - 600



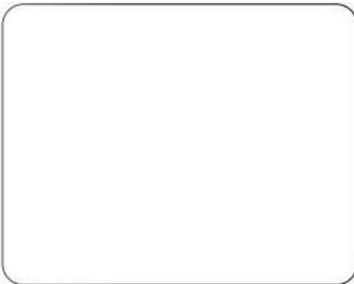
MT 450 - MT 600

CE

ISTRUZIONI PER LA SICUREZZA NELL'USO E PER LA MANUTENZIONE
SAFETY INSTRUCTION FOR USE AND MAINTENANCE
INSTRUCTION DE SECURITE D'EMPLOI ET D'ENTRETIEN
BETRIEBS- WARTUNGS- UND SICHERHEITSANLEITUNG
INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD, EMPLEO Y MANTENIMIENTO
INSTRUÇÕES DE SEGURANÇA DE UTILIZAÇÃO E DE MANUTENÇÃO

CONSERVARE IL PRESENTE LIBRETTO
DO NOT DESTROY THIS MANUAL
CONSERVER CE LIVRET D'INSTRUCTIONS
DAS VORLIEGENDE HANDBUCH GUT AUFBEWAHREN
CONSERVAR EL PRESENTE MANUAL
CONSERVE ESTE MANUAL

● I dati, gli schemi elettrici e le istruzioni d'uso e manutenzione contenuti nel presente libretto sono validi soltanto per l'impianto del modello e con il numero di matricola indicato nell'adesivo. ● The technical specifications and the wiring diagrams contained in this user manual are valid only for the model system which has the serial number indicated on the sticker. ● Les informations, les schémas électriques et les instructions pour l'utilisation et la maintenance contenus dans ce livret sont valables uniquement pour le type de modèle ayant le numéro de matricule indiqué sur l'adhésif. ● Die in diesem Handbuch enthaltenen Daten, Schaltpläne und Gebrauchs- und Wartungshinweise sind nur für das Modell der Anlage gültig, das zusammen mit der entsprechenden Seriennummer auf dem Aufkleber angegeben wird. ● Los datos, los esquemas eléctricos y las instrucciones de uso y mantenimiento contenidos en el presente manual son válidos sólo para la instalación del modelo y con el número de matricula indicado en el adhesivo. ● Os dados, esquemas elétricos, instruções de utilização e manutenção contidos neste Manual são válidos apenas para o sistema do modelo com o número de matricula indicado no adesivo.

000034016 Rev.00

TIPO DE AVERIA	CAUSAS POSIBLES	CONTROLES Y SOLUCIONES
Potencia de soldadura reducida.	Cable de masa erróneamente conectado.	Controlar la integridad del cable y sobre todo que las pinzas de masa sean eficaces y que se cierren sobre la pieza a soldar, que debe estar limpia de óxido, grasa o pintura.
	Hilo desconectado o atascado sobre los conmutadores.	Controlar, apretar o eventualmente sustituir.
	Contacto averiado.	Controlar los contactos y el funcionamiento mecánico del teleinterruptor.
	Rectificador averiado.	Controlar que no haya signos evidentes de quemaduras; en caso afirmativo, sustituirlo.
Soldadura porosa (a esponja)	Ausencia de gas.	Controlar la presencia del gas y la presión de salida del mismo.
	Corrientes de aire en la zona de soldadura.	Usar una protección adecuada. Aumentar eventualmente la presión de salida del gas.
	Algunos orificios del difusor están atascados.	Limpiar los orificios atascados con un chorro de aire.
	Pérdidas de gas debidas a la rotura de algunos tubos, incluso a lo largo del soplete.	Controlar y sustituir la parte defectuosa.
	Electroválvula bloqueada.	Controlar el funcionamiento de la electroválvula y la conexión eléctrica.
	Reductor de presión averiado.	Controlar el funcionamiento sacando el tubo de conexión del reductor a la máquina.
Salida continua del gas.	Electroválvula gastada o sucia.	Desmontar la electroválvula y limpiar el orificio y el obturador.
	Apretando el pulsador del soplete no se obtiene ningún efecto.	Interruptor del soplete defectuoso, cables de mando desconectados o interrumpidos.
Fusible quemado.		Sustituirlo con otro de la misma capacidad.
Conmutador de potencia averiado.		Limpiar con aire, controlar el apriete de los hilos, sustituirlo.
Circuito electrónico averiado.		Sustituirlo.

(E) 8

B. Máquina de soldar Miller 300



OM-1317/spa 185 529K

noviembre 1998

Procesos

Soldadura MIG
 Soldadura MIG con Alambre Tubular

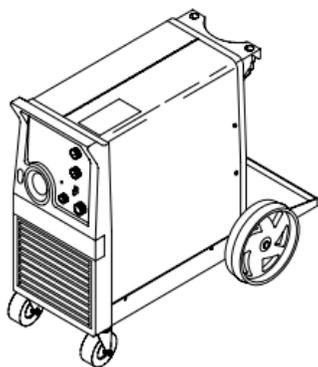
Descripción



Fuente de Poder para Soldadura de Arco

Alimentador de alambre

Millermatic® 300



MANUAL DEL OPERADOR



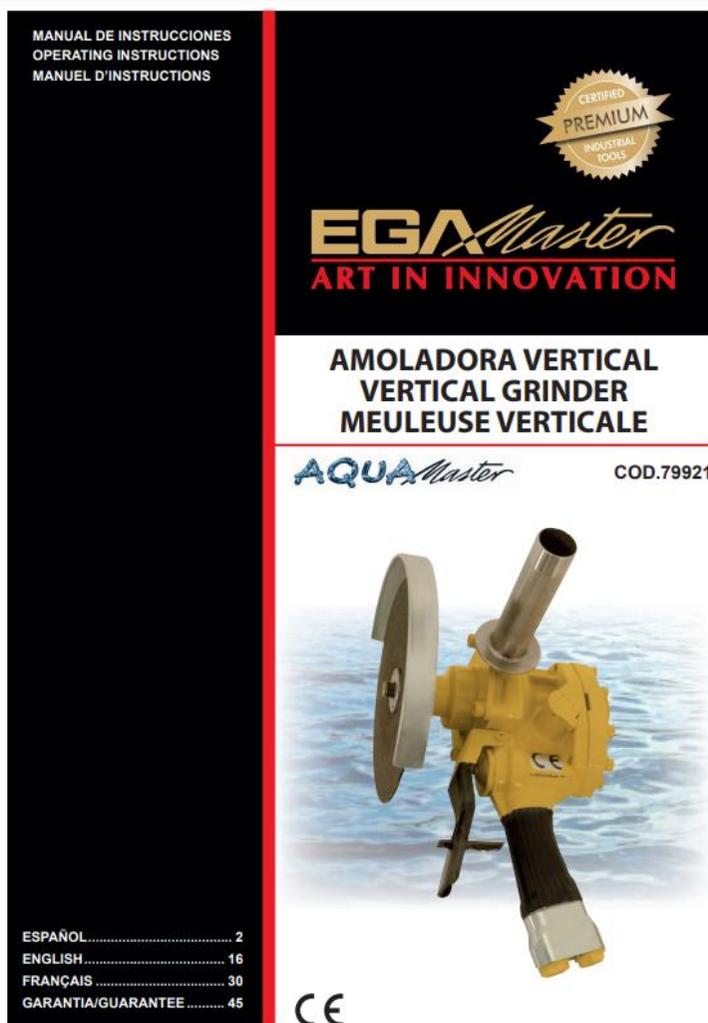
Nuestro Web mundial es
www.MillerWelds.com

4-6. Corrección de Averías



Dificultad	Remedio
No hay salida de suelda; el alambre no devana.	<p>Asegúrese que el desconector principal esté Prendido (véase Sección 2-12).</p> <p>Reemplace el fusible de la línea o rearme el bréiquer si está abierto (véase Sección 2-12).</p> <p>Rearme el bréiquer de circuito CB1 (véase Sección 4-2).</p> <p>Asegúrese la conexión del gatillo de la pistola (véase Sección 2-5).</p> <p>Haga que la estación de servicio autorizada por la fábrica chequee el interruptor de potencia.</p> <p>Haga que la estación de servicio autorizada por la fábrica chequee todas las conexiones de tablero y el tablero de control principal.</p>
No hay salida de suelda; el alambre alimenta.	<p>El termóstato TP2 o TP3 está abierto (sobrecalentado). Permita que el ventilador corra; el termóstato se cierra cuando la unidad se ha enfriado (véase Sección 2-2).</p> <p>Conecte la grampa de trabajo para conseguir un buen contacto de metal a metal.</p> <p>Reemplace el tubo de contacto (véase el Manual de Operario de la Pistola de Soldar).</p> <p>Una condición de sobrecarga ha ocurrido. Suelte el gatillo (véase Sección 4-3).</p> <p>Haga que la estación de servicio autorizada por la fábrica chequee el tablero de control principal y rectificador de principal.</p>
Salida de suelda baja.	<p>Conecte la unidad al voltaje de entrada apropiado o chequee por voltaje baja de línea de entrada (véase Sección 2-12).</p> <p>Chequee los puentes de voltaje y corrija su posición si es necesario (véase Sección 2-12).</p> <p>Haga que la estación de servicio autorizada por la fábrica, o distribuidor de servicio chequee el tablero de control principal.</p>
Velocidad muy alta, muy baja o errática.	<p>Reajuste los valores de velocidad en el panel frontal (véase Sección 3-1).</p> <p>Cambie o corrija el tamaño de los rodillos de alimentación (véase Sección 4-4).</p> <p>Reajuste la presión de los rodillos de alimentación (véase Sección 2-13).</p> <p>Reemplace la guía de entrada, el tubo de contacto, y/o el forro interno si es necesario (véase al Manual de Operario de la Pistola de Soldar).</p> <p>Chequee la posición de los puentes de entrada (véase Sección 2-12).</p> <p>Haga que la estación de servicio autorizada por la fábrica chequee el tablero de control principal.</p>
No hay alimentación de alambre.	<p>Rearme el bréiquer de circuito CB1 (véase Sección 4-2).</p> <p>De vueltas al control de velocidad del alambre a una posición más alta (véase Sección 3-1).</p> <p>Quite cualquier obstrucción que hubiera en el tubo de contacto o forro de la pistola (véase al Manual de Operario de la Pistola de Soldar).</p> <p>Reajuste la presión de los rodillos de alimentación (véase Sección 2-13).</p> <p>Cambie a rodillos de alimentación correctos (véase Sección 4-4).</p> <p>Reinserte el alambre de soldadura (véase Sección 2-13).</p> <p>Chequee el gatillo de la pistola y los alambres. Repare o reemplace la pistola se es necesario. Pistola de Soldar no incluida.</p> <p>Haga que la estación de servicio autorizada por la fábrica, o distribuidor de servicio chequee el tablero de control principal.</p>

C. Amoladora



SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

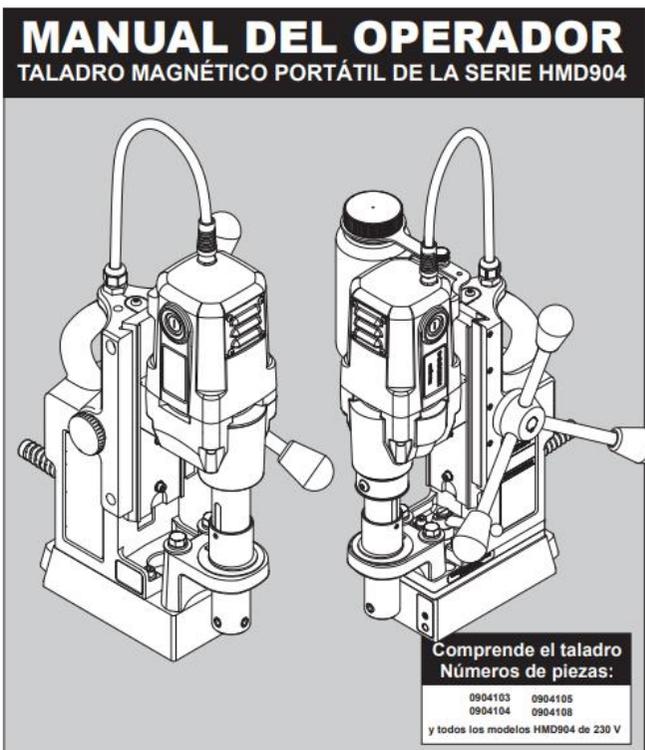
En caso de problemas compruebe, si todas las instrucciones contenidas en la documentación técnica se han cumplido, y haga los ajustes pertinentes, si fuera necesario.

La siguiente tabla muestra posibles problemas y causas:

	Problema	Causa	Solución
a	La máquina no se enciende	No está conectado al suministro hidráulico	Conexión y apertura de la línea hidráulica
		La válvula no está accionada	Accionar la válvula
b	Palanca de la válvula se atasca	Impurezas en la válvula	Desmontar las partes de la válvula y limpiar
c	La máquina es muy lenta	Presión de operación muy baja	Aumente la presión de operación en la máquina
		El dispositivo de ajuste se atasca	Desmontar el motor, limpiar y reemplazar las partes desgastadas
		Fricción de rodamiento en el engranaje	Desmontar el engranaje, limpiar, reemplazar las partes desgastadas
d	Fricción deficiente del rodamiento	Abundante suciedad en el compartimento del motor	Desmontar el motor, limpiar
		Rotura de partes del motor	Reemplazar las partes desgastadas
e	La máquina hace ruidos fuertes	Fricción deficiente del rodamiento	Reemplazar las partes desgastadas
		Sistema de engranajes de dientes demasiado suelto	

Si es necesario, envíe la máquina al fabricante.

D. Taladro Electromagnético



OM9040614B Impreso en EE. UU.

MANTENIMIENTO

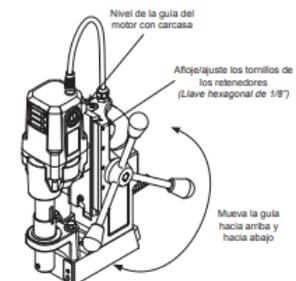
Para minimizar el desgaste de las piezas móviles, asegurarse de que el taladro magnético funcione sin problemas y prolongar su vida útil, se debe realizar el siguiente procedimiento de mantenimiento periódicamente, según el uso.

1. Ocúpese regularmente de apretar todos los sujetadores y reemplazar las piezas gastadas.
2. Revise las escobillas del motor y reemplácelas si están gastadas.
3. Revise el cable de alimentación y el cable que conecta el panel con el motor. Si están agrietados o pelados, lívelos a un centro de reparación para reemplazarlos.
4. Aplique grasa en las colas de milano deslizantes, los retenedores de bronce y la cremallera del engranaje de avance. Para obtener mejores resultados, utilice el lubricante Cyprina-RA de Shell u otro similar.
5. Retire el árbol (ver la desinstalación del árbol en la página 14) y aplique grasa en el cojinete de la escuadra de soporte delantera. Utilice el lubricante Cyprina-RA de Shell u otro similar.

AJUSTE DE LOS RETENEDORES

1. Revise los retenedores del árbol regularmente para asegurarse de que estén ajustados. Apriételos según sea necesario.
2. Afloje todos los tornillos de los retenedores.
3. Mueva el taladro hacia abajo y hacia arriba varias veces, y luego, con la parte superior de la guía del motor alineada con la parte superior de la carcasa, apriete los tornillos del retenedor hasta que sienta que tocan el retenedor de acero.
4. Vuelva a mover el taladro hacia abajo y hacia arriba nuevamente.
5. Ajuste los tornillos de los retenedores de modo que la presión sea uniforme de arriba a abajo. (La parte superior de la guía del motor debe estar alineada con la parte superior de la carcasa).
6. Apriete los tornillos de los retenedores girándolos 1/8 o 1/4 de vuelta, según prefiera.
7. Los retenedores deben estar lo suficientemente ajustados para que la guía se mueva hacia arriba y hacia abajo con facilidad, sin oscilar ni sacudirse. (Si los retenedores están flojos, se romperá el cortador anular).

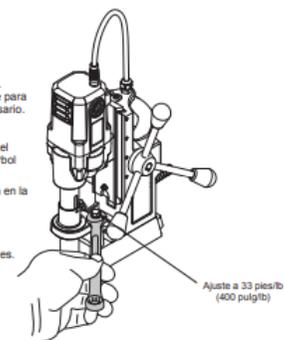
NOTA: lubrique los retenedores periódicamente.



AJUSTE DEL ÁRBOL

Ajuste los retenedores antes de ajustar la escuadra de soporte delantera.

1. La escuadra de soporte del árbol puede aflojarse con el tiempo. Revise los pernos del soporte de fijación del árbol regularmente para asegurarse de que estén ajustados. Apriételos según sea necesario.
2. Afloje los pernos de la escuadra de soporte del árbol.
3. Asegúrese de que la parte superior del árbol esté alineada con el reborde del eje de salida del motor. Controle, además, que el árbol esté firmemente ajustado.
4. Gire la manija de avance hasta que el motor y el husillo queden en la parte inferior de su recorrido.
5. Apriete los pernos del soporte de fijación del árbol.
6. Mueva la guía hacia arriba y hacia abajo varias veces para asegurarse de que se desplace uniformemente, sin obstrucciones.



ANEXO 37 – Segunda toma de datos de falla

MES	SETIEMBRE	ÁREA	CALDERERIA	TIEMPO DE OPERACIÓN	
-----	-----------	------	------------	---------------------	--

EQUIPO	ESPECIFICACIÓN DE EQUIPO	TIPO DE FALLA	DESCRIPCIÓN	HORAS DE FALLA (H)
Taladro	Taladro Electromagnético	Mecánica	Desgaste de carro guía	13
Taladro	Taladro Electromagnético	Mecánica	Falla de chuck porta broca	4
Máquina de soldar	Cemont de 400 amperios	Mecánica	Deterioro de porta electrodo	6
Máquina de soldar	Cemont de 400 amperios	Mecánica	Deterioro de grapa a tierra	7
Máquina de corte	Amoladoras de 9"	Eléctrica	Deterioro de rodamiento para giro de motor	16
Máquina de soldar	Máquinas miller de 300 amperios	Mecánica	Deterioro de porta electrodo	8
Máquina de soldar	Máquinas miller de 300 amperios	Mecánica	Deterioro de grapa a tierra	8
TOTALES				62

MES	OCTUBRE	ÁREA	CALDERERIA	TIEMPO DE OPERACIÓN	
-----	---------	------	------------	---------------------	--

EQUIPO	ESPECIFICACIÓN DE EQUIPO	TIPO DE FALLA	DESCRIPCIÓN	HORAS DE FALLA (H)
Taladro	Taladro Electromagnético	Mecánica	Desgaste de carro guía	13
Taladro	Taladro Electromagnético	Mecánica	Falla de chuck porta broca	3
Máquina de soldar	Cemont de 400 amperios	Mecánica	Deterioro de porta electrodo	5
Máquina de soldar	Cemont de 400 amperios	Mecánica	Deterioro de grapa a tierra	7
Máquina de corte	Amoladoras de 9"	Eléctrica	Deterioro de rodamiento para giro de motor	10
Máquina de soldar	Amoladoras de 4 1/2"	Mecánica	Cambio de carbones	7
Máquina de soldar	Máquinas miller de 300 amperios	Mecánica	Deterioro de grapa a tierra	7
Máquina de soldar	Máquinas miller de 300 amperios	Mecánica	Deterioro de grapa a tierra	7
TOTALES				57

MES	OCTUBRE	ÁREA	CALDERERIA	TIEMPO DE OPERACIÓN	
-----	---------	------	------------	---------------------	--

EQUIPO	ESPECIFICACIÓN DE EQUIPO	TIPO DE FALLA	DESCRIPCIÓN	HORAS DE FALLA (H)
Taladro	Taladro Electromagnético	Mecánica	Desgaste de carro guía	13
Taladro	Taladro Electromagnético	Mecánica	Falla de chuck porta broca	4
Máquina de soldar	Cemont de 400 amperios	Mecánica	Deterioro de porta electrodo	3
Máquina de soldar	Cemont de 400 amperios	Mecánica	Deterioro de grapa a tierra	5
Máquina de corte	Amoladoras de 9"	Eléctrica	Deterioro de rodamiento para giro de motor	1
Máquina de soldar	Máquinas miller de 300 amperios	Mecánica	Deterioro de porta electrodo	7
Máquina de soldar	Máquinas miller de 300 amperios	Mecánica	Deterioro de grapa a tierra	8
TOTALES				51

ANEXO 38 -Procesamiento de histórico de fallas de maquinaria

Mes	Setiembre	Octubre	Noviembre
N° Falla	24	18	15
Tiempo de Reparación	234	259	150
Tiempo de operación	890	860	715
MTBF	37.08	47.78	47.67
MTTR	9.75	14.39	10.00
Disponibilidad	79.18%	76.99%	82.66%
Mantenimiento Aplicado	Correctivo	Correctivo	Correctivo
Producción alcanzada	973	1046	1068
Producción Programada	1135	1195	1178
% Rendimiento	85.73%	87.53%	90.66%
Cantidad de piezas Scrap	40	59	30
%Calidad	95.89%	94.36%	97.19%
OEE	65.09%	63.48%	72.84%

MTBF	$MTBF = \frac{(\text{Tiempo total de operación})}{(\text{Número de fallas})}$
MTTR	$MTTR = \frac{(\text{Tiempo total de paradas})}{(\text{Número de fallas})}$
Disponibilidad	$Disponibilidad = \frac{(MTBF)}{(MTBF + MTTR)} \times 100$

Rendimiento	$Rendimiento = \frac{(\text{Producción alcanzada})}{(\text{Producción programada})}$
Rendimiento	$Rendimiento = \frac{(\text{Producción alcanzada}) - \text{Piezas Scrap}}{(\text{Producción alcanzada})}$
OEE	$OEE = \text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Calidad}$

ANEXO 39 – Ficha de registro de producción final

Ficha de Registro de Producción Final

Semana	Tiempo empleado (horas)	Tiempo programado (horas)	Ind. Eficiencia obtenida (EF)	Producción alcanzada (Piezas)	Producción programada (Piezas)	Ind. Eficacia Obtenido (FF) - Rendimiento	Productividad Parcial [Piezas /Hora]	Cantidad de Trabajadores	Productividad Mano de Obra [Piezas /(Hora-Hombre)]
1	41.2	48	85.83%	245	290	84.48%	5.947	15	0.396
2	40.3	48	83.96%	233	270	86.30%	5.782	15	0.385
3	41.9	48	87.29%	230	270	85.19%	5.489	15	0.366
4	42.5	48	88.54%	265	305	86.89%	6.235	15	0.416
5	34.7	40	86.75%	235	270	87.04%	6.772	15	0.451
6	42.1	48	87.71%	264	300	88.00%	6.271	15	0.418
7	40.2	48	83.75%	272	305	89.18%	6.766	15	0.451
8	35.2	40	88.00%	275	320	85.94%	7.813	15	0.521
9	43.0	48	89.58%	260	290	89.66%	6.047	15	0.403
10	43.2	48	90.00%	275	308	89.29%	6.366	15	0.424
11	41.0	48	85.42%	266	290	91.72%	6.488	15	0.433
12	43.5	48	90.63%	267	290	92.07%	6.138	15	0.409
13	43.8	48	91.25%	273	290	94.14%	6.233	15	0.445
14	35.3	40	88.25%	275	298	92.28%	7.790	14	0.556
								14	

Eficiencia	$E = \frac{\text{Tiempo Empleado}}{\text{Tiempo programado}}$
Eficacia	$E = \frac{\text{Producción alcanzada}}{\text{Producción programada}}$

Productividad Parcial	$PP = \frac{\text{Producción Alcanzada}}{\text{Tiempo Empleado}}$
Productividad de Mano de Obra	$PMO = \frac{\text{Producción Alcanzada}}{(\text{Cantidad de Trabajadores} \cdot \text{Tiempo Empleado})}$

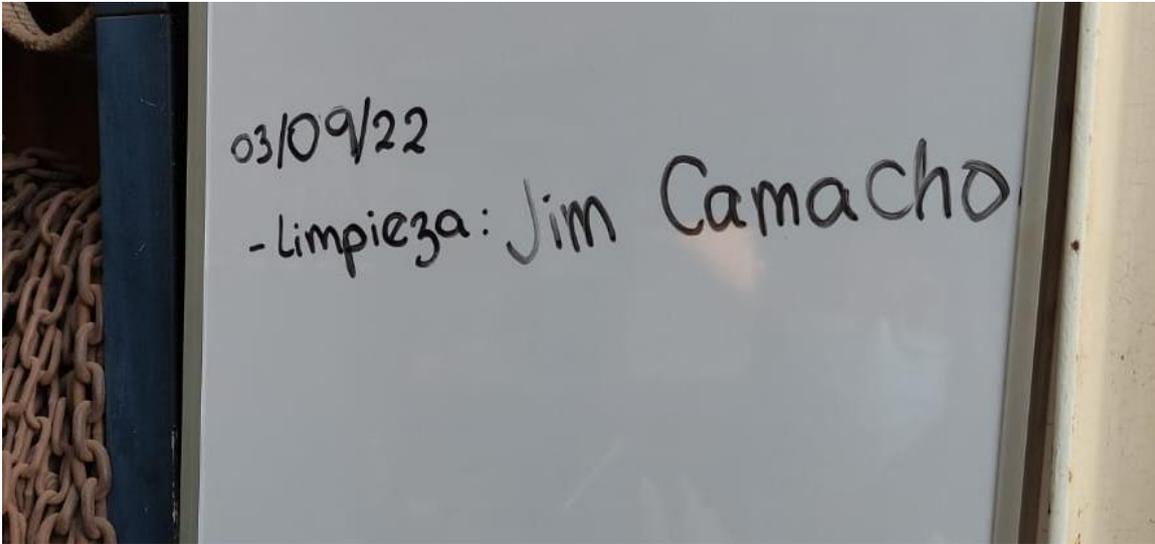
ANEXO 40 – Aplicación de tarjetas rojas



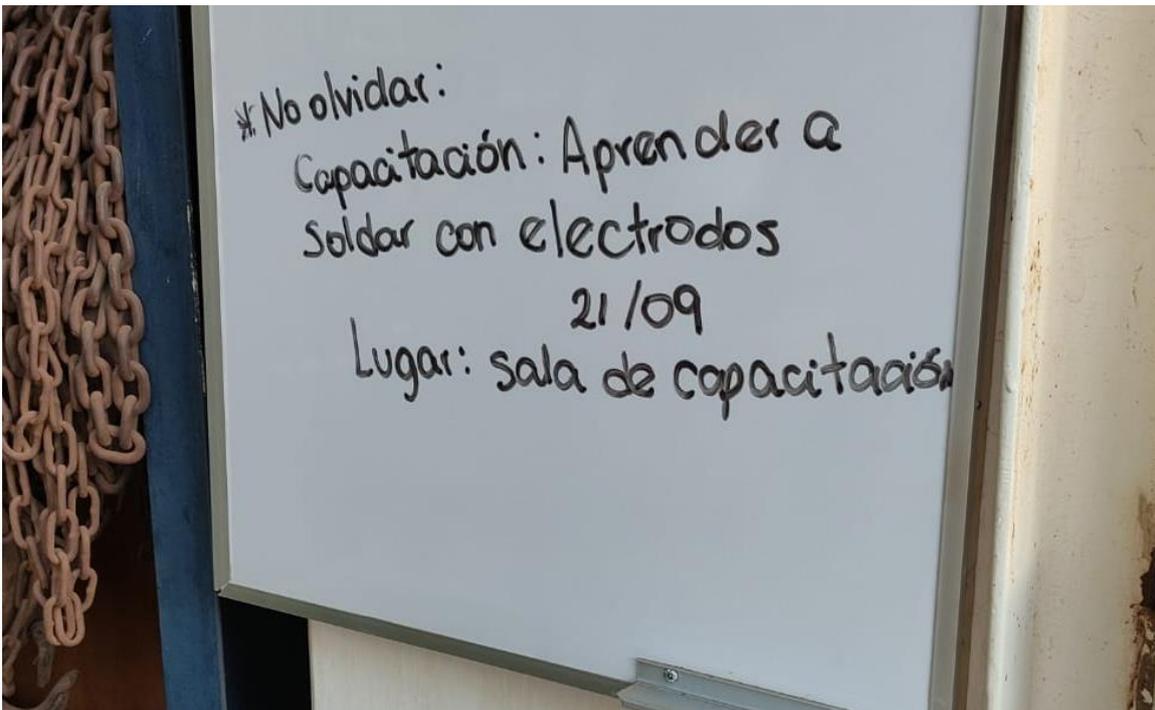
Anexo 42 – Orden de herramientas manuales



Anexo 43 – Recordatorio de actividades de limpieza y capacitación de uso de equipos



03/09/22
- Limpieza: Jim Camacho



*No olvidar:
Capacitación: Aprender a
Soldar con electrodos
21/09
Lugar: sala de capacitación

Anexo 45 – Difusión de carteles de 5S





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CASTILLO MARTINEZ WILLIAMS ESTEWARD, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, asesor de Tesis titulada: "APLICACIÓN LEAN MANUFACTURING PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE CALDERERÍA DE LA EMPRESA ECROMSA INDUSTRIAL S.A.C, CHIMBOTE – 2022", cuyos autores son FLORES LOYOLA MELISSA GIULIANA, ABREGO RODRIGUEZ STEFANO ALEXANDER, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 11.00%, 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.

CHIMBOTE, 07 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CASTILLO MARTINEZ WILLIAMS ESTEWARD DNI: 40169364 ORCID: 0000-0001-6917-1009	Firmado electrónicamente por: WECASTILLOM el 09-12-2022 23:36:40

Código documento Trilce: TRI - 0478721