

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

**“IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO AUTONOMO
PARA DISMINUIR PAROS OPERACIONALES Y FALLAS
EN LA BOBINADORA PCMC DEL AREA DE
CONVERSION DE ROLLOS DE LA EMPRESA PTDPP EN
EL AÑO 2018”**

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título
profesional de: Ingeniero Industrial

Ingeniería Industrial

Autor:

Bach. Daniel Ticeran Zevallos

Asesor:

Ing. Aldo Rivadeneyra Cuya

Lima - Perú

2018



DEDICATORIA

La presente tesis se la dedico a toda mi familia por darme el soporte, el apoyo, las fuerzas y la motivación para seguir adelante con mis estudios y poder lograr todos mis objetivos. A Dios por cuidarme cada día y bendecirme con su amor y rodearme de personas buenas que siempre me brindan su apoyo y su ayuda.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres mi hermana Helnia por alentarme a seguir adelante y apoyarme en los momentos difíciles.

Gracias a mí querido hijo por darme fuerzas y energías con sus abrazos, por darme alegrías y motivarme con cada sonrisa.

Finalmente, un agradecimiento especial a mí asesor Ing. Aldo Guillermo Rivadeneyra Cuya por su dedicación, apoyo, por su seriedad y estricto seguimiento del desarrollo de mi tesis.

Tabla de contenidos

| | |
|--|-----------|
| DEDICATORIA..... | 2 |
| AGRADECIMIENTO | 3 |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | 6 |
| ÍNDICE DE FIGURAS | 7 |
| CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN..... | 9 |
| 1.1. Presentación de Organización Paper Converting Machine Company PCMC..... | 9 |
| 1.2. Realidad problemática | 14 |
| 1.3. Formulación del problema..... | 15 |
| 1.4. Objetivos | 16 |
| 1.5. Justificación..... | 16 |
| CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO..... | 18 |
| 2.1. Antecedentes de Investigación. | 18 |
| 2.2. Concepto Paros Operacionales | 22 |
| 2.3. Mantenimiento Total de la Producción (TPM) | 26 |
| 2.4. Metodología 5s..... | 31 |
| 2.5. Definición de Términos Básicos..... | 32 |
| 2.6. Limitaciones | 34 |
| CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA | 35 |
| 3.1. Proceso de ingreso. | 35 |
| 3.2. Puestos de personas que participaron en el proyecto laboral..... | 35 |
| 3.3. Implementación de Mantenimiento Autónomo en la bobinadora PCMC..... | 36 |
| CAPÍTULO 4. RESULTADOS..... | 63 |
| 4.1. Descripción de Resultados | 63 |
| 4.2. Discusión de los Resultados Obtenidos. | 71 |

| | |
|------------------------------------|-----------|
| CAPÍTULO 5. CONCLUSION..... | 73 |
| 5.1. Recomendaciones | 74 |
| 5.2. Lecciones aprendidas | 75 |
| REFERENCIAS..... | 76 |
| ANEXOS | 77 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla n.º 2.1: Cuadro de tipo de pérdidas por disponibilidad | 23 |
| Tabla n.º 2.2: Cuadro de tipo de pérdidas por desempeño | 23 |
| Tabla n.º 3.1: Plan de implementación | 36 |
| Tabla n.º 3.2: Estructura de RDL | 40 |
| Tabla n.º 3.3: Estructura de RDP | 41 |
| Tabla n.º 3.4: Matriz de habilidades de operación | 49 |
| Tabla n.º 3.5: Matriz de defectos de maquina bobinadora PCMC | 57 |
| Tabla n.º 3.6: Tabla de resultado de solución de las tarjetas de defectos | 58 |
| Tabla n.º 3.7: Tabla de inversión de compra de materiales..... | 59 |
| Tabla n.º 3.8: Costo de inversión de Epps para la implementación de mantenimiento autónomo | 60 |
| Tabla n.º 3.9: Costo de inversión de técnicos para la implementación de mantenimiento autónomo . | 60 |
| Tabla n.º 3.10: Costo total de inversión de implementación de mantenimiento autónomo..... | 61 |
| Tabla n.º 3.11: Resultado de ahorro después de la implementación | 62 |
| Tabla n.º 4.1: Ahorro de reducción de paros operacionales y fallas | 70 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura n.º 1.1: Empresa de PCMC..... | 9 |
| Figura n.º 1.2: Empresa PCMC..... | 10 |
| Figura n.º 1.3: Trabajadores de PCMC..... | 11 |
| Figura n.º 1.4: Organigrama de la empresa..... | 12 |
| Figura n.º 1.5: Papel Institucional. | 13 |
| Figura n.º 1.6: Rollos Higiénicos. | 13 |
| Figura n.º 2.1: Indicadores del OEE..... | 24 |
| Figura n.º 2.2: Eficiencia de Herramienta Shoplogix | 25 |
| Figura n.º 2.3 Representación de pilares de TPM | 26 |
| Figura n.º 2.4: Limpieza, Lubricación, Ajuste | 27 |
| Figura n.º 2.5: Inspección de la Maquina..... | 28 |
| Figura n.º 2.6: Pirámide de 7 pasos de mantenimiento autónomo | 29 |
| Figura n.º 2.7: Las 7 etapas del mantenimiento autónomo | 30 |
| Figura n.º 2.8: 7 Pasos de mantenimiento autónomo | 30 |
| Figura n.º 2.9: Las etapas de las 5s..... | 31 |
| Figura n.º 3.1: Perdidas de Eficiencia Situación Inicial de la Línea de Conversión..... | 37 |
| Figura n.º 3.2: Cuadro de Pareto de disponibilidad de bobinadora PCMC | 38 |
| Figura n.º 3.3: Análisis de numero de paros | 39 |
| Figura n.º 3.4: Análisis de pérdidas en horas | 39 |
| Figura n.º 3.5: Diagrama de flujos del proceso | 42 |
| Figura n.º 3.6: Foto de tablero de autónomo y planes de acción de reuniones | 43 |
| Figura n.º 3.7: Foto de diseño de tablero de autónomo..... | 44 |
| Figura n.º 3.8: Mapa de responsabilidad por zonas y puestos | 46 |
| Figura n.º 3.9: Plano por zonas..... | 47 |
| Figura n.º 3.10: Matriz de Entrenamiento de la Operación..... | 48 |
| Figura n.º 3.11: Foto de Entrenamiento de Grupo Autónomo | 50 |

| | |
|---|----|
| Figura n.º 3.12: Foto entrenamiento de 5s con el grupo autónomo..... | 50 |
| Figura n.º 3.13: Foto de matriz de seguridad..... | 51 |
| Figura n.º 3.14: Foto de grupo autónomo antes de limpieza de línea..... | 52 |
| Figura n.º 3.15: Preparación para primera limpieza de línea..... | 52 |
| Figura n.º 3.16: Foto de grupo autónomo realizando primera limpieza de línea..... | 53 |
| Figura n.º 3.17: Implementación de reporte de defecto en la maquina..... | 53 |
| Figura n.º 3.18: Foto de detección y reporte de defectos en bobinadora PCMC..... | 54 |
| Figura n.º 3.19: Foto de implementación de tarjetas de defectos en los equipos..... | 54 |
| Figura n.º 3.20: Foto del desarrollo de LUP de operación..... | 55 |
| Figura n.º 3.21: Foto de desarrollo de LUP de operación..... | 55 |
| Figura n.º 3.22: Foto de desarrollo de estándar de inspección..... | 56 |
| Figura n.º 3.23: Foto de Reuniones de Seguimiento de Resultados..... | 57 |
| Figura n.º 3.24: Foto de la operación en el primer día de limpieza..... | 58 |
| Figura n.º 3.25: Resultados de reducción de tiempo de paradas de mantenimiento y proceso..... | 61 |
| Figura n.º 4.1: Cuadro de Pareto de Reducción de Paros operacionales..... | 63 |
| Figura n.º 4.2: Cuadro de reducción de tiempo de parada de paros operacionales..... | 64 |
| Figura n.º 4.3: Cuadro de Pareto de reducción de fallas por mantenimiento..... | 64 |
| Figura n.º 4.4: Cuadro de Pareto de reducción de tiempo de parada de fallas de mantenimiento..... | 65 |
| Figura n.º 4.5: Cuadro de Pareto de aumento de la Disponibilidad de Maquina..... | 66 |
| Figura n.º 4.6: Cuadro de aumento de eficiencia de línea bobinadora..... | 67 |
| Figura n.º 4.7: Cuadro de Pareto de ahorro en costos por perdida de maquina parada..... | 68 |
| Figura n.º 4.8: Cuadro de Pareto de ahorro en costos por falla..... | 68 |
| Figura n.º 4.9: Cuadro de Pareto de ahorro en costos por operacional..... | 69 |

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Presentación de Organización Paper Converting Machine Company PCMC.

Desde nuestros humildes comienzos en 1919 como Bay City Machine Company. PCMC se ha convertido en un fabricante de máquinas dinámico y global en la actualidad. Fundada por los socios padre – hijo Peter J. Christman, Sr. Y Peter J. Christman, Jr. La compañía se extendió rápidamente más allá de lo que pudieran imaginado.

En 1946, LG Wood se convirtió en presidente, y dirigió con éxito a la compañía a través de nuestra expansión en Europa, la apertura de nuestra sede actual y nuestra entrada en las industrias de impresión flexo gráfica y no tejidos. Poco después de su fallecimiento, la familia Baer tomó un papel activo en el liderazgo de nuestra compañía en 1969, y permaneció allí hasta que Barry-Wehmiller nos adquirió en 2005. Durante su mandato, los Baer impulsaron nuestra continua expansión en el extranjero en Lucca, Italia.

Desde que se unió a la familia BW hace más de 10 años, PCMC experimentó un nuevo sentido de dirección impulsado por una cultura centrada en las personas y una estrategia empresarial sólida. Hemos adoptado las filosofías Lean y desafiamos a nuestros compañeros de equipo a encontrar sus propias formas de construir un mundo mejor a través de nuestro negocio actual que durará por muchos años.

Figura n.º1.1: Empresa de PCMC



Fuente: <https://www.pcmc.com>.

Paper Converting Machine Company es una empresa líder en conversión de tejidos, embalaje, impresión flexográfica y tecnología de no tejidos, respaldada por casi un siglo de experiencia en diseño, fabricación y servicio de máquinas. Con tres centros de producción principales en los EE. UU., Inglaterra e Italia, y 1.000 miembros de equipos en todo el mundo, PCMC está equipado de forma única para proporcionar a los clientes una amplia gama de soluciones de conversión automatizadas.

Respaldando todos nuestros equipos está nuestra promesa de servirle y atender las máquinas en las que confía para que su negocio siga avanzando. Esto incluye la instalación, puesta en marcha, capacitación y mantenimiento realizados por un equipo de más de 60 técnicos de servicio altamente capacitados.

En PCMC, trabajamos duro en la construcción de máquinas. Y también trabajamos para ganar y preservar la confianza de nuestros clientes.

Figura n.º 1.2: Empresa PCMC



Fuente: <https://www.pcmc.com>.

Cultura de PCMC

Estamos construyendo un mundo mejor. Medimos el éxito por la forma en que tocamos la vida de las personas.

Estamos firmemente comprometidos a mejorar la vida de los miembros de nuestro equipo en todo el mundo. Al proporcionar un trabajo significativo en un ambiente de cuidado y compasión, los enviamos a casa cumplidos por su tiempo con nosotros, en lugar de agotarlos. Entendemos lo que todo ser humano en el planeta desea saber quiénes son y lo que hacen importa. Como empresa, tenemos una oportunidad única para hacerles saber que lo hacen.

Celebrar a los miembros de nuestro equipo por sus contribuciones; es un pilar de nuestra verdadera cultura de liderazgo humano, ya que es una forma de hacerles sentir que son lo más importantes en la empresa.

Nuestra cultura centrada en las personas se basa en medir nuestro éxito por la forma en que tocamos las vidas de los demás, incluidos los de nuestras comunidades. Cada año, los miembros de nuestro equipo organizan eventos que abrazan nuestra cultura de cuidado y recaudan fondos de manera creativa por causas cercanas y queridas a sus corazones.

No importa la causa, los miembros de nuestro equipo abrazan las necesidades de nuestra comunidad y compañeros de trabajo con los brazos abiertos y responden a ellos de una manera reflexiva y cuidadosa. Es solo una de las formas en que estamos construyendo un mundo mejor a través de los negocios.

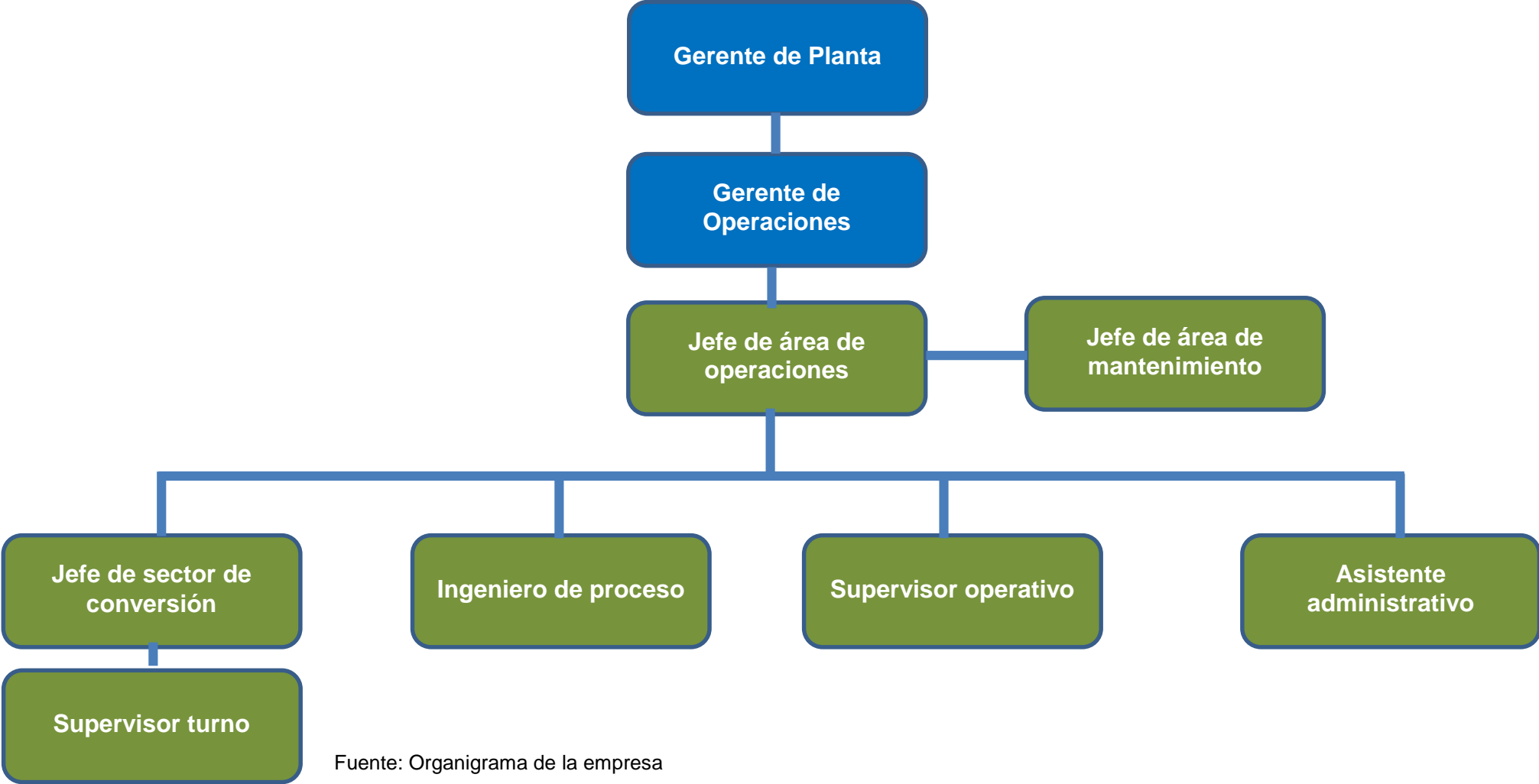
Figura n.º 1.3: Trabajadores de PCMC



Fuente: <https://www.pcmc.com>.

Organigrama de la Empresa PTDPP

Figura n.º 1.4: Organigrama de la empresa



Fuente: Organigrama de la empresa

PTDPP, forma parte de la compañía manufacturera de papel y cartones, con sede en principal en Chile.

PTDPP ingreso al mercado peruano en el año 1995, importando papel higiénico, servilletas, papel toalla.

En 1996 gracias a la gran aceptación que tuvieron los productos en el mercado peruano, se inaugura la primera planta de conversión de rollos en chorrillos.

Al siguiente año se inaugura la planta de fabricación de papel en Santa Anita, el cual tuvo las dimensiones, distribución y tecnología adecuada.

A mediados del año 2000 la empresa incursiona en la fabricación de papel desechable, convirtiéndose en la segunda empresa fabricante de este tipo de producto en Perú. En el año 2001 se realizó nuevas inversiones, adquiriendo una moderna línea de conversión que permite fabricar papel toalla y papel higiénico de doble hoja en el Perú. En el 2002 se adquiere una nueva máquina de papelería, con la cual seguirá brindando productos de la más alta calidad al mercado peruano.

En el 2003 lanzo su propia marca en la categoría de toallas higiénicas.

Los productos que ofrece PTDPP Perú se agrupan en dos líneas, línea para el hogar y línea institucional. En la línea del hogar se encuentran productos como papeles higiénicos, pañales, toallas húmedas, servilletas, pañuelos y toallas higiénicas.

En la línea institucional tiene productos como papel higiénico, papel toalla, servilletas y dispensadores en tamaño y presentación diferente a los productos de la línea del hogar, dirigidos a empresas y servicios de salud.

Figura n.º 1.6: Rollos Higiénicos.



Figura n.º 1.5: Papel Institucional.



Fuente: <https://productos+de+papel+higienico+en+institucional>.

1.2. Realidad problemática

En la actualidad las industrias buscan disminuir los costos de producción aumentando su rentabilidad; maximizando el rendimiento de la planta, procesos y equipos, evitando las paradas y optimizando los procesos productivos. En una actualidad donde se tiene más exigencia y competencia como el mercado de productos de consumo masivo destinados a cubrir las necesidades de las personas. Es por eso que las industrias están enfocadas en eliminar sus pérdidas de paros y tiempos de falla de su proceso productivos para poder cumplir con sus objetivos dentro del mercado.

En el ámbito internacional existe tres empresas reconocidas mundialmente en fabricación y comercialización de rollos de papel higiénico. Donde la empresa Productos Tissue de Ecuador S.A es una de las compañías que presento problemas de baja producción en el proceso de fabricación de rollos de papel higiénico por constantes fallas en sus equipos y constantes cambios de producto afectando su disponibilidad de equipo y sus costos por reparación y mantenimiento de los equipos, para poder solucionar esta problemática implementaron "Un sistema de producción para incrementar la productividad en el proceso de fabricación de la línea de rollos de papel higiénico en la planta de productos Tissue Ecuador S.A." se consiguió reducir el 5% de fallas (Bernal, 2014).

En el ámbito nacional existen dos empresas líderes en la fabricación de rollos de papel higiénico. Donde la empresa Kimberley Clark presento problemas de baja eficiencia de su producción por constantes paros menores y fallas en su línea de conversión modelo Sincro para poder solucionar esta problemática realizaron "Implementación de mantenimiento autónomo para mejorar el indicador de eficiencia de producción en una línea convertidora de papel higiénico marca Fabio Perini modelo Sincro" se consiguió aumentar 4% de la eficiencia (Gonzales, 2017).

En el ámbito local la empresa PDTTP presenta problemas de alta frecuencia de paros operacionales y fallas, teniendo tiempos muy altos de paradas de los equipos, existe estudios de mejora enfocada para el proceso, pero no se encontró un estudio para la eliminación o reducción de paros operacionales del proceso de conversión de rollo. (Ticeran, 2018)

Sobre estas pérdidas se tiene una pérdida de 5% de eficiencia de la línea de producción y el promedio de los paros de operacionales es de 5% y el promedio de paros por mantenimiento es de 6% y pierde en disponibilidad un promedio de 11%.

Para solucionar esta problemática se decide realizar la "implementación de mantenimiento autónomo para disminuir paros operacionales y fallas en la bobinadora PCMC del área de conversión de rollos de la empresa PDTTP en el año 2018"

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿En cuánto disminuyeron los paros operacionales y fallas al implementar mantenimiento autónomo en la bobinadora PCMC del área de conversión rollos de la empresa PTDPP en el año 2018?

1.3.2. Problemas específicos

1. ¿Cuál fue el diagnóstico de la situación inicial antes de la implementación de mantenimiento autónomo para disminuir los paros operacionales y fallas en la bobinadora PCMC del área de conversión rollos de la empresa PTDPP en el año 2018?
2. ¿Cómo se diseñó la implementación de mantenimiento autónomo para disminuir los paros operacionales y fallas en la bobinadora PCMC del área de conversión rollos de la empresa PTDPP en el año 2018?
3. ¿De qué manera se aplicó implementación de mantenimiento autónomo para disminuir los paros operacionales y fallas en la bobinadora PCMC del área de conversión rollos de la empresa PTDPP en el año 2018?
4. ¿Cuánto fue el ahorro de la implementación de mantenimiento autónomo para disminuir los paros operacionales y fallas en la bobinadora PCMC del área de conversión rollos de la empresa PTDPP en el año 2018?

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Implementar el pilar de mantenimiento autónomo para disminuir los paros operacionales y fallas en la bobinadora PCMC del área de conversión rollos de la empresa PTDPP en el año 2018.

1.4.2. Objetivos específicos

1. Elaborar la situación inicial antes de la implementación del Pilar de Mantenimiento autónomo para disminuir los paros operacionales y fallas en la bobinadora PCMC del área de conversión rollos de la empresa PTDPP en el año 2018.
2. Diseñar Plan de la implementación del Pilar de mantenimiento autónomo para disminuir los paros operacionales y fallas en la bobinadora PCMC del área de conversión rollos de la empresa PTDPP en el año 2018.
3. Desarrollar de la implementación del Pilar de mantenimiento autónomo para disminuir los paros operacionales y fallas en la bobinadora PCMC del área de conversión rollos de la empresa PTDPP en el año 2018.
4. Calcular el ahorro de la implementación del Pilar de mantenimiento autónomo para disminuir los paros operacionales y fallas en la bobinadora PCMC del área de conversión rollos de la empresa PTDPP en el año 2018.

1.5. Justificación

1.5.1. Justificación Teórica

Se fundamenta teóricamente en el libro de Tokutaru Suzuki (1992). "TPM en Industrias de Proceso", el cual nos relata la separación de funciones que tuvo la operación y el mantenimiento perdiendo responsabilidades de la máquina y la sensibilidad respecto a su mantenimiento en la etapa del mantenimiento preventivo.

Este libro nos enseña que mantenimiento autónomo debe ser unido con el mantenimiento planeado y que la operación debe involucrarse en el mantenimiento rutinario y en mejoras del equipo.

Nos enseña la criticidad del deterioro forzado y sus consecuencias en el equipo, nos muestra cómo mantener nuestros equipos en condiciones básicas.

Este libro nos proporciona herramientas de gestión y nos enseña cómo realizar cada etapa o cada paso del mantenimiento autónomo (Limpieza, Ajuste e Inspección).

Obteniendo resultados de reducción de paros operaciones y de falla ya que estas son detectadas con anticipación por parte de la operación durante las limpiezas o inspecciones de los equipos y máquinas.

1.5.2. Justificación Cuantitativa

Se realiza la presente tesis porque permite cuantificar la pérdida que existe y la necesita de reducir los paros operacionales y fallas el cual impacta a la eficiencia de la máquina bobinadora PCMC de la línea de conversión de rollos, según el análisis de Pareto (80 – 20) realizado de los meses Ene – 2018 a Mayo 2018, la máquina bobinadora PCMC tiene la mayor cantidad de paros operacionales con un promedio de 83 y fallas con un promedio de 81 en cuanto a horas perdidas los paros operacionales tiene un promedio de 16.1 Horas perdidos y en fallas tiene un promedio de 32.8 Horas.

Se propone implementar la metodología de Mantenimiento Autónomo para poder reducir los paros operacionales y fallas de la máquina bobinadora PCMC de la línea de Conversión aumentando su eficiencia como línea de producción del área de conversión de rollos.

También se obtiene el sentido de propiedad de cada operador y manteniendo en condiciones básicas sus equipos con limpieza inspección y ajuste evitando un deterioro forzado de sus máquinas y equipos.

1.5.3. Justificación Académica

La presente investigación es muy importante para futuros investigadores interesados en la reducción de paros operacionales o fallas de la bobinadora PCMC de conversión de rollos, usando metodologías y herramientas para mantener en condiciones básicas los equipos, evitando un deterioro forzado, mejorando la eficiencia de la bobinadora PCMC de conversión de rollos.

1.4.3. Justificación Práctica

La presente investigación es importante porque ayudara a mejorar la gestión de producción aplicando las herramientas del pilar de mantenimiento autónomo, que permite detectar defectos críticos en los equipos, desarrolla estándares de condiciones básicas, evitando fallas y paros operacionales. Desarrolla y aumenta el conocimiento de los operadores facilitando el trabajo de mantenimiento preventivo de los equipos.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de Investigación.

2.1.1. Antecedentes Nacionales.

Veliz, M.A. (2017). *"Implementación de Mantenimiento Autónomo para mejorar la eficiencia de producción en una línea convertidora" de papel higiénico marca Fabio Perini Modelo Sincro*". (Tesis de Titulación). Universidad Privada del Norte, Lima, Perú. En este trabajo su objetivo es Implementar Mantenimiento Autónomo para mejorar la eficiencia de la línea convertidora de papel. Utilizaron como base la metodología de las 5s para tener un ambiente limpio y ordenado, con el concepto de contramedida; realizando jornadas de "Limpiar para inspeccionar". Para eliminar los defectos críticos usaron herramientas de análisis de 5 porque, estándares de limpieza y tarjeteo de defectos.

Obteniendo resultados de aumento de la eficiencia (OEE) de la línea de 60% al objetivo de 65% y reducción de los paros menores que representa un 9.2% del OEE a una reducción de 2.1% y las fallas que representa un 9.6% del OEE a una reducción de 1.9%, Esto significó un aumento de 4% de su eficiencia.

Se puede concluir que la implementación de mantenimiento autónomo junto con la participación de la operación, encontrando y tarjeteando los defectos críticos de la maquina durante jornadas de limpieza, ayudaron a eliminar potenciales fallas en la línea. Dando como resultado un incremento de 4% de la eficiencia y reducción de paros menores y de falas de la línea. Como recomendación se tiene reaplicar toda la implementación en las otras líneas convertidoras de papel.

Mejía, S. (2013). *"Análisis y propuesta de mejora de proceso productivo de una línea de confecciones de ropa interior en una empresa Textil mediante uso de herramienta de manufactura Esbelta"*. (Tesis de Titulación). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú. En este trabajo tuvo como objetivo el Desarrollo de un análisis de mejora de confección usando la herramienta de manufactura esbelta, Utilizaron herramientas de 5s, Mantenimiento Autónomo y SMED para optimizar la eficiencia de la línea, reducir tiempos muertos de paradas menores y fallas.

Obtuvieron resultados de un aumento de 25% de la disponibilidad de la máquina, un aumento del 2% del rendimiento de la línea y la tasa de calidad aumento un 4.3%, todos estos aumentos dieron como resultado un aumento en la OEE de 34.92%.

Se puede concluir que la metodología de 5S fue fundamental en cuanto al orden, la eliminación, la limpieza, la organización, estandarización de la línea y el área, para luego complementarlo con la detección de defectos críticos en la línea durante los ciclos de limpieza evitando futuras fallas y el desarrollo del SMED eliminando tareas sin valor agregado, realizando cambios rápidos de la línea y la puesta en marcha en cuanto a operación, calidad y seguridad.

Se recomienda la documentación de todos los estándares y el desarrollo del SMED, realizar revisión de resultados y auditorias para monitorear la sostenibilidad del trabajo implementado.

Arias, L. & Carballido, C. (2017). "*Propuesta de implementación de la metodología del mantenimiento autónomo en una sub estación eléctrica para aumentar la disponibilidad de la línea de transmisión L – 123ª en el año 2016*". (Tesis de Titulación). Universidad Privada del Norte, Lima, Perú.

En este trabajo tuvo como objetivo Implementación de las siete etapas de mantenimiento autónomo mejorando la disponibilidad de una línea de transmisión.

El resultado fue que obtuvo una mejora considerable en la disponibilidad de la línea de transmisión utilizando herramientas de análisis de 5 porque, tarjeteo de defectos críticos y realizando estándares de Limpieza, ajuste e inspección de los equipos. Puedo concluir que implementando los 7 pasos de mantenimiento autónomo se mejoró la disponibilidad de la línea de transmisión y se integró a los operadores a mantener sus equipos en condiciones básicas ajustando, limpiando e inspeccionando, eliminando las fallas en el sistema y eliminando perdidas del equipo.

Valdez, J. (2017). "*Implementación del mantenimiento autónomo para aumentar la disponibilidad de equipos Trackless en Uchucchacua*". (Tesis de Magíster). Universidad del Centro Del Perú, Huancayo, Perú. Tuvo como objetivo la Implementación de los 7 pasos de mantenimiento autónomo orientado a los operadores para lograr aumentar la disponibilidad de los equipos, utilizo herramientas de reportes de tarjetas de defectos y análisis de causa raíz a los defectos críticos.

Como resultados aumentaron la disponibilidad de los equipos trackless en un 5% y los operadores alcanzaron una calificación en conocimiento de Bueno.

Se puede concluir que con los reportes de tarjetas de defectos y los análisis de causa raíz a los defectos críticos realizados por los operadores, se obtiene el aumento de la disponibilidad de la línea y el aumento de capacidad de los operadores.

2.1.2. Antecedentes Internacionales

Mansilla del Valle, N. (2011). *"Aplicación de la metodología de mantenimiento productivo total (TPM) para la estandarización de procesos y reducción de pérdidas en la fabricación de Goma de mascar en una industria nacional"*. (Tesis de Titulación). Universidad de Chile, Santiago de Chile, Chile. Tuvo como objetivo la Implementación de paso 5 de TPM, en dos líneas de producción una de chicle sin azúcar y en una línea de chicle hinchable con azúcar.

Se utilizó como herramienta las 5S para luego implementar el paso 5, en una línea que ya contaba con un paso 4 de TPM, se usó un análisis estadístico de la inspección general del proceso mediante un software SPAC V2 recopilando información de parámetros de calidad del producto y herramientas del paso 5 como layout, diagrama de bloques estándares del proceso y priorización de puntos de inspección del proceso; se obtuvo como resultado la reducción de 57% de los defectos de calidad en la línea 1 en la Línea 1 y en la línea 2 una reducción del 82%, en cuanto a los paros operaciones y fallas de la maquina se obtuvo una reducción de 54% en la Línea 1 y una reducción de 2% en la Línea 2, reducción del Scrap de 27% en la línea 1 y 13% en la línea 1.

En conclusión, que con el desarrollo de estándares en la Línea 1 y 2 podemos, estandarizar el proceso, ajustando rangos de especificaciones del proceso.

Como recomendación se debe reaplicar a las otras líneas de chicle el trabajo de paso 5 y mantener los estándares realizados y tener las auditorias correspondientes de la estandarización del proceso.

Tuarez, C. (2013). *"Diseño de un sistema de mejora continua en una embotelladora y comercializadora de bebidas gaseosas de la ciudad de Guayaquil por medio de la aplicación de TPM (Mantenimiento Productivo Total)"*. (Tesis de Magister). Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador. Este trabajo tuvo como objetivo la Implementación de un sistema de mejora continua en el proceso de producción de bebidas de gaseosa para aumentar la eficiencia y confiabilidad de los equipos.

Se usaron herramientas de los 5 porque, diagrama causa efecto, Histogramas, análisis de modal de fallos y efectos. Obteniendo como resultado un aumento de eficiencia de 66.67% a 74.84%, reducción de los paros y fallas de la línea aumentando el mantenimiento preventivo de 57% a 91%, aumento de capacidad y entendimiento de la filosofía y sus herramientas en los operadores de la línea.

Se puede concluir que implementando los pasos de TPM podemos tener resultados en reducir perdidas de la línea y aumentando el conocimiento de los operadores que en un principio muestran dureza al cambio cultural.

Como recomendación se debe reforzar los otros pilares del TPM para seguir reduciendo perdidas en la línea a través de toda la implementación realizada, también se debe seguir desarrollando y entrenando a los operadores en el TPM.

Vargas, L. (2016). *"Implementación del pilar Mantenimiento autónomo en el centro de proceso vibrado de la empresa finart S.A.S." (Tesis de titulación). Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia.* Tuvo como objetivo el Desarrollo el pilar de mantenimiento autónomo en centro de proceso de vibrado para mejorar la eficiencia y mantener las condiciones básicas de las máquinas de vibrado de FNART. S.A.S. Utilizó herramientas como reportes de tarjetas de defectos críticos, análisis de 5 porque, estándares de los equipos, Lup.

Se obtuvo resultados de aumento del MTBF de 250min a 1612 min de tiempo entre falla, un aumento 23% de la eficiencia y un aumento de 9% de la disponibilidad de la máquina.

En conclusión, queda demostrado que el mantenimiento autónomo reduce las pérdidas de paros operacionales y fallas, generando resultados de aumento de la eficiencia y disponibilidad de los equipos. Donde el operador aprende a desarrollar sus estándares y mantiene en condiciones básicas su propio equipo.

Como recomendación realizar las reuniones donde puedan revisar los resultados, los reportes de anomalías y tener planes de operación y de mantenimiento.

2.2. Concepto Paros Operacionales

Los paros operacionales son paradas de los equipos dejando de producir lo planeado, estas paradas pueden ser menores o mayores y pertenecen a los grupos de pérdidas:

- a) Por Disponibilidad
- b) Por Desempeño
- c) Por calidad

Estos grupos son las medidas que dan como resultado la medida del OEE.

2.2.1. Media OEE ("Overall Equipment Effectiveness")

Es un indicador Global que mide la eficacia de la máquina industrial del proceso y que se utiliza como una herramienta clave dentro de la cultura de mejora continua.

Este indicador agrega o recoge información de otros ratios como son:

La disponibilidad de los equipos

La calidad del producto

El rendimiento o eficiencia de las instalaciones.

La OEE considera 6 grandes pérdidas:

1. Paradas / Fallas (Averías).
2. Configuraciones / Ajustes.
3. Pequeñas Paradas (Operacionales).
4. Reducción de Velocidad.
5. Rechazos por puesta en marcha.
6. Rechazos de Producción.

2.2.2. Pérdidas por Disponibilidad

Es la medición de las pérdidas ocasionadas por no programadas.

Tabla n.º 2.1: Cuadro de tipo de pérdidas por disponibilidad

| Tipo de Pérdidas | Descripción |
|---------------------|---|
| Causas externas | Son pérdidas relacionadas a las paradas de máquina de producción no planificadas como corte de energía, Falta de aire, etc. |
| Paradas Programadas | Son pérdidas relacionadas a los paros de máquina de producción programada como, por ejemplo, Mantenimiento Preventivo, pruebas de nuevas iniciativas, Limpieza Maquina etc. |
| Falta de capacidad | Son pérdidas por paradas de máquina de producción no planificada como por ejemplo falta de insumos, problemas de operación en el área de elaboración de papel, problemas en área de almacén de producto terminado, etc. |
| Mantenimiento | Son pérdidas por paradas de máquina de producción no planificada como, por ejemplo, Fallas mecánicas, Fallas eléctricas, Fallas de sistemas (programas, PLC), etc. |
| Cambios rutinarios | Son pérdidas por paradas de máquina de producción por cambios de producto, cambios de jumbo, cambios de vestimentas de equipos, etc. |

Fuente: Manual de pérdidas de la empresa

2.2.3. Pérdidas por Desempeño.

Son pérdidas que impactan al funcionamiento de la maquina durante la producción y estos impactos son en tiempos, por ejemplo, los tiempos muertos de las pequeñas paradas (Paros Menores) y la reducción de velocidad.

Tabla n.º 2.2: Cuadro de tipo de pérdidas por desempeño

| Tipo de Pérdidas | Descripción |
|------------------------|---|
| Paros menores | Son aquellas paradas no planificadas que están clasificadas menores de 10 minutos, que por ejemplo pueden ser, seteos, regulaciones, limpieza etc. |
| Reducción de velocidad | Son pérdidas referentes a los defectos de la máquina que restringe la velocidad de la máquina. Como por ejemplo desgaste de un equipo, reparación de una faja, etc. |

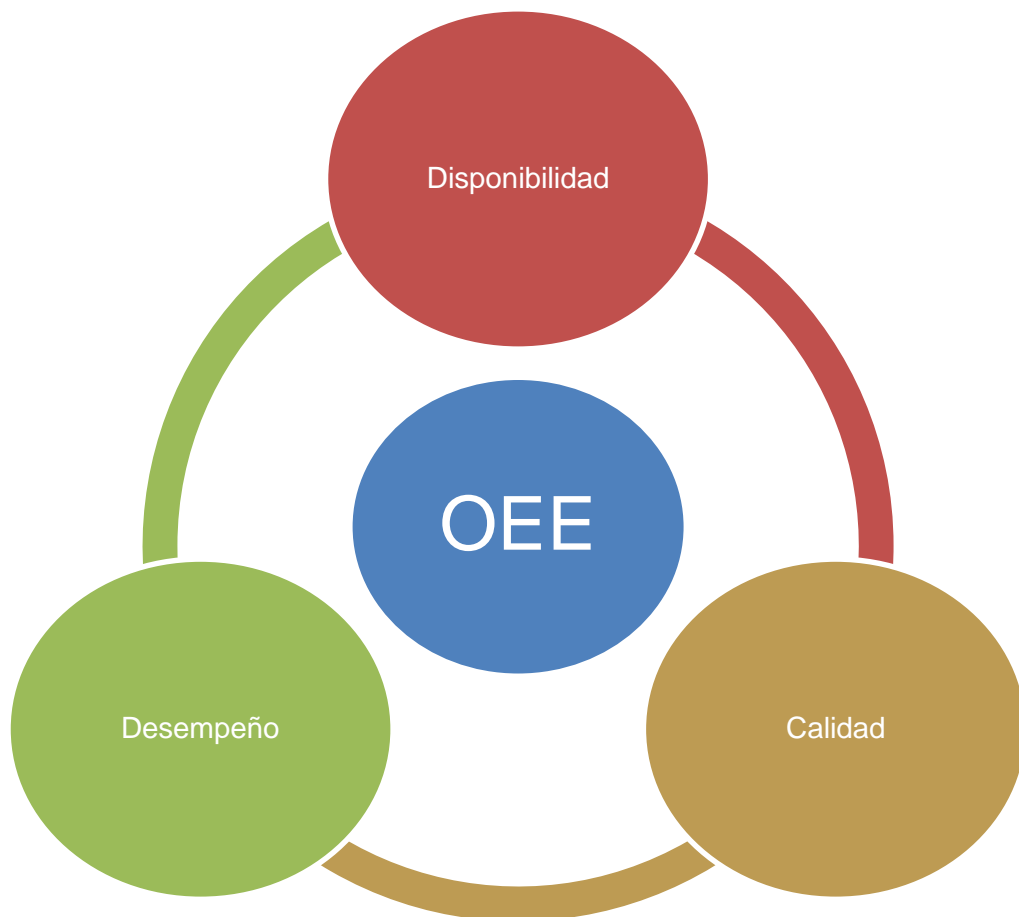
Fuente: Manual de pérdidas de la empresa

2.2.4. Pérdidas por Calidad

Son pérdidas que impactan a la calidad del producto interrumpiendo la producción planificada.

| Tipo de Pérdida | Descripción |
|-------------------|---|
| Paros por recorte | Son aquellas pérdidas de producción relacionado con la calidad ocasionado por defectos de algún componente de la máquina o alguna falla como, por ejemplo, Polines de tensión sueltos, Problemas de giro de ejes etc. |

Figura n.º 2.1: Indicadores del OEE



Fuente: Manual de pérdidas de la empresa

2.2.5. Cálculo de OEE

El cálculo del OEE de producción es realizado por una fórmula que indica producción real vs producción programada.

$$OEE = \frac{\text{Producción Real}}{\text{Producción Programada}}$$

2.2.6. Sistema de Shoplogix. –

Es un sistema administración de desempeño en tiempo real. Además, tiene la capacidad de conectarse a cualquier máquina o línea, automatizando la recolección de información de piso.

Este sistema nos ayuda a poder visualizar el número de paradas operacionales y Fallas de igual manera muestra los tiempos que se pierde por cada parada operacional o falla.

El sistema es llenado por el operador de la máquina al tener una parada o falla y el correcto llenado es validado por el supervisor de turno.

El sistema nos muestra un cuadro de las principales paradas que se tuvo en el turno para ser discutidas y analizadas diariamente en la reunión de línea donde participa mantenimiento, calidad, seguridad y operación.

Entre los principales beneficios se pueden mencionar los siguientes:

1. Incremento de la Eficiencia General del Equipo (OEE)
2. Visibilidad inmediata del rendimiento de cada línea de producción
3. Fuerza laboral involucrada e informada
4. Recuperación de inversión en menos de 6 meses
5. Puesta en marcha inmediata (Plug and Play)

Figura n.º 2.2: Eficiencia de Herramienta Shoplogix



Fuente: Manual de Shoplogix de la compañía.

2.3. Mantenimiento Total de la Producción (TPM)

El TPM surgió y se desarrolló inicialmente en la industria del automóvil y rápidamente paso a formar parte de la cultura corporativa de empresas como Toyota, Nissan, y Mazda, y de sus suministradores y filiales. Se ha introducido también posteriormente en otras industrias tales como electrodomésticos, microelectrónica, maquinas herramientas, plásticos, fotografía, etc. (Suzuki, 1992)

También las industrias de proceso, partiendo de sus experiencias de mantenimiento preventivo, han empezado a implantar el TPM. En los últimos años, han estado incorporando el TPM un creciente número de plantas de procesos de industrias de la alimentación, caucho, refinerías de petróleo, químicas, farmacéutica, gas, cemento, papeleras, siderurgia, impresión, etc. (Suzuki, 1992)

Inicialmente, las actividades TPM se limitaron a los departamentos directamente relacionados con los equipos. Sin embargo, actualmente los departamentos administrativos y de apoyo, a la vez que apoyan activamente al TPM en la producción, lo aplican también para mejorar la eficacia de sus propias actividades. Los métodos de mejora TPM se están aplicando también en los departamentos de desarrollo y ventas. (Suzuki, 1992)

Esta última tendencia subraya la creciente importancia de considerar desde la fase inicial del desarrollo no solo los procesos y equipos de producción sino también los productos, con el objetivo de simplificar la producción, mejorar el aseguramiento de la calidad, y la eficiencia, y reducir el periodo de arranque de una nueva producción. Estos temas son de particular importancia en las industrias de proceso de hoy, conforme continua la diversificación de los productos y se van acortando los ciclos de vida de los mismos. (Suzuki, 1992)

Figura n.º 2.3 Representación de pilares de TPM



Fuente: <http://www.angelantonioromero.com/el-tpm-o-mantenimiento-productivo-total/>.

2.3.1. Pilar de Mantenimiento Autónomo

El mantenimiento autónomo después de que se introdujo en el Japón, procedente de Estados Unidos, el mantenimiento preventivo, se separó formalmente las funciones de operación y las de mantenimiento. Como los operarios perdieron responsabilidades respecto al equipo, gradualmente perdieron sensibilidad respecto a su mantenimiento. (Suzuki, 1992)

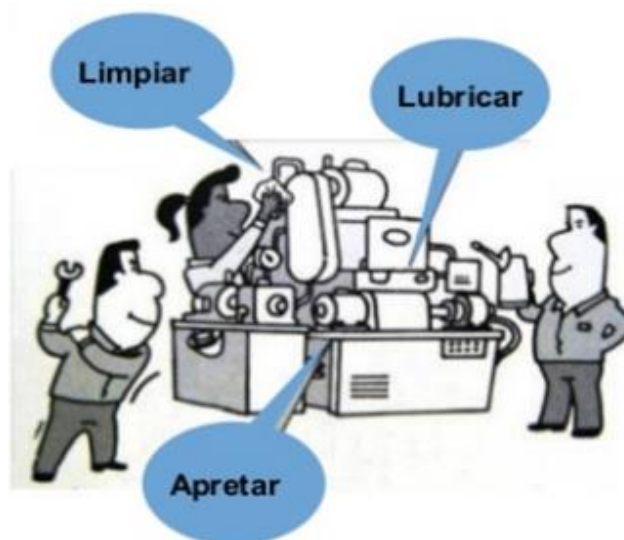
El mantenimiento autónomo practicado en el TPM invierte esta tendencia.

Los operarios se involucran en el mantenimiento de rutina y en actividades de mejora que evitan el deterioro forzado, controlan la contaminación, y ayudan a mejorar las condiciones del equipo. (Suzuki, 1992)

El Mantenimiento Autónomo tiene objetivos los cuales se centra en el operador y los equipos:

- a) Prevenir el deterioro forzado del equipo a través de una operación correcta y chequeo diario.
- b) Llevar el equipo a su estado ideal a través de su restauración y una gestión apropiada.
- c) Establecer las condiciones básicas y las normas necesarias para MANTENER el equipo o proceso operando de manera óptima PERMANENTEMENTE.
- d) Desarrollar habilidades de la gente.
- e) Utilizar la metodología aplicada a un equipo / proceso para lograr un cambio cultural en la manera de trabajar de la gente (Pertenencia, organización, orden, limpieza, estandarización y disciplina). (Suzuki, 1992)

Figura n.º 2.4: Limpieza, Lubricación, Ajuste



Fuente: Centro de Entrenamiento de la Empresa

Figura n.º 2.5: Inspección de la Maquina



Fuente: Centro de Entrenamiento de la Empresa.

Estos son los pasos que se recomiendan para la implementación de mantenimiento autónomo:

1. Limpieza inicial.

Limpiar para eliminar polvo y suciedad principalmente en el bastidor del equipo; lubricar y apretar pernos; descubrir problemas y corregirlos. (Suzuki, 1992)

2. Eliminación de fuentes de contaminación y difícil acceso.

Prevenir la causa del polvo, suciedad, y difusión de esquirlas; mejorar partes que son difíciles de limpiar y lubricar; reducir el tiempo requerido para limpiar y lubricar. (Suzuki, 1992)

3. Estándares de limpieza y lubricación.

Establecer estándares que reduzcan el tiempo gastado limpiando, lubricando, y apretando (específicamente tareas diarias y periódicas). (Suzuki, 1992)

4. Inspección general

Con la inspección manual se genera instrucción; los miembros de círculos descubren y corrigen defectos menores del equipo. (Suzuki, 1992)

5. Inspección autónoma

Desarrollar y emplear listas de chequeo para inspección autónoma. (Suzuki, 1992)

6. Organización y orden

Estandarizar categorías de control de lugares de trabajo individuales; sistematizar a fondo el control del mantenimiento. (Suzuki, 1992)

- a) Estándares de inspección para limpieza y lubricación
- b) Estándares de limpieza y lubricación
- c) Estándares para registrar datos
- d) Estándares para mantenimiento piezas y herramientas

7. Auto gestión

Desarrollos adicionales de políticas y metas; incrementar regularidad de actividades mejora. Registrar resultados análisis MTBF y diseñar concordantemente contra medidas. (Suzuki, 1992)

Figura n.º 2.6: Pirámide de 7 pasos de mantenimiento autónomo



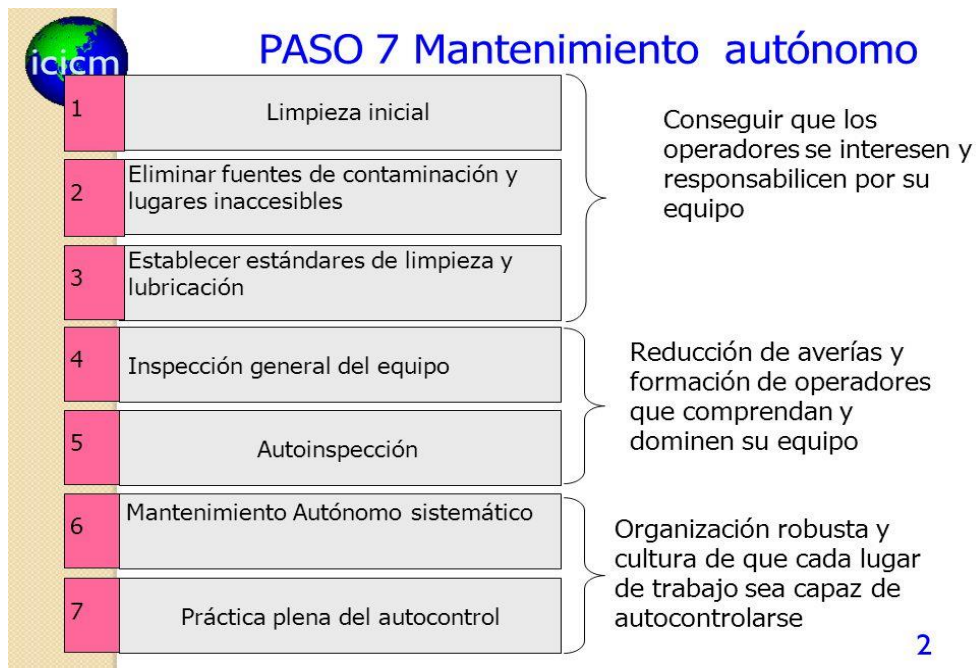
Fuente: <https://es.slideshare.net/lean-sigma/tpm-mantenimiento-productivo-total>.

Figura n.º 2.7: Las 7 etapas del mantenimiento autónomo



Fuente: <https://sites.google.com/site/apalacioposada/4-mantenimiento-autonomo---generalidades>.

Figura n.º 2.8: 7 Pasos de mantenimiento autónomo



Fuente: <https://www.google.com/search?q=mantenimiento+autonomo>.

2.4. Metodología 5s

Se inició en Toyota en los años 1960 con el objetivo de lograr lugares de trabajo mejor organizados, más ordenados y más limpios de forma permanente para lograr una mayor productividad y un mejor entorno laboral. Actualmente hacen parte de los sistemas de producción más utilizados, Lean Manufacturing, TPM, Monozukuri, Sistema de producción Toyota, siendo una de las herramientas más utilizadas en conjunto con el Kaizen.2. (Sacristan, 2005)

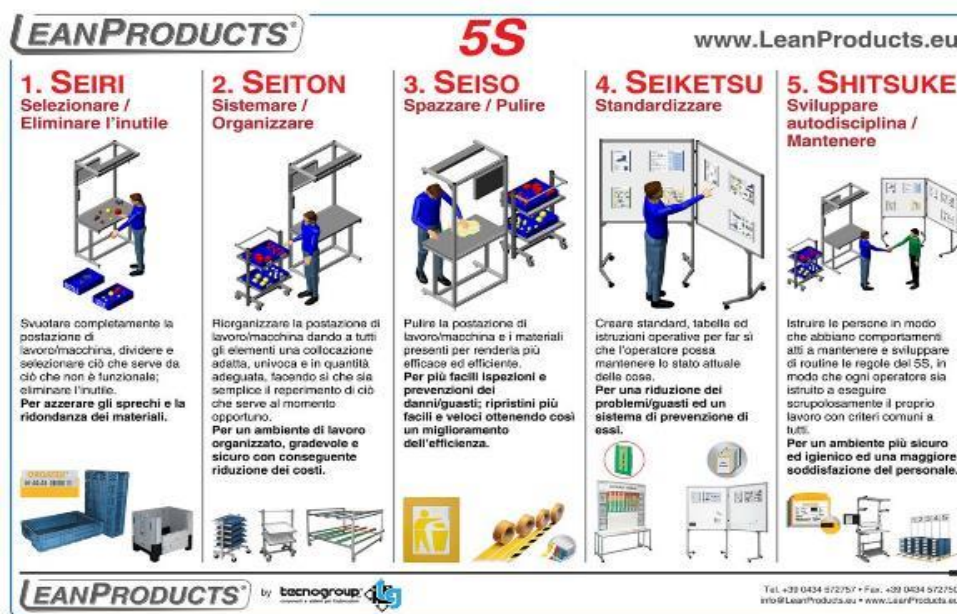
Las 5S han tenido una amplia difusión y son numerosas las organizaciones de diversa índole que lo utilizan, tales como: empresas industriales, empresas de servicios, hospitales, centros educativos o asociaciones. (Sacristan, 2005)

Los pasos para implementar 5s son las siguientes:

1. SEIRI (Selección). - Se trata de eliminar todo lo que es innecesario.
2. SEITON (Organizado). - Se ordena lo que ha quedado en operación.
3. SEISO (Limpieza). - Crear una rutina de limpieza
4. SEIKETSU (Estandarización). - Creación de estándares como apoyo del orden.
5. SHITSUKE (Disciplina). - Monitorear y verificar el cumplimiento

(Sacristan, 2005)

Figura n.º 2.9: Las etapas de las 5s



Fuente: <http://www.leanproducts.eu>

2.5. Definición de Términos Básicos

TPM.

Es una metodología que ayuda a las empresas a enfocar las actividades de mantenimiento al logro de los objetivos de disponibilidad de los equipos, calidad de las piezas producidas y eficiencia de las líneas de producción. (Suzuki, 1992)

Las 5s

Es una metodología para crear un ambiente de trabajo limpio y ordenado que exponga el desperdicio y haga que las anomalías sean visibles en forma inmediata. Teniendo los siguientes pasos:

Paso 1: SEIRI (Segregar y eliminar – CLASIFICAR)

Paso 2: SEITON (Arreglar e identificar –ORDENAR)

Paso 3: SEISO (Proceso de limpieza diaria – LIMPIAR)

Paso 4: SEIKETSU (Adherencia constante a los primeros tres pasos y seguridad - ESTANDARIZAR)

Paso 5: SHITSUKI (Lograr adecuación habitual – SOSTENER).

(Sacristan, 2005)

Mantenimiento Autónomo

Es el proceso a través el cual los operadores se adueñan de su proceso y establecen sus condiciones de operación.

Incluyen actividades básicas de mantenimiento establecidas por los operadores con asistencia técnica de mantenimiento.

Se lleva día a día como parte del proceso productivo.

Defecto o Anomalía.

Es cualquier discrepancia o inconformidad de su condición básica, un defecto menor puede convertirse en un defecto crítico ocasionando una falla crítica en la máquina o equipo.

Shoplogix.

Es un sistema administración de desempeño en tiempo real. Además, tiene la capacidad de conectarse a cualquier maquina o línea, automatizando la recolección de información de piso.

Mantenimiento Autónomo.

Son actividades diarias realizadas por los operadores que son dueños de los procesos para prevenir el deterioro forzado de sus equipos, estableciendo las condiciones óptimas y las normas para mantener éstas condiciones.

Condiciones básicas.

Las condiciones básicas de un equipo es el estado inicial de fabricación el cual no tiene desgaste alguno de sus componentes y no presenta defectos. Para poder mantener esta condición tenemos tres estados que se presentan en los tres primeros pasos de mantenimiento autónomo.

| | |
|--------------------|--|
| Limpieza | Quitar suciedad, polvo o manchas de los equipos para poder detectar defectos críticos de la máquina. |
| Lubricación | Técnica empleada para reducir el rozamiento entre dos superficies que se encuentran muy próximas y en movimiento una respecto de la otra, interponiendo para ello una sustancia entre ambas denominada lubricante. |
| Ajuste | El ajuste consiste en ejercer una cierta presión o en realizar un determinado movimiento para que dos piezas puedan acoplarse o encajen entre sí. |

Deterioro forzado

Es la degradación operativa de un equipo, maquina o proceso que culmina con una falla y paro de equipo.

El proceso de deterioro es tan lento que no lo notamos y podemos acostumbrarnos a él.

AMEF (Análisis de modo y efecto de fallos)

Un AMEF puede ser descrito como un grupo sistemático de actividades dirigidas a:

- (a) Identificar y evaluar fallas de producto/proceso y efectos de esas fallas.
- (b) Identificar acciones que pudieran eliminar o reducir la probabilidad de ocurrencia de dichas fallas potenciales.
- (c) Documentar los procesos completos.

Esto es complementario al proceso de definir lo que un diseño o proceso debe hacer para satisfacer a los clientes. Todos los AMEFs se enfocan al diseño, ya sea del producto o del proceso. (Chrysler, 2001).

2.6. Limitaciones

Durante el desarrollo de este trabajo se tuvo limitaciones donde a continuación mencionaremos las principales.

1. Falta de materiales y herramientas. – No se tenía las herramientas adecuadas y los materiales de limpieza para la inspección, se evaluó y elaboró un estándar de limpieza con los materiales y herramientas necesarios para cada trabajo y cada máquina.
2. Demora en el proceso de cotización y de compras. - El proceso de cotización y de compras demandaba mucho tiempo atrasando algunas tareas de mantenimiento, se solicitó la autorización poder cotizar por parte de operación y mantenimiento lo necesario para cada trabajo cargando directamente a la caja de operación o mantenimiento a cargo de un soporte de operación.
3. Falta de disponibilidad de máquina para solución de defectos. - La prioridad era producción lo cual no se tenía mucha disponibilidad de máquina para la solución de defectos críticos, se realiza reuniones semanales con planeamiento para poder tener un panorama amplio de las ventas y del plan de producción, para poder planear la solución de defectos críticos y obtener la disponibilidad de máquina y no afectar la producción ni las ventas.
4. Falta de cultura de Limpieza e inspección. - Se tuvo mucha limitación por parte de los operadores con el cambio cultural de limpieza e inspección, para acelerar y ayudar a la operación, se realizó un cuadro de rotación de entrenadores para cada turno, de esta manera cada turno tenía un entrenador y consultor para ayudar y resolver cualquier duda de la operación y avanzar las tareas de cada turno según el plan.

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

3.1. Proceso de ingreso.

Mi experiencia laboral inicia en el 2005 aprendiendo la metodología de TPM, Calidad, Mantenimiento y Proyectos, con 11 años de experiencia en el año 2016 me invitan a participar de un proyecto de una empresa que adoptara desde su inicio la metodología de TPM y arranque de operaciones.

En el año 2018 la empresa PTDPP, adopta la metodología de TPM necesitando personas con experiencia en este tipo de metodologías para obtener una base sólida y poder entrenar a toda la planta en TPM.

Ante esta necesidad me contactan para formar parte de esta gran empresa y este gran cambio, dando inicio al ciclo de reclutamiento pasando entrevistas y exámenes médicos, finalmente me anuncian que formare parte de esta gran empresa y que desempeñare el puesto de Jefe de sector de una línea de conversión.

Al llegar a mi cargo se observa una gran pérdida en paros operacionales y fallas realizando un análisis donde las causas era por falta de limpieza e inspección es donde se propone la implementación de Mantenimiento Autónomo uno de los pilares de TPM.

3.2. Puestos de personas que participaron en el proyecto laboral.

Se formó un grupo multidisciplinario conformados por:

1. Jefe de sector. - Responsable de la seguridad, calidad y producción, responsable de realizar todo el plan de desarrollo de la implementación, responsable de las reuniones diarias de resultados, responsable realizar los entrenamientos de los operadores, analizar diariamente los resultados obtenidos, planificar la solución de los defectos críticos, gestionar los materiales y herramientas para el desarrollo de la implementación.
2. Supervisor de turno. - Responsable de la seguridad, calidad y producción del turno, responsable de la recopilación de los defectos de los operadores priorizando su criticidad, responsable de los análisis de cada falla del turno, responsable del cumplimiento del recorrido del estándar de limpieza e inspección de su turno.
3. mecánico de Línea. - Responsable de la solución de todos los defectos mecánicos, responsable del plan preventivo tipo mecánico de la línea, responsable del estándar de lubricación, responsable de los análisis de falla de la línea.
4. Electricista de línea. - . Responsable de la solución de todos los defectos eléctricos, responsable del plan preventivo tipo eléctrico de la línea, responsable de los análisis de falla de la línea tipo eléctrico.
5. Operador líder. - Responsable del cumplimiento de las normas de seguridad e inspección de calidad de la producción, responsable del recorrido de la limpieza e inspección de la línea, responsable del reporte de defectos de la línea.

3.3. Implementación de Mantenimiento Autónomo en la bobinadora PCMC.

Para realizar la implementación se realiza un plan estructurado de acuerdo a los objetivos trazados, teniendo fechas de cumplimiento para cada objetivo.

Tabla n.º 3.1: Plan de implementación

| Objetivo General: Implementar el Pilar de mantenimiento autónomo para disminuir los paros operacionales y fallas en la bobinadora PCMC del área de conversión rollos de la empresa PDTTP en el año 2018. | | | |
|---|---|------------------------|---------------------|
| Objetivos | Actividades por Objetivos | Fecha de Inicio | Fecha de Fin |
| Primer Objetivo | Elaborar la situación actual y anterior. | 01/06/2018 | 15/06/2018 |
| | Elaborar grafica de perdidas de la maquina. | 01/06/2018 | 08/06/2018 |
| | Elaborar estructura de reuniones de resultados | 11/06/2018 | 15/06/2018 |
| | Desarrollo de SIPO (flujo de entrada, proceso y salida) + Maqueta | 11/06/2018 | 15/06/2018 |
| Segundo Objetivo | Diseño de plan de implementacion del Pilar de Mantenimiento Autonomo | 18/06/2018 | 22/06/2018 |
| | Definir Tablero de Mantenimiento Autonomo | 18/06/2018 | 22/06/2018 |
| | Elaborar Mision - Vision - Objetivos de MA | 18/06/2018 | 22/06/2018 |
| | Definir Responsabilidades de los Integrantes del Pilan de Mantenimiento Aut | 18/06/2018 | 22/06/2018 |
| | Elaborar Plan de Entrenamiento y Matriz de conocimiento | 18/06/2018 | 22/06/2018 |
| Tercer Objetivo | Desarrollo de Implementacion del Pilar de Matenimiento Autonomo | 25/06/2018 | 05/10/2018 |
| | Inicio de Mantenimiento autonomo junto con 1S y 2S | 25/06/2018 | 13/07/2018 |
| | Elaborar la Matriz MIPER de la Maquina | 25/06/2018 | 28/06/2018 |
| | Inicio de Limpieza e inspeccion | 09/07/2018 | 03/08/2018 |
| | Desarrollo de Cleaning Day (Limpieza Inicial) | 09/07/2018 | 09/07/2018 |
| | Reporte de Anomalias Tarjetas | 09/07/2018 | 09/07/2018 |
| | Desarrollo de OPL | 09/07/2018 | 09/07/2018 |
| | Desarrollo de Estandar | 09/07/2018 | 09/07/2018 |
| | Desarrollo de segundo Cleaning Day (Limpieza Inicial) | 27/08/2018 | 27/08/2018 |
| | Reporte de Anomalias Tarjetas | 27/08/2018 | 27/08/2018 |
| | Desarrollo de OPL | 27/08/2018 | 27/08/2018 |
| | Desarrollo de Estandar | 27/08/2018 | 27/08/2018 |
| | Desarrollo de Tercer Cleaning Day (Limpieza Inicial) | 17/09/2018 | 17/09/2018 |
| | Reporte de Anomalias Tarjetas | 17/09/2018 | 17/09/2018 |
| | Desarrollo de OPL | 17/09/2018 | 17/09/2018 |
| Desarrollo de Estandar | 17/09/2018 | 17/09/2018 | |
| Cuarto Objetivo | Calculo de Costo Beneficios de la implementacion de MA | 08/10/2018 | 08/10/2018 |
| | Elaborar cuadro de resultados actual de la linea | 08/10/2018 | 08/10/2018 |
| | Elaborar cuadro de costo de inversion | 08/10/2018 | 08/10/2018 |

Fuente: Elaboración de Grupo Autónomo

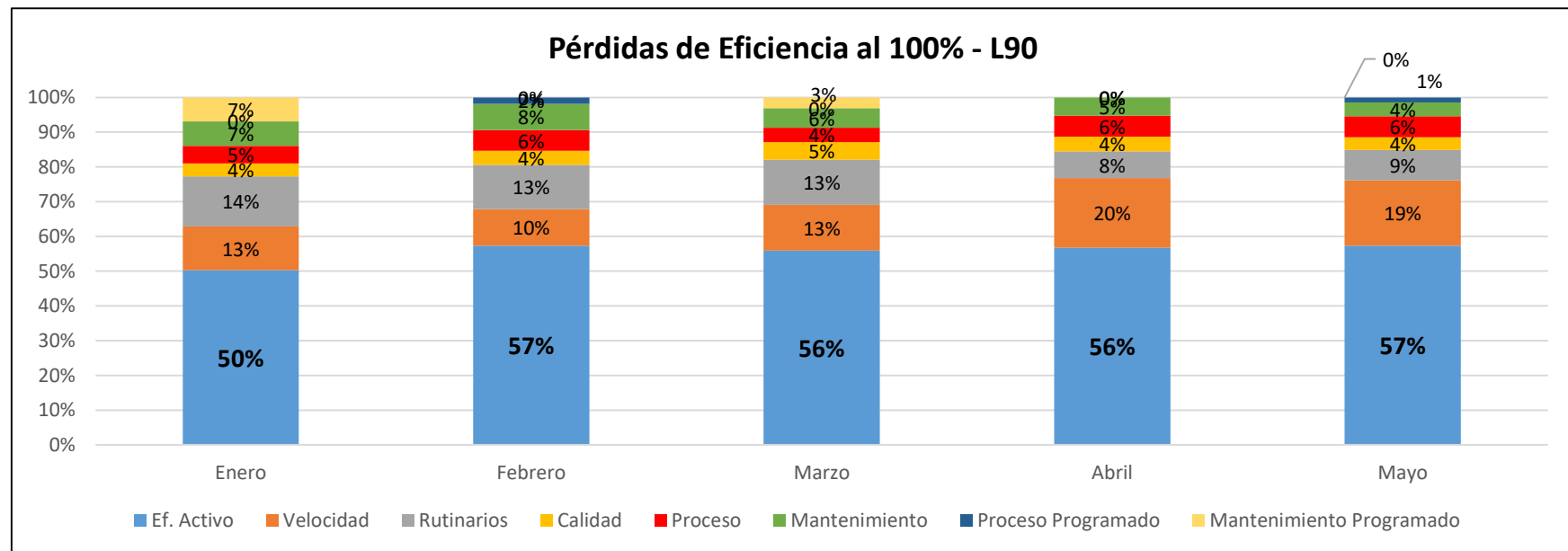
3.3.1. Elaborar la situación de la línea.

3.3.1.1. Elaborar la gráfica de pérdidas de la línea de la bobinadora PCMC

Se elabora la gráfica de la eficiencia de la Bobinadora PCMC que presenta un promedio de 55% siendo el objetivo de 65%, según grafica de perdidas el mayor impacto que tenemos son los paros de proceso (operacionales) y el mantenimiento (Fallas).

El promedio de los paros de Proceso (operacionales) es de 5% y el promedio de paros por mantenimiento (Fallas) es de 6%.

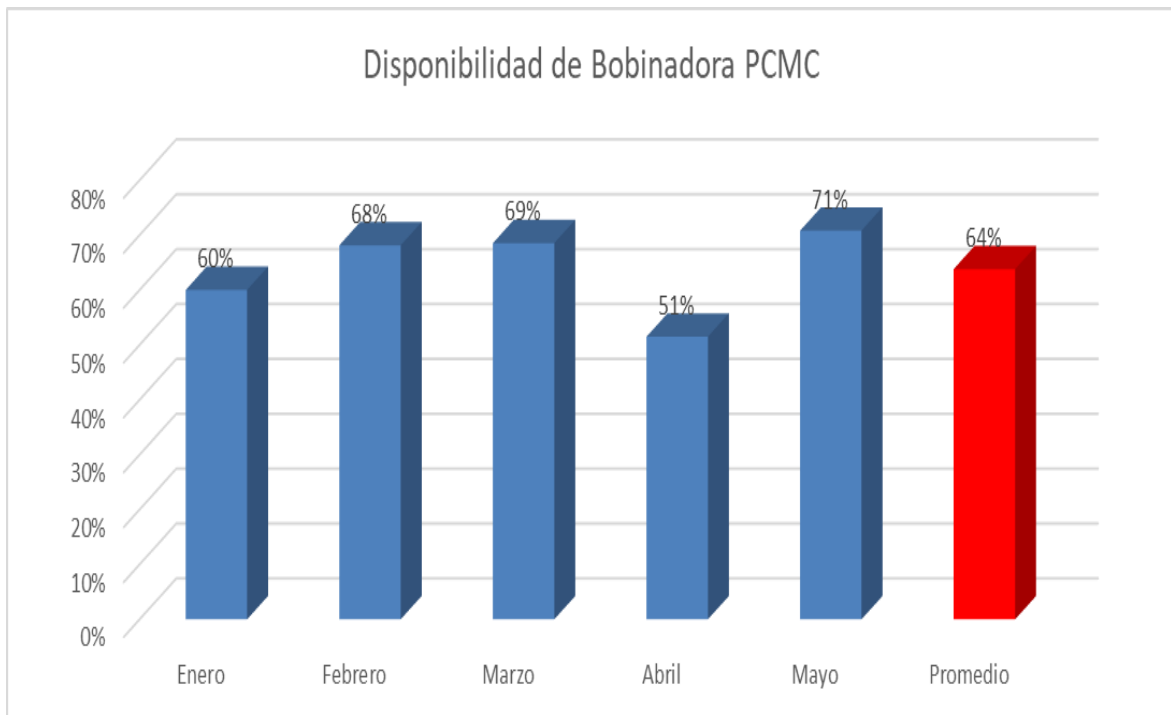
Figura n.º 3.1: Pérdidas de Eficiencia Situación Inicial de la Línea de Conversión



Fuente: Elaborado por el grupo autónomo

Se elaboró la gráfica de disponibilidad de la máquina bobinadora PCMC el cual nos presenta un resultado promedio de 64% estando muy bajo del objetivo de 75%, lo cual los paros operacionales y fallas de mantenimiento impactan en la disponibilidad de la máquina bobinadora PCMC por medio del tiempo de parada de máquina.

Figura n.º 3.2: Cuadro de Pareto de disponibilidad de bobinadora PCMC

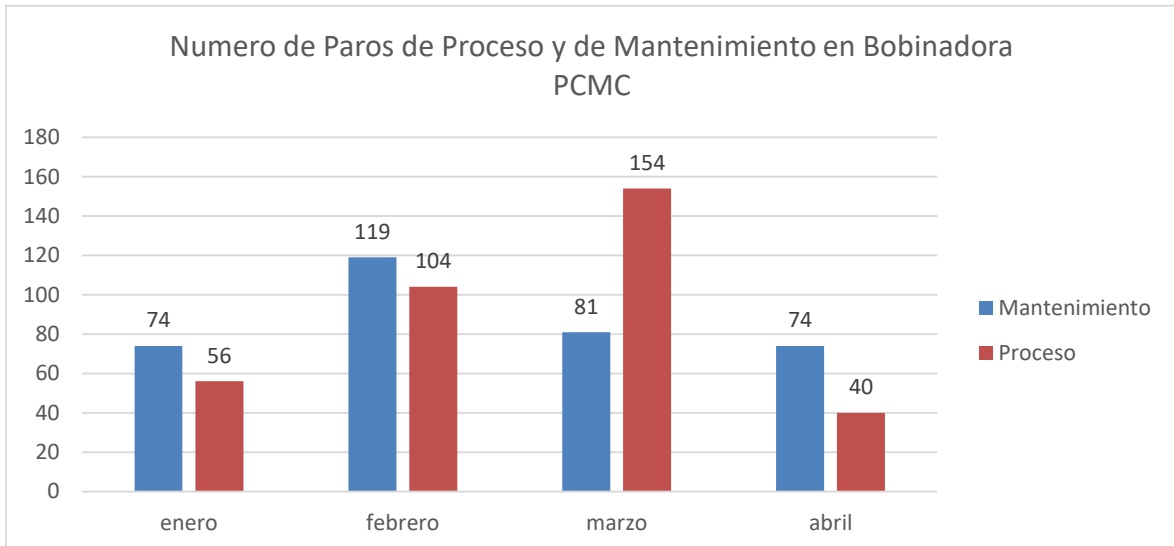


Fuente: Elaborado por el grupo autónomo

En la figura 22, muestra el comportamiento de la disponibilidad de la máquina bobinadora PCMC en los meses de enero a mayo, teniendo un promedio de 64%, estando por debajo del objetivo de 75%, en este resultado influye otros factores como tiempo de paro por rutinario, tiempo de parada por calidad, etc. Lo cual nos enfocaremos a reducir los tiempos de parada de los paros operacionales y las fallas por mantenimiento para poder contribuir al aumento de la disponibilidad de la bobinadora PCMC.

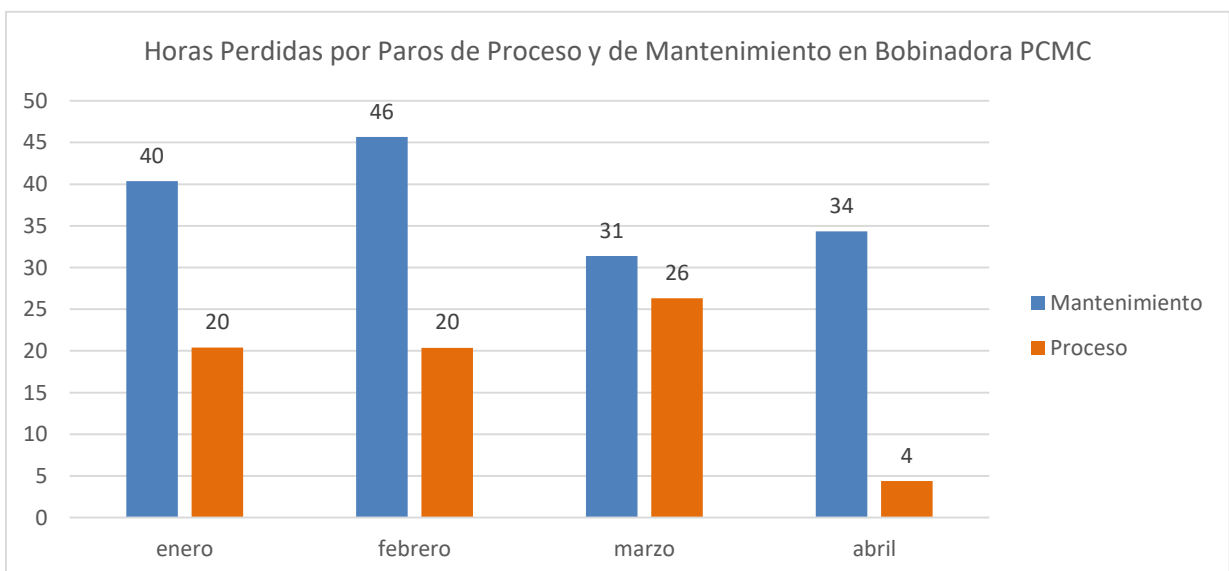
Donde el foco de estudio será la reducción de paros de proceso (operacionales) que tiene una pérdida de 5% en promedio los meses de enero a abril y de mantenimiento (Fallas) que tiene una pérdida de 6% en promedio en los meses de enero a abril en la máquina bobinadora PCMC:

Figura n.º 3.3: Análisis de número de paros



Fuente: Elaborado por el grupo autónomo e ingeniero de proceso

Figura n.º 3.4: Análisis de pérdidas en horas



Fuente: Elaborado por el grupo autónomo e ingeniero de proceso

3.3.1.2. Elaborar estructura de reuniones.

Para poder evaluar los resultados es necesario tener reuniones donde se pueda discutir, analizar y tener planes de acciones para solucionar los problemas de la bobinadora PCMC y línea de conversión.

Se tendrá dos reuniones las cuales serán llamadas:

RDL: Reunión diaria de línea donde se revisa los resultados de la línea y se discute, analiza y se obtiene planes de acción del día para solucionar los problemas de la línea con una duración de 25 min.

RDP: Reunión diaria de Proceso donde se presenta los resultados de todas las líneas y análisis realizados en el RDL.

La estructura de RDL será la siguiente:

Tabla n.º 3.2: Estructura de RDL

| ESTRUCTURA DE RDL (25 min) | | | |
|-----------------------------|--------------------------------|--|---|
| <u>Horario:</u> | 08:45 a.m. | | |
| <u>Tiempo y Estructura:</u> | | | |
| 2' | Seguridad: | Accidentes/Incidentes/Indicadores | |
| 3' | Calidad: | Rechazos/ Defectos/ Reclamos | |
| 20' | Producción: | | |
| | | Pérdidas: Problema - Causa - Solución | ① |
| | | Tarjetas: Generadas /Levantadas/Pendientes | ② |
| | | Indicadores: Volumen, Eficiencia, Tasas, Merma | ③ |
| <u>Participantes:</u> | | | |
| 1 | Operador principal (lider) | | |
| 2 | Jefe de Línea (Facilitador) | | |
| 3 | 2do Operador (sub-lider) | | |
| 4 | Ing / Tec. Proceso/Sup. Operat | | |
| 5 | Padrinos mantto (Mec/Elec) | | |
| 6 | Inspector de Calidad | | |
| 7 | Seguridad (1/sem) | | |
| | Pilares MA y MP | | |

Fuente: Elaboración de Grupo Autónomo

La estructura del RDP será la siguiente:

Tabla n.º 3.3: Estructura de RDP

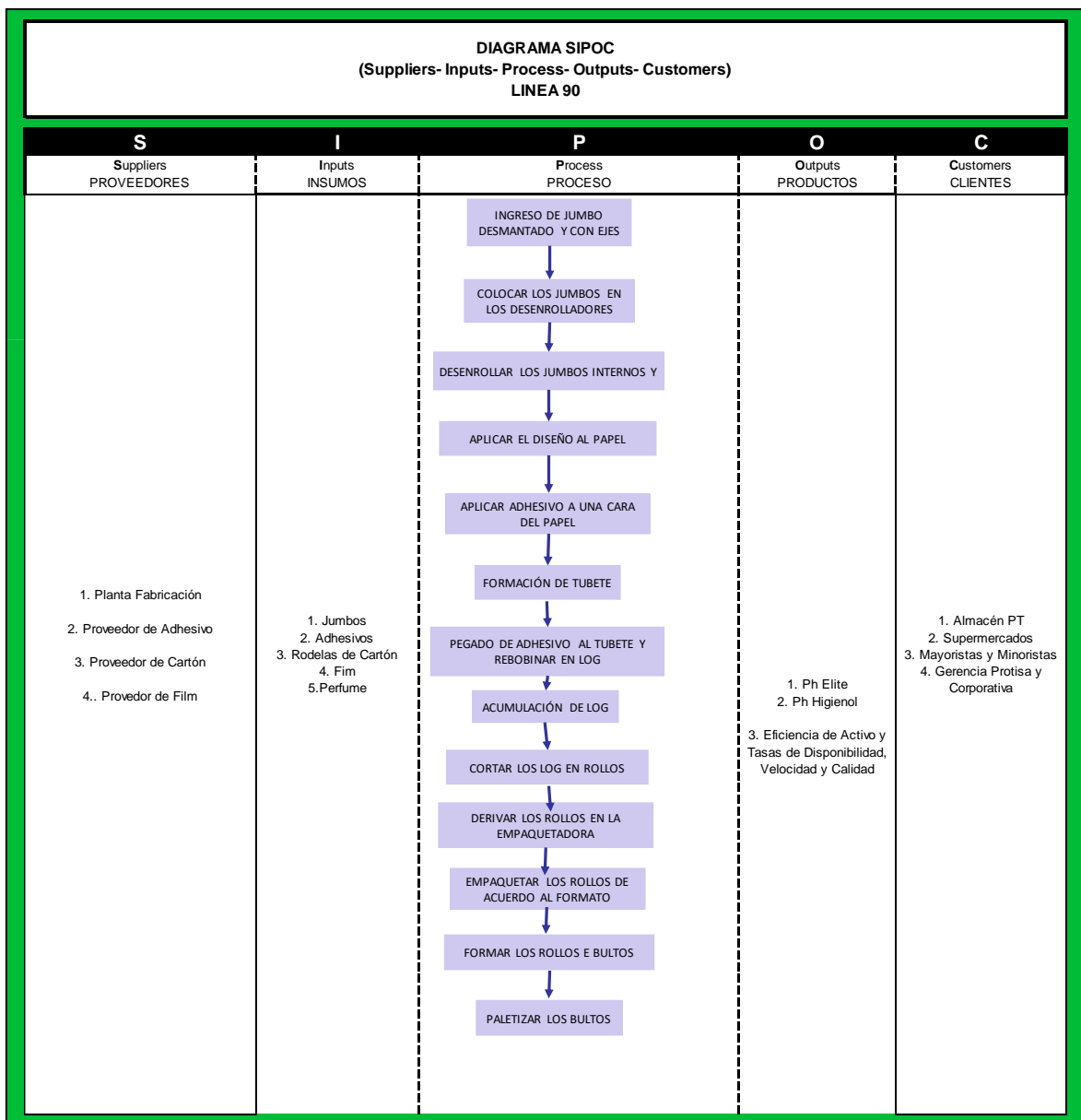
| ESTRUCTURA DE RDP (60 min) | | | |
|-----------------------------|--|--|---|
| Horario: | 09:30 a.m. | | |
| Tiempo y Estructura: | | | |
| 10' | Seguridad: | Accidentes/Incidentes/Indicadores | |
| 10' | Calidad: | Rechazos/ Defectos/ Reclamos | |
| 40' | Producción: | | |
| | | Línea Piloto: Avances /Tarjetas | ① |
| | | Pérdidas: Acción / Acuerdos/Compromisos | ② |
| | | Indicadores: Volumen, Eficiencia, Tasas, Merma | ③ |
| Participantes: | | | |
| 1 | Jefe de área (lider) | | |
| 2 | Jefe de Línea | | |
| 3 | Ing . De Procesos (Sub-lider) | | |
| 4 | Jefe de Mantto | | |
| 5 | Jefe de Calidad | | |
| 6 | Jefes de Sector/ Sup / Padrino piloto (mantto) | | |
| 7 | Tec proc/ sup. Operativo / Genovés | | |
| 8 | Seguridad (1/sem) | | |

Fuente: Elaboración de Grupo Autónomo

3.3.1.3. Desarrollar el SIPOC (flujo de entrada, proceso y salida)

Para poder entender el proceso de producción y poder entrenar a los operadores es necesario desarrollar un flujo de entradas, proceso y salidas de la producción al igual que se debe realizar una maqueta de la parte más crítica de la máquina, para poder entrenar a los operadores en el funcionamiento del equipo y así poder entender e identificar los defectos correctamente ver mayor detalle ver Anexo n°3.

Figura n.º 3.5: Diagrama de flujos del proceso



Fuente: Elaboración Grupo Autónomo

3.3.2. Diseño de plan de implementación del Pilar de Mantenimiento Autónomo.

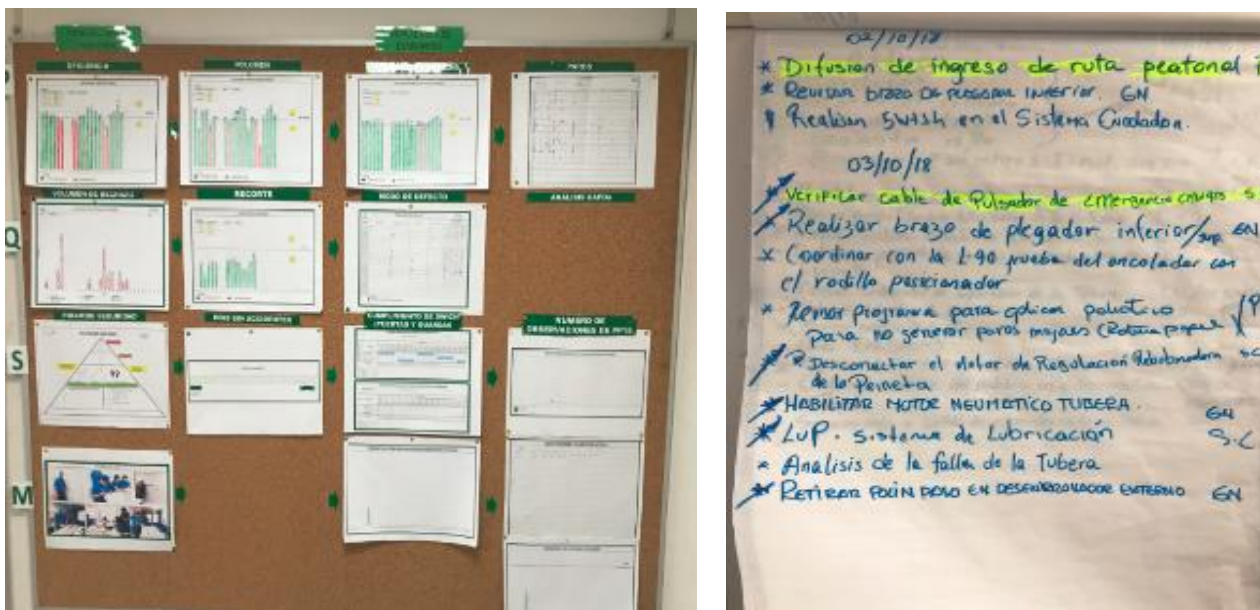
3.3.2.1. Definir tablero de autónomo

Se diseñó el tablero de mantenimiento autónomo para poder revisarlo diariamente durante las reuniones de RDL y RDP.

En estos tableros se revisa los resultados diarios de la operación y el cumplimiento de avance a la solución de las tarjetas de defecto y el cumplimiento de sus limpiezas programadas por parte de la operación.

El Flujo que sigue el tablero es Seguridad, Calidad y Operación.

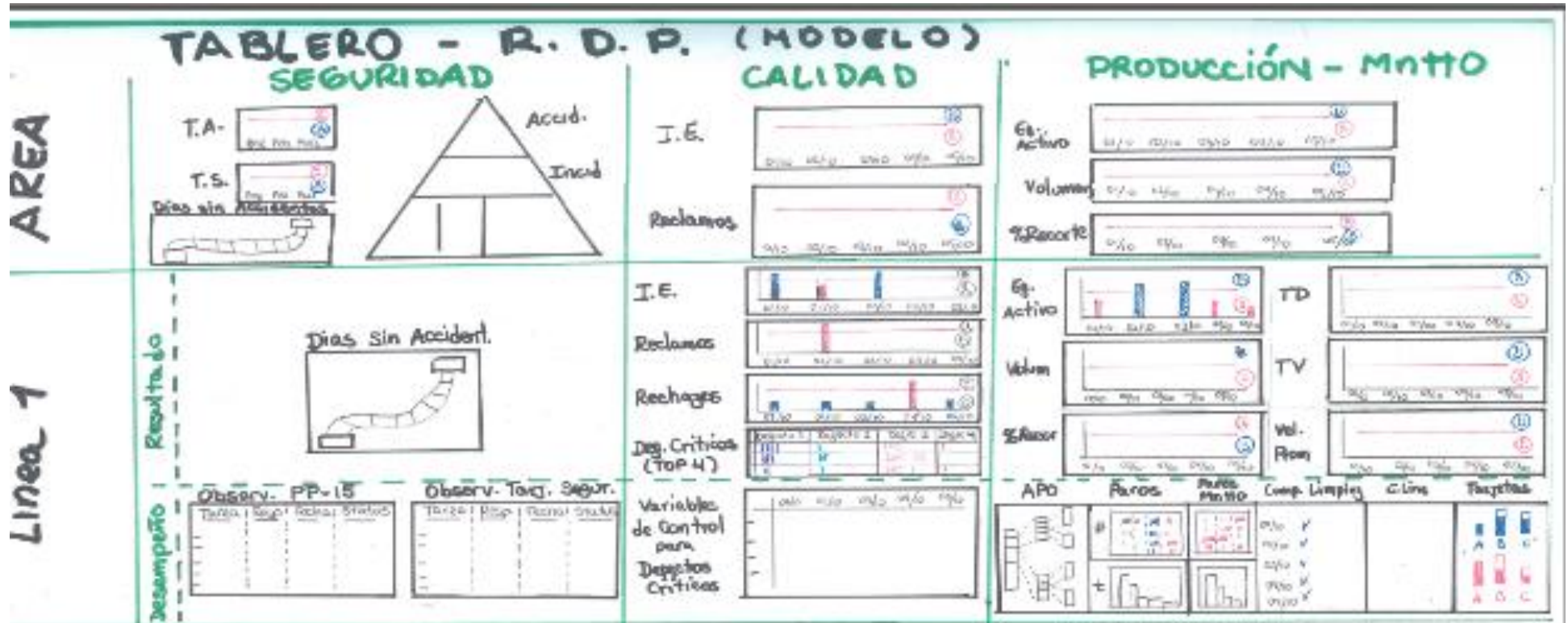
Figura n.º 3.6: Foto de tablero de autónomo y planes de acción de reuniones



Fuente: Elaboración de Grupo Autónomo

Diseño del bosquejo del tablero de mantenimiento autónomo después de la definición en conjunto con las áreas de seguridad, calidad y operación.

Figura n.º 3.7: Foto de diseño de tablero de autónomo



Fuente: Elaboración de Grupo Autónomo

3.3.2.2. Elaborar la misión, visión y objetivos del grupo autónomo

Después de elaborar el tablero de mantenimiento autónomo, se decide y diseña en conjunto con el grupo autónomo la visión, misión y objetivos.

Visión:

Implementar el Pilar de Mantenimiento Autónomo en nuestra línea de bobinadora PCMC, para restaurar condiciones básicas de nuestros equipos para lograr procesos confiables.

Misión:

Desarrollar y administrar las herramientas de gestión identificando las anomalías, generando LUP y estándares de limpieza e inspección de los equipos, para asegurar que funcionen y operen eficientemente previniendo su deterioro forzado.

Objetivos:

- Emplear los equipos críticos de máquina como instrumento para el aprendizaje y adquisición de conocimiento.
- Desarrollar nuevas habilidades para el análisis y solución de problemas.
- Restaurar la condición básica para evitar su deterioro forzado.
- Cumplir el compromiso de eficiencia de activo de las líneas.

Estos objetivos se diseñaron en base a las pérdidas de la línea de producción y a los conceptos del mantenimiento autónomo, el cual el grupo autónomo tiene 4 objetivos durante su desarrollo y enseñanza a la operación.

3.3.2.3. Elaborar las responsabilidades de los integrantes del grupo autónomo.

Se Realizó mapas de responsabilidad para cada operador, donde está su limpieza y orden de su área, también se indica la inspección y reporte de defectos de su máquina y equipos que tiene a su cargo.

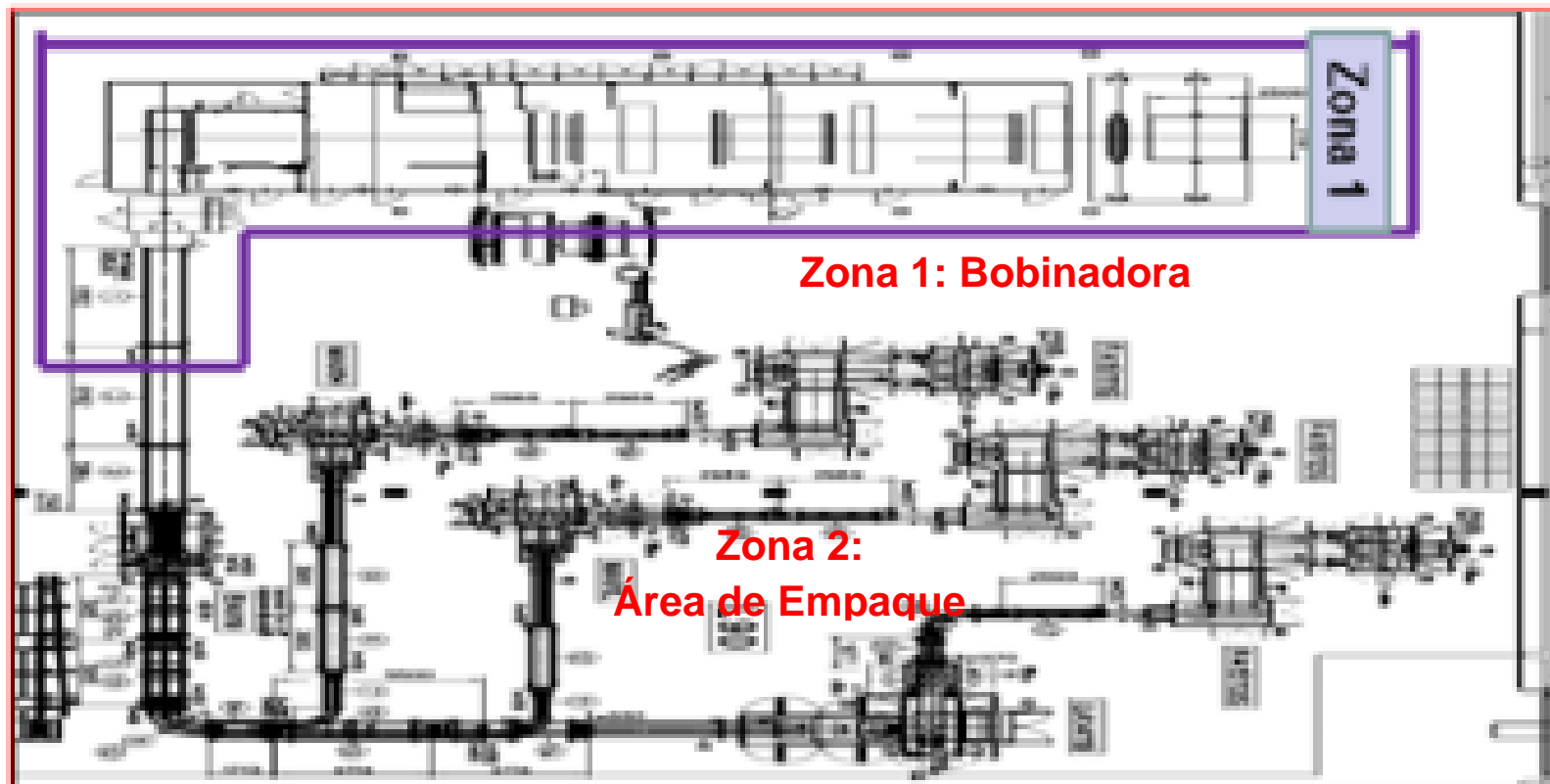
Figura n.º 3.8: Mapa de responsabilidad por zonas y puestos



Fuente: Elaboración Grupo Autónomo

Plano de línea de conversión dividido en zonas de bobinadora y empaque para poder dar responsabilidades a la operación.

Figura n.º 3.9: Plano por zonas



Fuente: Elaboración por grupo autónomo

3.3.2.4. Elaborar plan de entrenamiento y Matriz de conocimiento.

Se elabora un plan de entrenamiento donde los técnicos tengan el conocimiento necesario para realizar la primera limpieza (Cleannig day), donde realizarán trabajos de detección de anomalías, realizar LUP y los primeros estándares.

Se realizó el plan de entrenamiento:

Figura n.º 3.10: Matriz de Entrenamiento de la Operación



MATRIZ DE HABILIDADES - LÍNEA 90 - Bobinadora PCMC



| Nº | Tema | Responsable de capacitar | Pilar | Fecha de cierre | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Estatus |
|----|---|-------------------------------|-------|-----------------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|-------------|
| 1 | Metodología de las 1S y 2S | Capacitador de área | EE | 21 - 26 Jun | | | | | | | Planificado |
| 2 | Principio de funcionamiento y taxonomía de equipos | Pilar MP -Capacitador de área | MP | 25 - 27 Jun | | | | | | | Planificado |
| 3 | Metodología de limpieza e inspección /Gestión de tarjetas | Capacitador de área | EE | 29 - 06 Jul | | | | | | | Planificado |
| 4 | MIPER - Mapa de Riesgos- Bloqueo | Ivonne Campos - Juan Huaman | SHE | 25 - 28 Jun | | | | | | | Planificado |
| 5 | Elaboración de LUP y estándar LILA | Coordinador de TPM-MA | MA | 29 - 06 Jul | | | | | | | Planificado |

Fuente: Elaboración de Grupo Autónomo

3.3.3. Desarrollo de la Implementación del Pilar de Mantenimiento Autónomo.

3.3.3.1. Inicio de Mantenimiento autónomo.

Se realizó el entrenamiento del pilar de Mantenimiento Autónomo, iniciando con el Paso 1 que es limpieza inicial donde surgen preguntas:

¿Porque limpiamos? ¿Porque ordenamos?, y es en esta etapa que el operador aprende que limpiando y ordenando puede detectar anomalías en la máquina, realizando reportes por medio de tarjetas que van en cada equipo o área de la máquina, para luego poder planear su solución de dichas tarjetas. Ver Anexo n°1 y Anexo n°2.

Figura n.º 3.11: Foto de Entrenamiento de Grupo Autónomo



Fuente: Elaborado por taller de Implementación de Mantenimiento Autónomo

También se realizó el entrenamiento de 1S y 2S para eliminar y ordenar el entorno de las oficinas y del espacio del trabajo, aplicándolo en la línea de conversión y teniendo revisiones semanales. Ver Anexo n°7 y n°8.

Figura n.º 3.12: Foto entrenamiento de 5s con el grupo autónomo



Fuente: Elaborado por taller de Entrenamiento de 5s

3.3.3.2. Elaborar la Matriz MIPER de la Maquina.

Después que los operadores fueron entrenados en el mantenimiento autónomo – Paso 1 en la 1S y 2S, los operadores elaboran el MIPER (Matriz de identificación de Peligros, Evaluación y control de Riesgos) de su área, esto para identificar los peligros para evaluar y controlar los riesgos de cada área.

Figura n.º 3.13: Foto de matriz de seguridad

| Actividad | Peligro | Evaluación | Control | Riesgo | Control |
|---------------------------|-----------------------|------------|----------|--------|----------|
| Cambiar de rollos | Caída de rollos | Baja | Usar EPP | Baja | Usar EPP |
| Cambiar de bobinas | Caída de bobinas | Baja | Usar EPP | Baja | Usar EPP |
| Limpieza de la bobinadora | Caída de herramientas | Baja | Usar EPP | Baja | Usar EPP |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... |

Fuente: Elaboración de Operadores de producción.

3.3.3.3. Inicio de Limpieza e inspección.

Después de haber recibido el entrenamiento de mantenimiento Autónomo y de la 1S y 2S, procedemos a realizar nuestro primer Cleannig Day (Día de Limpieza), es aquí donde los operadores limpiarán toda la bobinadora PCMC reportando y colocando las tarjetas de anomalías en cada equipo o parte de la máquina ver Anexo n° 1 y n°2. Para que luego con la ayuda de mantenimiento poder planear su solución.

Se entrega los Epps y herramientas correctas para la limpieza de acuerdo a la matriz de herramientas de la operación. Mayor información ver Anexo n°5

Figura n.º 3.14: Foto de grupo autónomo antes de limpieza de línea



Fuente: Tomado de Primera Limpieza de Línea por Grupo Autónomo

Figura n.º 3.15: Preparación para primera limpieza de línea



Fuente: Tomado de Primera Limpieza de Línea por Grupo Autónomo

Se realiza la limpieza de cada equipo para poder encontrar anomalías en la máquina.

Figura n.º 3.16: Foto de grupo autónomo realizando primera limpieza de línea



Fuente: Tomado de Implementación de Mantenimiento Autónomo en Bobinadora PCMC

Figura n.º 3.17: Implementación de reporte de defecto en la maquina



Fuente: Elaboración de Reporte de Defecto por Grupo Autónomo

Figura n.º 3.18: Foto de detección y reporte de defectos en bobinadora PCMC



Fuente: Elaboración por Grupo Autónomo

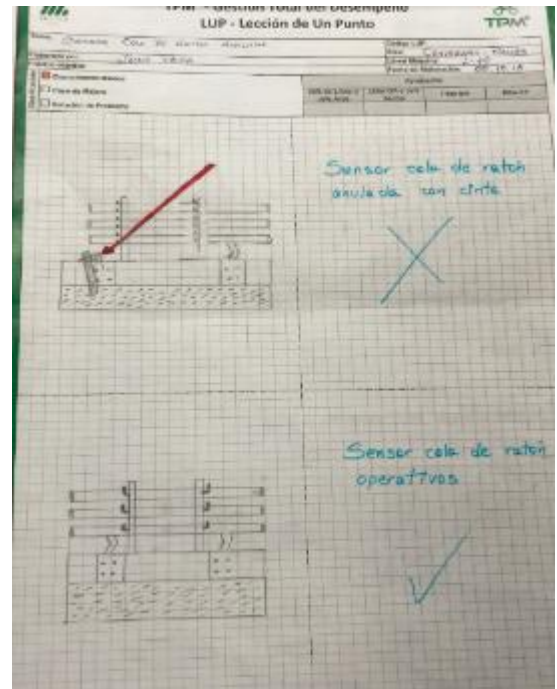
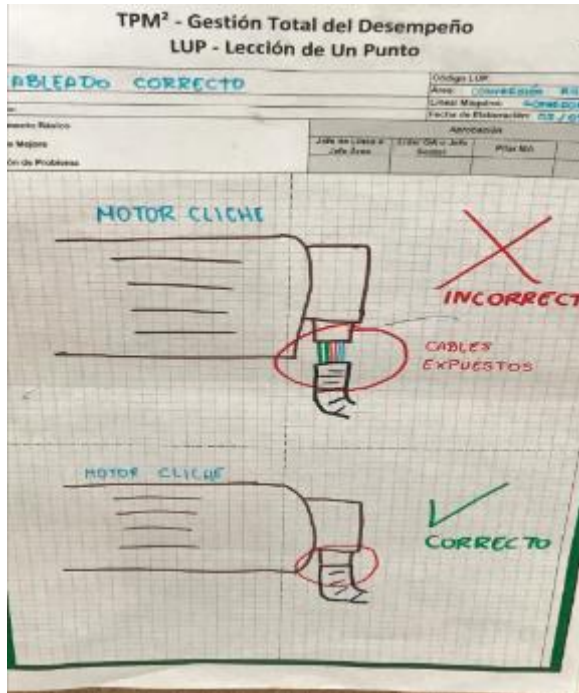
Figura n.º 3.19: Foto de implementación de tarjetas de defectos en los equipos



Fuente: Elaborado por Grupo Autónomo

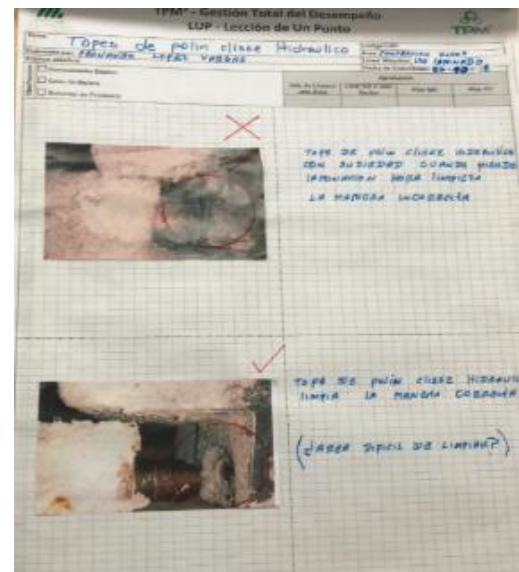
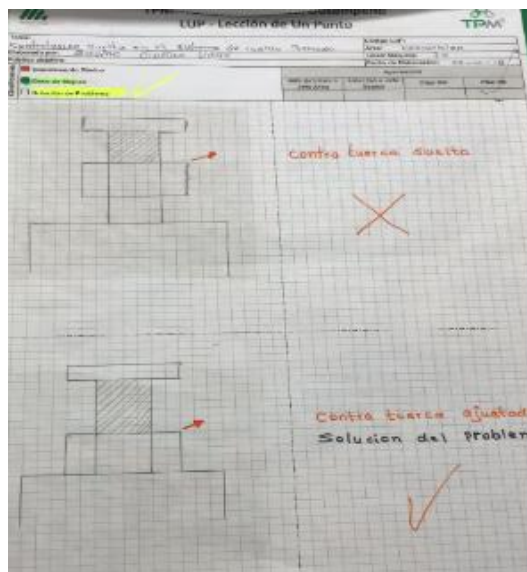
Después de terminar la limpieza se procede a realizar OPL de lo aprendido en la máquina de cómo se encontró el equipo y como debe ser su condición básica.

Figura n.º 3.20: Foto del desarrollo de LUP de operación



Fuente: Realizado por la Operación.





























Figura n.º 3.21: Foto de desarrollo de LUP de operación



Fuente: Realizado por la Operación

Después de recopilar todos los OPL, todas las anomalías tanto de seguridad, mantenimiento y operación, se procede a realizar un primer estándar de la maquina donde tendremos frecuencias de limpieza, el método y la herramienta que vamos a necesitar ver anexo n°9, también se realiza los estándares de ayuda para la limpieza e inspección del equipo. Mayor detalle ver Anexo n°4.

Figura n.º 3.22: Foto de desarrollo de estándar de inspección

|  | |  | | | | ESTÁNDAR PROVISORIO | |  | | | | |
|---|--|---|---|---|---|----------------------------|--------|---|---|---|---|--|
| TPM | Estándar Provisorio de Mantenimiento Autónomo (Limpieza, Inspección y Lubricación) | | | | RESPONSABLE: | | Turno: | | | | | |
| | MÁQUINA: | REBOBINADORA SINTESI 65 | EQUIPO: GOFRADOR NT-65 | | | | MAÑANA | | | | | |
| SUB EQUIPOS | | ELEMENTOS | ESTANDAR | METODO | HERRAMIENTAS | TIEMPO (min) | L | M | M | J | V | |
| SISTEMA LAMINADO L.A. | | Sistema de transmisión | Limpio, ajustado, buen estado |  |  | 10 | | | | | | |
|  | Reguladores de aproximación | Limpio, ajustado, buen estado |  |  | 10 | | | | | | | |
| | Estructuras | Limpio, ajustado, buen estado |  |  | 10 | | | | | | | |
| | Mangueras | Limpio, ajustado, buen estado |  |  | 10 | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| SISTEMA LAMINADO L.M. | | Sistema de transmisión | Limpio, ajustado, buen estado |  |  | 10 | | | | | | |
|  | Reguladores de aproximación | Limpio, ajustado, buen estado |  |  | 10 | | | | | | | |
| | Estructuras | Limpio, ajustado, buen estado |  |  | 10 | | | | | | | |
| | Mangueras | Limpio, ajustado, buen estado |  |  | 10 | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| RODILLOS DE LAMINADO | | Roda | Limpio, ajustado, buen estado |  |  | 20 | | | | | | |
|  | Rodillo anilox | Limpio, ajustado, buen estado |  |  | 10 | | | | | | | |
| | Rodillo diéct | Limpio, ajustado, buen estado |  |  | 10 | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Realizado por el Grupo Autónomo y la Operación.

Para poder realizar el segundo Cleanng Day, se tiene que llegar al objetivo de 85% de solución de las anomalías reportadas en las tarjetas, para esto se realiza un plan de solución de anomalías con la ayuda del Team Mantenimiento, estos planes serán revisados diariamente en las reuniones de RDL y RDP, los defectos con mayor criticidad que ocasione paros mayores serán analizados mayor información ver Anexo n°6

Figura n.º 3.23: Foto de Reuniones de Seguimiento de Resultados



Fuente: Realizado por los Jefes de Sector y Grupo Autónomo

Se realiza un plan de solución y seguimiento de las tarjetas de anomalías.

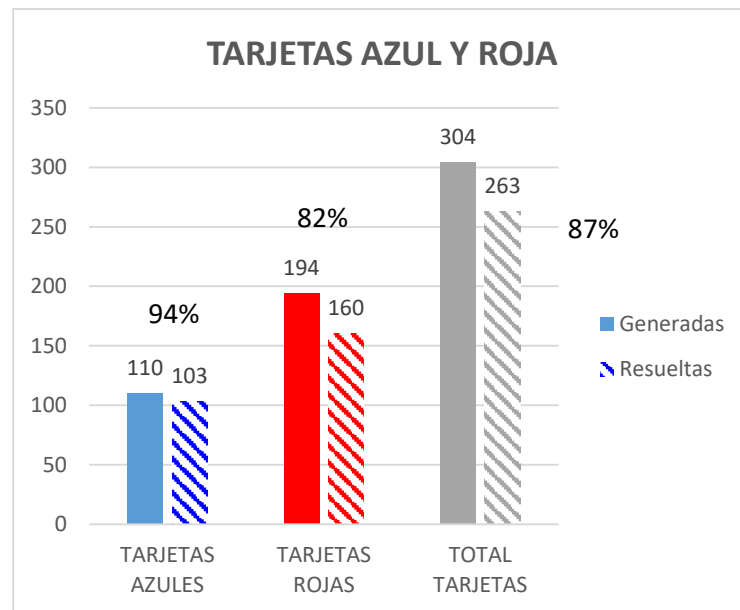
Tabla n. 3.5: Matriz de defectos de maquina bobinadora PCMC

| MATRIZ DE TARJETAS CONVERSIÓN L70 | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|------------|---------------------------|------------------------|---|------------------------|------------|----------------------|---|-------------------|----------------|-----------------|----------------|-----------|
| RESPONSABLE: | | D. TICERAN | | | | | | | | | | | |
| PLANTA: | | CONVERSION | | | | | | | | | | | |
| PLAR: | | M. AUTÓNOMO / M. PLANEADO | | | | | | | | | | | |
| | | CRITICIDAD | | | CLASIFICACIÓN TARJETAS | | LEYENDA | | | | | | |
| | | A | B | C | MANTENIMIENTO AUTÓNOMO | AZUL | PENDIENTE | | RESUELTO | | | | |
| | | B | | | MANTENIMIENTO PLANEADO | ROJA | | | | | | | |
| | | C | | | | | | | | | | | |
| N° | FECHA | AVISO/OT | ZONA | DESCRIPCIÓN DE TARJETAS | TIPO DE TARJETA | CRITICIDAD | CATEGORIA | PLAN DE ACCIÓN | RESPONSABLE | FECHA PLANEADO | FECHA EJECUTADO | ORIGEN | STATUS |
| 1 | 05/06/2018 | | SUMINISTRO NEUMÁTICO | Cableta con sueldos y mangueras desordenadas | Roja | C | Mecánico | LIMPIEZA Y ORDENAMIENTO | GREGORIO N. | 08/07/2018 | | CLEANING DAY 1 | RESUELTO |
| 2 | 05/06/2018 | | | Puntos de engrase sin tapa e identificación | Roja | C | Lubricación | Colocar tapas para graseras | GREGORIO N. | 08/07/2018 | | CLEANING DAY 1 | RESUELTO |
| 3 | 05/06/2018 | | CENTRAL DE LUBRICACIÓN | Falta de nivel de grasa en el tanque de lubricación automático | Roja | C | Lubricación | Colocar control visual para verificar nivel de grasa | Gregorio Nuñez | 27/07/2018 | | CLEANING DAY 1 | RESUELTO |
| 4 | 05/06/2018 | | ESTACIÓN DE BOMBAS | Bomba de extracción de adhesivo con control visual dañado | Azul | C | Mecánico | Evaluar riesgo de salud con seguridad para proceder con | Pamela Madueño | 21/06/2018 | | CLEANING DAY 1 | RESUELTO |
| 5 | 05/06/2018 | | GOFRADOR TRANSMILM | Guarda de la transmisión de rodillos de acero flojo | Azul | B | Mecánico | Ajustar guarda de polin de acero | César Valladares | 20/06/2018 | 24/06/2018 | CLEANING DAY 1 | RESUELTO |
| 6 | 05/06/2018 | | GOFRADO | Motor principal de grupo gofrador con cables expuestos | Roja | B | Eléctrico | Reinstalar cable al terminal | Santiago Cardenas | 27/06/2018 | 27/06/2018 | CLEANING DAY 1 | RESUELTO |
| 7 | 05/06/2018 | | GOFRADO | Regulador del motor principal suelto | Roja | B | Mecánico | Fijar regulador a su base | Santiago Cardenas | 27/06/2018 | 30/06/2018 | CLEANING DAY 1 | RESUELTO |
| 8 | 05/06/2018 | | LAMINADO | Cardan del rodillo de acero contaminado | Azul | B | Condición de Proceso | Limpieza los acoples del cardan | Gregorio Nuñez | 14/06/2018 | 14/06/2018 | CLEANING DAY 1 | RESUELTO |
| 9 | 05/06/2018 | | LAMINADO | Polea de transmisión del rodillo con pernos de fijación grandes | Roja | A | Mecánico | Cambiar pernos la medida no es la correcta | Gregorio Nuñez | 06/06/2018 | 06/06/2018 | CLEANING DAY 1 | RESUELTO |
| 10 | 05/06/2018 | | | Conector obsoleto | Roja | C | Eléctrico | Retirar los cables sobrantes | Santiago Cardenas | | 29/06/2018 | CLEANING DAY 1 | RESUELTO |
| 11 | 05/06/2018 | | HIDRÁULICA | Manómetros sin identificación correcta | Roja | C | Eléctrico | Colocar identificación a manómetros | Arturo Capurro | 15/06/2018 | | CLEANING DAY 1 | RESUELTO |
| 12 | 05/06/2018 | | GOFRADO | Guarda del motor principal no se puede inspeccionar y limpiar | Roja | B | Mecánico | Verificar con seguridad si se puede modificar el estándar | Pamela Madueño | 21/06/2018 | | CLEANING DAY 1 | PENDIENTE |
| 13 | 05/06/2018 | | DESENRROLLADORES | Frenos de rodillos de acero con los reguladores en zona de difícil acceso | Roja | C | Mecánico | Evaluar la reubicación de los reguladores y modificar | Gregorio Nuñez | 26/06/2018 | | CLEANING DAY 1 | RESUELTO |
| 14 | 05/06/2018 | | SISTEMA HIDRÁULICO | Manifold de mangueras hidráulicas desordenas y sin identificación (LA-LM) | Roja | B | Mecánico | Verificar el recordo de mangueras para su ordenamiento | Gregorio Nuñez | 28/06/2018 | | CLEANING DAY 1 | PENDIENTE |

Fuente: Realizado por Grupo Autónomo - Mantenimiento

Para el segundo Cleannig Day, se realiza la revisión de la solución de tarjetas donde se alcanzó el objetivo, donde las tarjetas azules (Operación) obtuvo un 94% y las tarjetas rojas (Mantenimiento) obtuvo un 82% obteniendo un resultado de 87%, obteniendo el pase para realizar el segundo Cleannig Day de la línea.

Tabla n.º 3.6: Tabla de resultado de solución de las tarjetas de defectos



Fuente: Realizado por Grupo Autónomo y Grupo de Mantenimiento

Figura n.º 3.24: Foto de la operación en el primer día de limpieza



Fuente: Realizado por la Operación y Grupo Autónomo

3.3.4. Calculo de Ahorro de la implementación de Mantenimiento Autónomo.

3.3.4.1. Costo de inversión para implementación

Para poder implementar el pilar de mantenimiento autónomo en la operación se tuvo que realizar una inversión de:

Compra de Materiales para las reuniones y la Implementación:

Tabla n.º 3.7: Tabla de inversión de compra de materiales

| Ítem | Cantidad | Materiales | Precio Unitario | Precio Total |
|---|----------|---|-----------------|---------------------|
| 1 | 3 | Pizarras | S/. 800.00 | S/. 2,400.00 |
| 2 | 1 | Útiles (Lapiceros, Plumones, Reglas, corrector, papelógrafo Etc.) | | S/. 2,500.00 |
| 3 | 3 | Micas | S/. 150.00 | S/. 450.00 |
| 5 | 4 | Hojas A4 | S/. 20.00 | S/. 80.00 |
| 6 | 20 | Espátulas | S/. 6.50 | S/. 130.00 |
| 7 | 200 | Trapos | S/. 7.00 | S/. 1,400.00 |
| Total de Inversión en compra de Materiales | | | | S/. 6,960.00 |

Fuente: Implementación de Mantenimiento Autónomo

Costo de compra de Epps para la implementación y Cleanng Day:

Tabla n.º 3.8: Costo de inversión de Epps para la implementación de mantenimiento autónomo

| Ítem | Cantidad | Epps | Precio Unitario | Precio Total |
|--------------------------------|----------|-----------------------|-----------------|---------------------|
| 1 | 20 | Mascarilla | S/. 19.00 | S/. 380.00 |
| 2 | 20 | Lentes | S/. 15.00 | S/. 300.00 |
| 3 | 20 | traje blanco | S/. 18.00 | S/. 360.00 |
| 4 | 20 | Guantes | S/. 15.00 | S/. 300.00 |
| 5 | 20 | Cofia | S/. 1.90 | S/. 38.00 |
| 6 | 20 | candados de seguridad | S/. 130.00 | S/. 2,600.00 |
| Total Inversión de Epps | | | | S/. 3,978.00 |

Fuente: Implementación de Mantenimiento Autónomo.

Costo de Inversión de Técnicos para la Implementación del Pilar de Mantenimiento Autónomo

Tabla n.º 3.9: Costo de inversión de técnicos para la implementación de mantenimiento autónomo

| Item | Cantidad | Personas y Materiales | Sueldo | Costo de materiales | Costo Total |
|--|----------|-----------------------|--------------|---------------------|----------------------|
| 1 | 3 | Entrenadores | S/. 4,433.00 | S/. 2,078.00 | S/. 6,234.00 |
| 2 | 20 | Operadores | S/. 1,500.00 | S/. 234.00 | S/. 4,680.00 |
| 3 | 1 | Electricistas | S/. 2,000.00 | S/. 416.00 | S/. 416.00 |
| 4 | 1 | Mecanicos | S/. 2,000.00 | S/. 416.00 | S/. 416.00 |
| Total de inversion de Tecnicos en la Implementacion de MA | | | | | S/. 11,746.00 |

Fuente: Implementación de Mantenimiento Autónomo

Costo Total de Inversión Para la Implementación del Pilar de Mantenimiento Autónomo

Tabla n.º 3.10: Costo total de inversión de implementación de mantenimiento autónomo

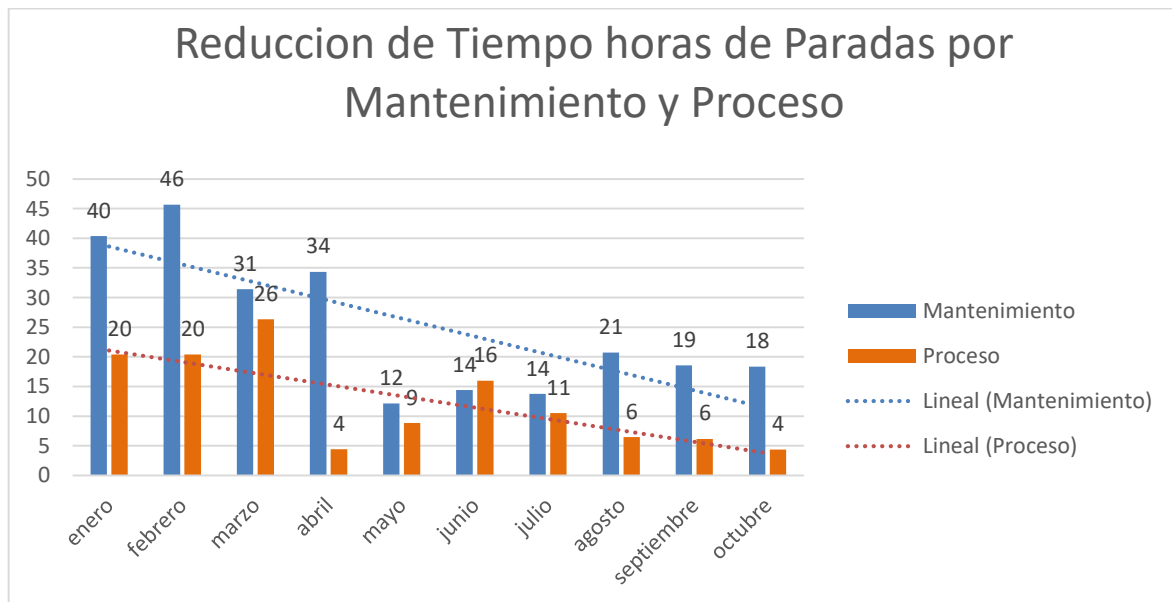
| Costos de Inversion | Precio Total |
|---|----------------------|
| Costo de Materiales | S/. 6,960.00 |
| Costo de Tecnicos Para la Implementacion | S/. 11,746.00 |
| Costo de Epps para la Implementacion | S/. 3,978.00 |
| Costo Total de Inversion de Implementacion de MA | S/. 22,684.00 |

Fuente: Implementación de Mantenimiento Autónomo.

3.3.4.2. Calculo de ahorro en costos de la implementación de mantenimiento autónomo.

La implementación del Pilar de Mantenimiento autónomo tiene una inversión de S/. 22,684.00, después de su implementación los paros operacionales y fallas se redujo en un 19% operacionales y un 37% de fallas, dando como resultado la reducción de tiempos de paradas operacionales y de fallas obteniendo un ahorro de S/. 188,188.6. Esta reducción del tiempo y del número de paradas incrementa el OEE de un 55% a un 60% de la línea de la bobinadora PCMC obteniendo un ahorro.

Figura n.º 3.25: Resultados de reducción de tiempo de paradas de mantenimiento y proceso



Fuente: Elaboración de grupo autónomo e ingeniero de proceso

Tomando como base una producción estándar de 55,680 rollo / hora, se realiza el cálculo monetario, tomando el costo unitario de producción y la reducción del tiempo.

Teniendo una pérdida inicial de S/. 399,753.45 en los meses de enero a mayo luego de la implementación se obtuvo en los meses de junio a octubre un costo de parada de máquina de S/. 211,564.85 esta diferencia nos da como resultado un ahorro de S/. 188,188.60 por tiempo de máquina parada.

Tabla n.º 3.11: Resultado de ahorro después de la implementación

| | | | | | |
|--|-------------|----------------|-----------|------------------------|-----------------------|
| Costo Unitario de Producción | S/. 0.02940 | | | | |
| Producción Estándar por hora | 55680 | | | | |
| Costo Unitario x Producción por hora = Costo de parada de Máquina por hora | | | | | |
| S/. | 0.02940 | x | 55680 | S/. | 1,636.99 |
| Tipo de Parada | Ene-May | Costo por Hora | Jun - Oct | Costo por hora | Ahorro |
| Tiempo Hrs por parada de Mantenimiento | 163.9 | S/. 268,302.99 | 85.8 | S/. 140,453.91 | S/. 127,849.08 |
| Tiempo Hrs por Parada de Proceso | 80.3 | S/. 131,450.46 | 43.4 | S/. 71,110.93 | S/. 60,339.53 |
| | | | | Total de ahorro | S/. 188,188.60 |

Fuente: Elaboración de grupo autónomo

CAPÍTULO 4. RESULTADOS

4.1. Descripción de Resultados

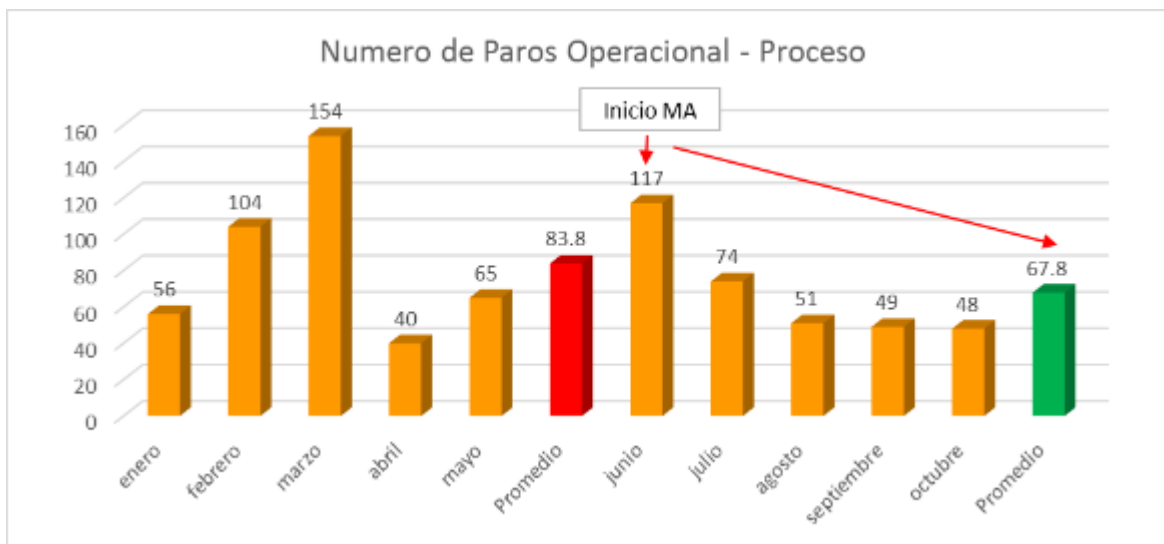
Después de la implementación del pilar de mantenimiento autónomo en la línea de conversión de rollos, realizando el plan de solución de defectos con sus análisis y realizando el recorrido de su estándar de la línea, se tuvo resultados satisfactorios, en cuanto al número de paros operaciones se obtuvo una reducción de 19% y el número de falla se obtuvo una reducción de 37%, esta reducción contribuyo en el aumento de la eficiencia de un 5% teniendo aumento de 55% a 60% de eficiencia.

En cuanto al tiempo de parada de paros operacionales se obtuvo una reducción de 51% horas y el tiempo de parada por falla tuvo una reducción del 47% esto contribuyo en un ahorro de S/. 188,188.60 soles, teniendo un ahorro promedio mensual de S/. 25,572.36 soles.

4.1.1. Resultados de Paros Operacionales de la línea de bobinadora PCMC.

Presentamos los resultados de la frecuencia de paros operacionales y sus tiempos de paradas.

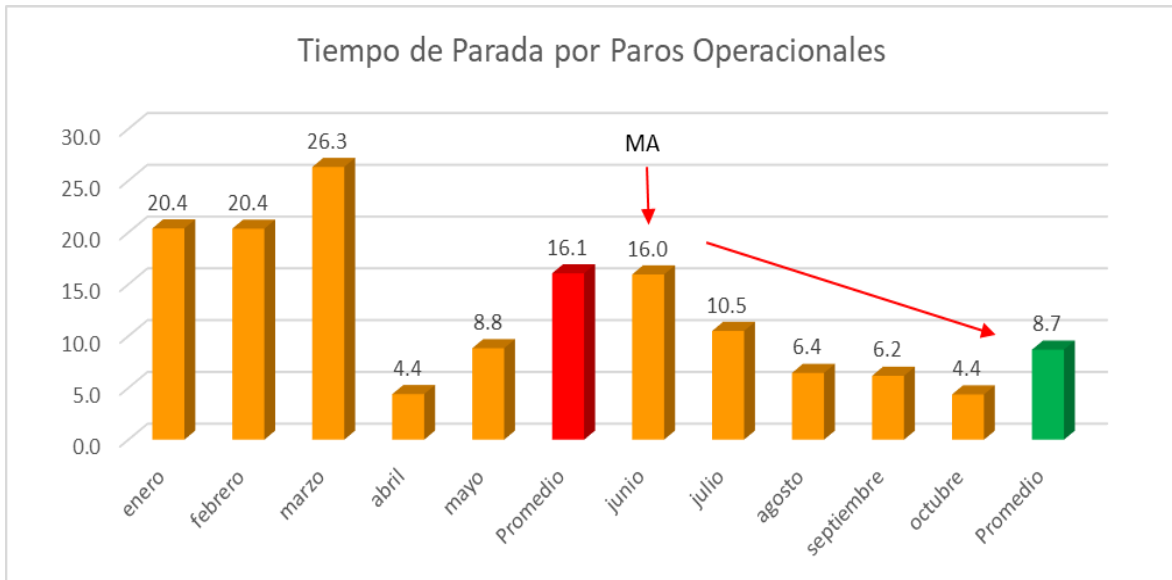
Figura n.º 4.1: Cuadro de Pareto de Reducción de Paros operacionales



Fuente: Elaboración por grupo autónomo e ingeniero de proceso

En la figura 45, muestra la reducción de números de paros después del Hito de inicio de la implementación de Mantenimiento Autónomo (MA) en el mes de junio, como resultado muestra que los meses de enero a mayo cerro con un promedio de 84 de paros operacionales y los meses de junio a octubre cerro con un promedio de 68 de números de paros, siendo una reducción de 19% en el número de paros operacionales.

Figura n.º 4.2: Cuadro de reducción de tiempo de parada de paros operacionales



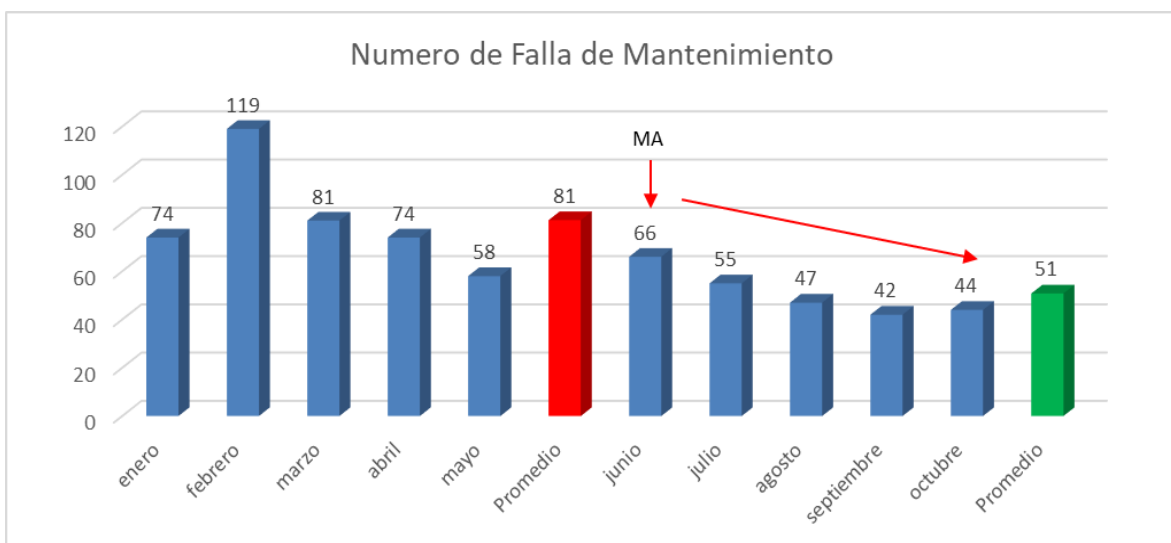
Fuente: Elaboración de grupo autónomo e ingeniero de proceso.

En la figura 46, muestra la reducción de tiempo de parada por paros operacionales, mostrando los meses de enero a mayo un promedio de cierre de 16.1 horas por paros operacionales y reduciendo en los meses de junio a octubre con un promedio de 8.7 horas por paros operacionales, obteniendo como resultado una reducción del 51% de horas de pérdidas por paros operacionales de la línea en la bobinadora de PCMC.

4.1.2. Resultado de fallas por mantenimiento de bobinadora PCMC

Presentamos los números de fallas por mantenimiento y sus tiempos de paradas.

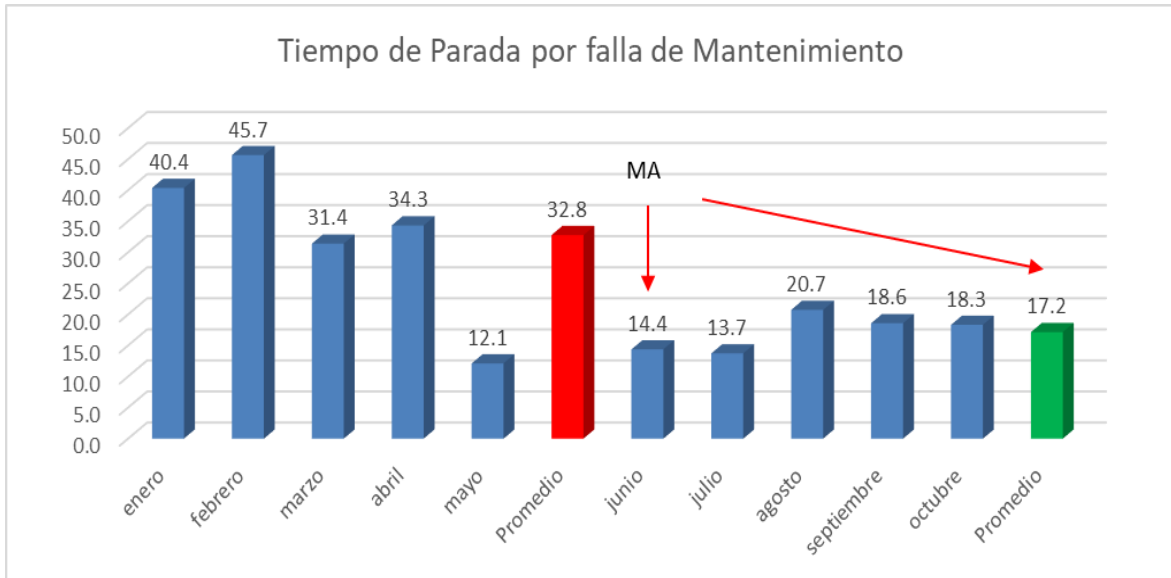
Figura n.º 4.3: Cuadro de Pareto de reducción de fallas por mantenimiento



Fuente: Elaboración de grupo autónomo e ingeniero de proceso

En la figura 47, se muestra la reducción de fallas por mantenimiento, teniendo en los meses de enero a mayo un promedio de 81 fallas por mantenimiento y reduciendo en los meses de junio a octubre con un promedio de 51 fallas por mantenimiento, teniendo como resultado una reducción de 37% de fallas por mantenimiento en la línea de bobinadora PCMC.

Figura n.º 4.4: Cuadro de Pareto de reducción de tiempo de parada de fallas de mantenimiento



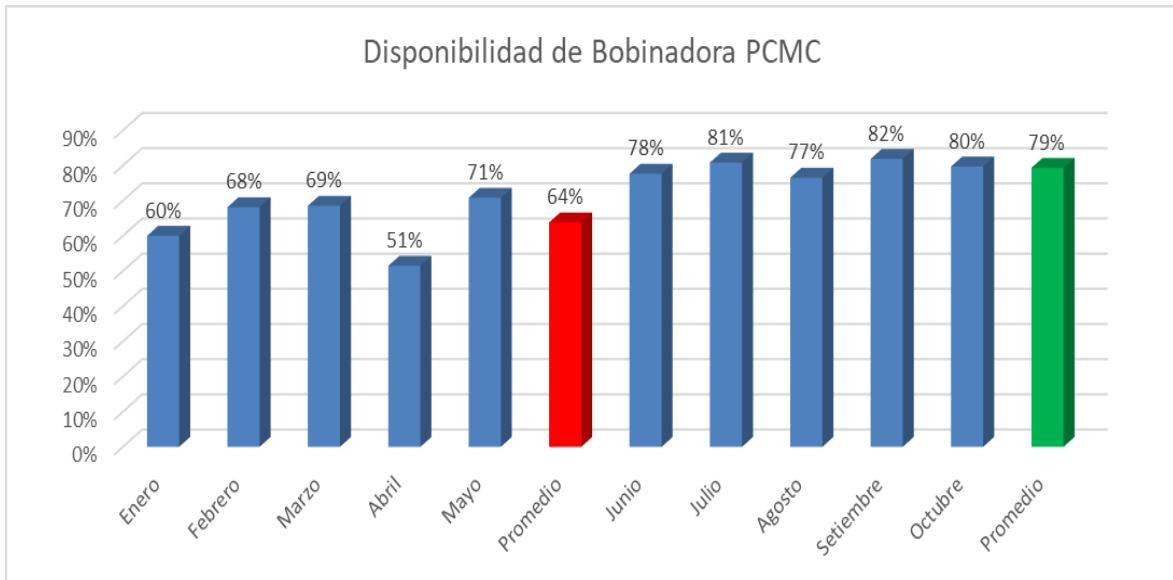
Fuente Elaboración de grupo autónomo e ingeniero de proceso

En la figura 48, se muestra la reducción de tiempo de parada por fallas de mantenimiento, teniendo los meses de enero a mayo un promedio de 32.8 horas de parada por fallas de mantenimiento reduciendo en los meses de junio a octubre con un promedio de 17.2 horas de parada por falla de mantenimiento, obteniendo un resultado de reducción de 47% de tiempo de parada por fallas de mantenimiento en la línea de bobinadora PCMC.

4.1.3. Resultado de la disponibilidad de la Máquina Bobinadora PCMC.

Obteniendo las reducciones de los tiempos de parada por paros operacionales y por fallas, obtenemos un resultado satisfactorio de la disponibilidad de la máquina con un aumento de 16% obteniendo un promedio de junio a octubre de 79% de disponibilidad de máquina.

Figura n.º 4.5: Cuadro de Pareto de aumento de la Disponibilidad de Máquina



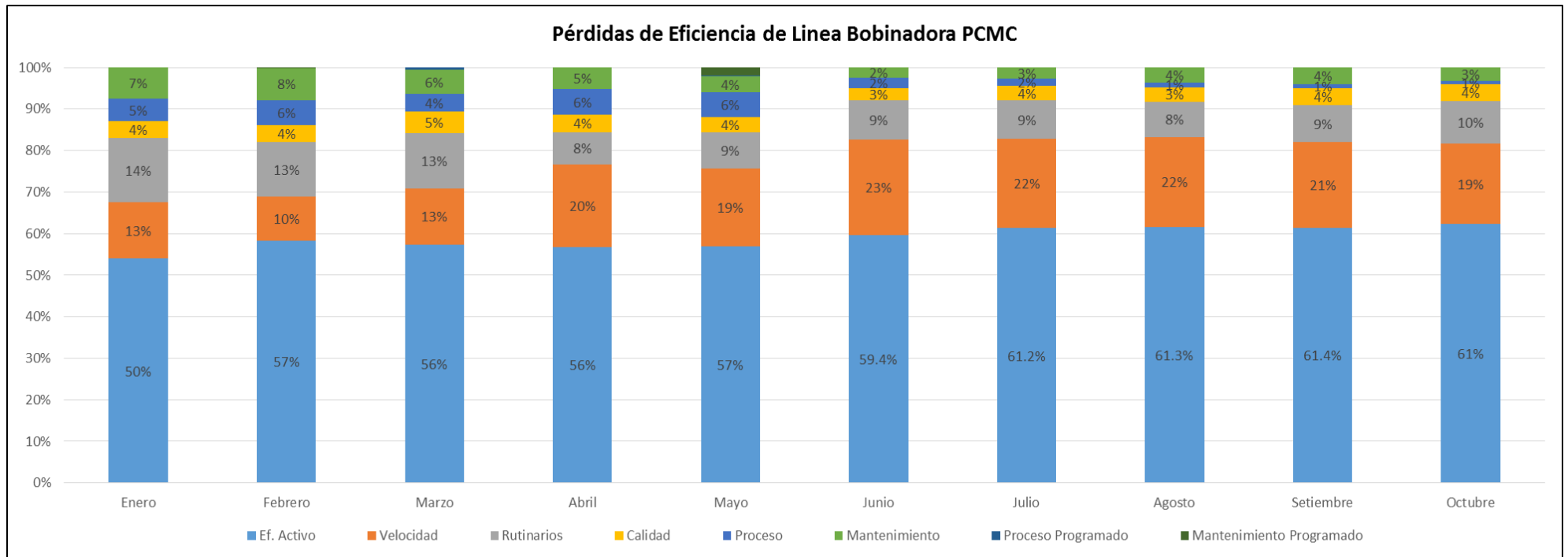
Fuente: Elaboración de grupo autónomo e ingeniero de proceso.

En la figura 49, Se muestra la disponibilidad de la bobinadora PCMC, que en los meses de enero a mayo obtuvo un promedio de 64% y después de la implementación y reducción de horas de paradas obtuvimos un aumento de la disponibilidad de junio a octubre con un promedio de 79%, esto fue un aumento de 16% en la disponibilidad de la bobinadora PCMC.

4.1.4. Resultado de Eficiencia de la bobinadora PCMC.

Después de la implementación y obtener los resultados satisfactorios de reducción de paros operacionales y las fallas de la línea dieron como resultado que la eficiencia aumente en un 5% de un promedio de los meses Ene – mayo de 55% a un promedio de 60.8% de Junio a octubre.

Figura n.º 4.6: Cuadro de aumento de eficiencia de línea bobinadora

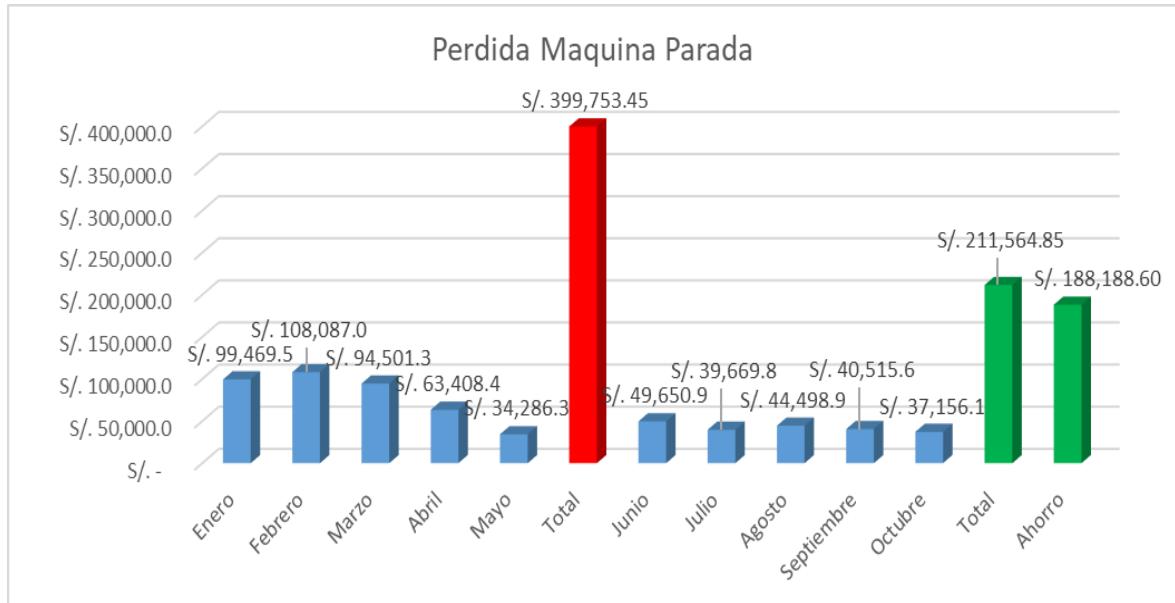


Fuente: Elaboración de grupo autónomo e ingeniero de proceso.

4.1.5. Resultados de Costos de la implementación.

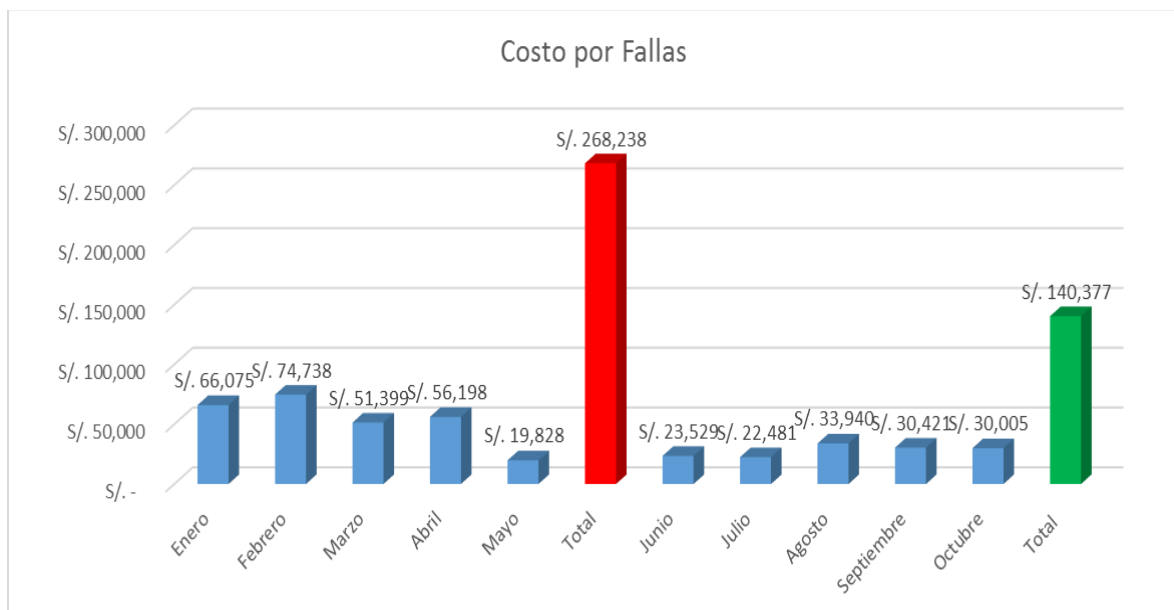
Obteniendo resultados satisfactorios de reducción de tiempos de parada operacional y fallas, reducimos los costos por tiempo de maquina parada, obteniendo en los meses de junio a mayo un costo por tiempo de maquina parada de S/. 211,564.9 versus la perdida inicial de enero a mayo de un costo por tiempo de maquina parada de S/. 399,573.5 teniendo un ahorro de S/. 188,188.6.

Figura n.º 4.7: Cuadro de Pareto de ahorro en costos por perdida de maquina parada



Fuente: Elaboración de grupo autónomo e ingeniero de proceso

Figura n.º 4.8: Cuadro de Pareto de ahorro en costos por falla



Fuente: Elaboración de grupo autónomo e ingeniero de proceso.

En la figura 52, muestra la reducción de costos por máquina parada por fallas de mantenimiento, reduciendo en los meses de junio a octubre el costo por tiempo de máquina parada con un total de S/. 140,377 soles versus la pérdida inicial de enero a mayo de S/. 268.238 soles obteniendo un ahorro de S/. 127,861 soles.

Figura n.º 4.9: Cuadro de Pareto de ahorro en costos por operacional



Fuente: Elaboración de grupo autónomo e ingeniero de proceso.

En la figura 53, muestra el costo de máquina parada por paro operacional por mes, obteniendo una reducción en los meses de junio a octubre con un total de S/. 71,115 soles por costo de máquina parada por paros operacionales, versus la pérdida inicial que comprende enero a mayo con un total de S/. 131,514 soles por costo de máquina parada por paros operacionales, obteniendo un ahorro de S/. 60,399 soles por máquina parada operacionales.

Tabla n.º 4.1: Ahorro de reducción de paros operacionales y fallas

| | | | | | |
|--|----------------------|-----------------------|--------------|------------------------|-----------------------|
| Costo Unitario de Produccion | S/. 0.02940 | | | | |
| Produccion Estandar por hora | 55680 | | | | |
| Costo Unitario x Produccion por hora = Costo de parada de Maquina por hora | | | | | |
| S/. | 0.02940 | x | 55680 | S/. | 1,636.99 |
| Tipo de Parada | Ene-May | Costo por Hora | Jun - Oct | Costo por hora | Ahorro |
| Tiempo Hrs por parada de Mantenimiento | 163.9 | S/. 268,302.99 | 85.8 | S/. 140,453.91 | S/. 127,849.08 |
| Tiempo Hrs por Parada de Proceso | 80.3 | S/. 131,450.46 | 43.4 | S/. 71,110.93 | S/. 60,339.53 |
| | Perdida Total | S/. 399,753.45 | Total | S/. 211,564.85 | |
| | | | | Total de ahorro | S/. 188,188.60 |

Fuente: Elaboración de grupo autónomo e ingeniero de proceso.

En la tabla 11, muestra el cálculo del ahorro obtenido por la reducción de los tiempos de parada por paros operacionales y fallas por mantenimiento. Este cálculo es el costo unitario por cada rollo producido que es S/. 0.02940 soles multiplicado por la producción de rollos en una hora que es 55680 rollos producidos el resultado es el costo de parada de maquina por hora que es S/. 1636.99 soles.

El valor del costo de parada de maquina hora es multiplicado por las horas perdidas por operación y por falla de mantenimiento, obteniendo resultados totales de ahorro de S/ 188,188.6 soles, debido a la reducción de tiempos de parada de maquina por parte operacional y por falla.

DISCUSIÓN

4.2. Discusión de los Resultados Obtenidos.

Realizado la implementación del pilar de mantenimiento autónomo se tienen los Resultados que muestran una reducción de 19% en paros operacionales y 37% en fallas como también en tiempos con una reducción de 51% en parada tipo operacional y reducción 47% en tipo de parada de falla, obteniendo como resultado un aumento de 5% en la eficiencia de la línea en los últimos 5 meses.

Realizando restauración de condiciones básicas en los equipos y sus componentes, manteniendo sus condiciones a través de estándares de limpieza, ajuste y lubricación, que es la prioridad del pilar de mantenimiento autónomo.

En el resultado de paros operacionales y fallas se utilizó la herramienta de 5S y reporte de tarjetas de defectos usado por el tesista Marco Antonio Gonzales Veliz (2017) y el tesista Samir Alexander Mejía Carrera (2013), esta herramienta nos ayudó a ordenar el área y detectar defectos del entorno de la máquina, pero al inicio se tuvo mucha resistencia por parte de los operadores que no entendían el propósito de su limpieza y orden de la máquina ya que su cultura era "todo sirve" y no obtenían un resultado inmediato.

Para mejorar este tipo de pensamiento se ayudó a cada operador en el día a día en su orden y limpieza explicando el motivo de cada S y mostrándole su antes y después de su área, obteniendo un resultado positivo en el pensamiento de los operadores.

Durante el desarrollo de la implementación de Mantenimiento Autónomo se usó herramientas de análisis de 5 porque, para los defectos críticos de la máquina usado por el tesista Luis Alberto Arias Cieza y Karen Cynthia Carballido Centeno (2017), en este punto se tuvo mucho entusiasmo por parte de los operadores, solicitando ayuda para entender más su funcionamiento de máquina y definir mejor su defecto para analizar y solucionar su defecto. Aquí como restricción se tuvo la rotación de algunos operadores y la falta de disponibilidad de sobretiempo por parte de uno de ellos, para dar soporte y solución a este problema se dividió personal para estar en la operación con los operadores y poder dar el soporte necesario para sus defectos y análisis.

El Primer día de Limpieza usado por el tesista Jorge Emilio Valdez García (2017) y el tesista Marco Antonio Gonzales Veliz (2017), aquí los operadores demostraron conocimientos en cuanto a su máquina, tarjeteando todo defecto crítico, solicitando ayuda para su pronta solución aquí se evidencio el cambio cultural que en un principio se encontró ya no se tenía el pensamiento de "Yo solo opero y mantenimiento lo arregla".

Aquí se tuvo la restricción del tiempo en solucionar tantos defectos críticos encontrados por parte de operación ya que demandaban mucho tiempo de intervención e inversión. Para solucionar esto se tuvo una reunión de priorización de las tarjetas críticas donde intervinieron mantenimientos, jefes, Planeamiento y operación aquí definimos días de solución de los defectos críticos durante operación y los defectos críticos con necesidad de parada se incluyeron como una tarea de mantenimiento para el mantenimiento mensual.

Tomado lo dicho por Suzuki (1992) de que la operación debe ser unida con el área de mantenimiento, Después de los resultados obtenidos de reducción de paros, tiempos y aumento de eficiencia los operadores muestran preocupación por mantener sus resultados y no dejar caer lo avanzado, ayudan a operadores nuevos a entender el trabajo de mantenimiento autónomo, se logró cambiar el pensamiento y la cultura que se tenía una de las tareas más difíciles en la implementación del pilar de mantenimiento autónomo.

CAPÍTULO 5. CONCLUSION

Queda demostrado que el Pilar de Mantenimiento Autónomo es una filosofía que reduce pérdidas en el proceso productivo, que enseña herramientas a operadores y cambia su forma de pensar y su cultura, manteniendo las condiciones básicas del equipo y evitando el deterioro forzado del equipo y máquina. Así como lo demuestra el resultado de cada objetivo trazado dentro de la tesis.

1. Después de la implementación del Pilar de Mantenimiento Autónomo y uso de sus herramientas Los paros operacionales tuvieron una reducción de 84% y las fallas de un 60%. Esta reducción demuestra que la implementación del pilar y de sus herramientas, ayuda a reducir pérdidas de paros operacionales y fallas en el proceso de producción, también reduciendo en un 51% de tiempo de maquina parada por paros operacionales y en un 47% de maquina parada por fallas de mantenimiento.
2. Para implementar el Pilar de Mantenimiento Autónomo se debe tener un plan estructurado indicando cada secuencia de la implementación, para que los operadores puedan adquirir el conocimiento que se desea transmitir y no terminar confundidos, evitando paradas de la maquina innecesarias y aumentando la disponibilidad de la maquina en 16%
3. Para implementar el Pilar de Mantenimiento Autónomo en la operación (Operadores) es necesario tener soportes en la operación o un plan que resuelva las dudas o inquietudes de los operadores y conseguir el cambio cultural que busca el pilar de Mantenimiento Autónomo.
4. La implementación de Pilar de Mantenimiento es una inversión que en el tiempo se recupera con la reducción o eliminación de pérdidas. En esta implementación se tuvo la inversión de S/. 22,684.00 y se obtuvo un ahorro de S/. 188,188.60 por la reducción de tiempos de paros operacionales y fallas.

5.1. Recomendaciones

1. Se recomienda realizar un entrenamiento de cómo realizar un análisis de pérdidas de la operación para poder entender el problema, para que este análisis pueda ser reaplicado en las otras líneas de producción o máquinas, con la finalidad de saber dónde enfocar el análisis y poder elegir la herramienta o metodología correcta para la eliminación de dicha pérdida ya sea por calidad, por operación o por mantenimiento.
2. Se recomienda re aplicar el estándar de un plan de desarrollo estructurado, donde indique los planes de solución después de haber realizado el análisis de la pérdida. Este plan debe contener el plan, las fechas y los responsables de dicho plan, esto para evitar la pérdida del enfoque de la solución y evitar posibles pérdidas en tiempos de paradas.
3. Se recomienda durante el desarrollo o entrenamientos tener un grupo de entrenadores en los turnos de operación que puedan guiar y resolver las inquietudes de la operación, esto es para no tener retrasos en la operación durante la implementación, ya que la operación suele tener muchas dudas y no logra aplicar correctamente todo lo aprendido, ocasionando un retraso en el desarrollo de la implementación o planes de solución.
4. Se recomienda siempre realizar un cuadro de costo para la implementación donde se visualice la inversión que se necesita y el ahorro que se puede generar después de la implementación o los planes de solución, este ahorro va de acuerdo al objetivo o objetivos trazados dentro del análisis realizado.
5. Se recomienda incluir dentro de los indicadores de la operación los paros operacionales y de mantenimiento, para poder realizar el seguimiento correcto y monitorear su evolución después de la implementación, manteniendo los estándares realizados durante la implementación.

5.2. Lecciones aprendidas

En este proyecto se aprendió muchas lecciones y otras se pudo validar:


1. Durante la implementación de mantenimiento autónomo se utilizó mucho la herramienta de los 5 porqués y el diagrama de pescado, lo cual nos ayudó a eliminar pérdidas y a llegar a causa raíz de las fallas.
2. Se detectó cuellos de botella en la gestión del proceso de implementación las cuales se analizaron y se solucionaron optimizando su procedimiento o su flujo.
3. Se utilizó mucho cuadro comparativo de costos y beneficios para poder sustentar la inversión en compra de herramientas y materiales para la implementación.
4. Una lección importante fue que para cada implementación o proyecto se debe tener un plan de desarrollo con todos los pasos de la implementación para tener un orden durante la implementación.
5. También se aprendió a tener replicaciones de otras experiencias de otras líneas o proyectos para poder implementarlas durante el desarrollo.

REFERENCIAS

- García, S. (2010). *La Contratación del Mantenimiento Industrial*. Madrid: Díaz de Santos.
- Sacristán, F. R. (2001). *Mantenimiento Total de la Producción TPM Proceso de Implantación y Desarrollo*. Madrid: FC Editorial.
- Sacristán, F. R. (2005). *Las 5s Orden y Limpieza en el puesto de trabajo*. Madrid: FC Editorial.
- Suzuki, T. (1992). *TPM en Industrias de Proceso*. Madrid: Japan Institute of Plant Maintenance.
- Veliz Gonzales, M. (2017). *Implementación de Mantenimiento Autónomo para mejorar la eficiencia de producción en una línea convertidora de papel higiénico marca Fabio Perini modelo sincro*. Lima.
- Wikipedia. (02 de noviembre de 2018). *Wikipedia*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/5S>
- Mejía, S. (2013). "Análisis y propuesta de mejora de proceso productivo de una línea de confecciones de ropa interior en una empresa Textil mediante uso de herramienta de manufactura Esbelta". (Tesis de Titulación). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima,
- Arias, L. & Carballido, C. (2017). "Propuesta de implementación de la metodología del mantenimiento autónomo en una sub estación eléctrica para aumentar la disponibilidad de la línea de transmisión L – 123ª en el año 2016". (Tesis de Titulación). Universidad Privada del Norte, Lima
- Valdez, J. (2017). "Implementación del mantenimiento autónomo para aumentar la disponibilidad de equipos Trackless en Uchucchacua". (Tesis de Magister). Universidad del Centro Del Perú, Huancayo, Perú.
- Mansilla del valle, N. (2011). "Aplicación de la metodología de mantenimiento productivo total (TPM) para la estandarización de procesos y reducción de pérdidas en la fabricación de Goma de mascar en una industria nacional". (Tesis de Titulación). Universidad de Chile, Santiago de Chile.
- Tuarez, C. (2013). "Diseño de un sistema de mejora continua en una embotelladora y comercializadora de bebidas gaseosas de la ciudad de Guayaquil por medio de la aplicación de TPM (Mantenimiento Productivo Total)". (Tesis de Magister). Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador.
- Vargas, L. (2016). "Implementación del pilar Mantenimiento autónomo en el centro de proceso vibrado de la empresa finart S.A.S." (Tesis de titulación). Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia. Recuperado de <http://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/3162>

ANEXOS

Anexo n.º 1. Tarjeta Azul de Anomalías tipo Operación.

| TPM ² | | OPERADOR | |
|---|-------------------------------|--|--------------------|
| Original | |  | |
| Nº 200001 | |   | |
| PRIORIDAD: <input type="radio"/> A <input type="radio"/> B <input type="radio"/> C | | | |
| LÍNEA: _____ | | FECHA: ____/____/____ | |
| OPERADOR: _____ | | | |
| UNIDAD/ EQUIPO: _____ | | | |
| TIPO DE ANOMALÍA | | | |
| CB | Condición Básica | OI | Objeto Innecesario |
| FDS | Fuente de Suciedad | FI | Falla Ínfima |
| LDA | Lugar de Difícil Acceso | LI | Local Inseguro |
| FDC | Fuente de Defectos de Calidad | | |
| DESCRIPCIÓN DE LA ANOMALIA | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Fuente: Elaborado por grupo autónomo y grupo de mantenimiento

Anexo n.º 2. Tarjeta Roja de defecto tipo Mantenimiento

TPM²

Original

MANTENIMIENTO



Nº 100001

PRIORIDAD:

A

B

C





LÍNEA: _____ FECHA: ____/____/____

OPERADOR: _____

UNIDAD/ EQUIPO: _____

TIPO DE ANOMALÍA

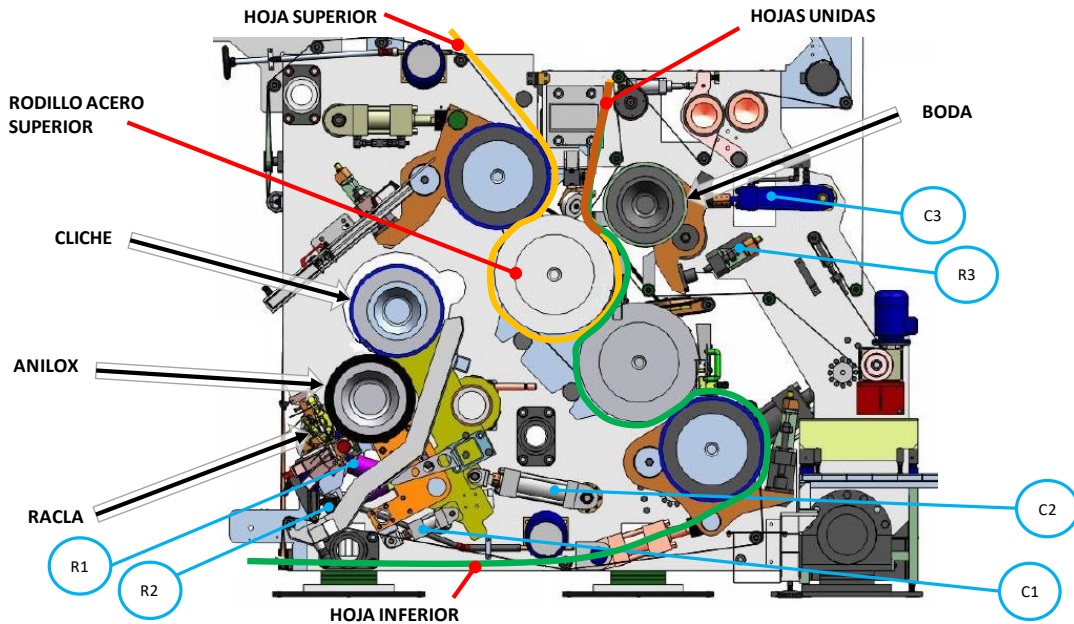
| | | | |
|-----|-------------------------------|----|--------------------|
| CB | Condición Básica | OI | Objeto Innecesario |
| FDS | Fuente de Suciedad | FI | Falla Ínfima |
| LDA | Lugar de Difícil Acceso | LI | Local Inseguro |
| FDC | Fuente de Defectos de Calidad | | |

DESCRIPCIÓN DE LA ANOMALIA

Fuente: Elaborado por grupo autónomo y grupo de mantenimiento

Anexo n.º 3. Principio de Funcionamiento





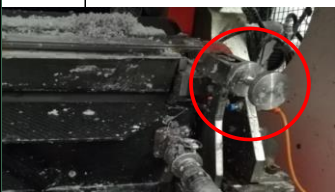



PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO GOFRADOR NT6501
SISTEMA DE LAMINADO



1. EQUIPOS: Racla (Contiene el adhesivo), Anilox, Cliche, Boda, Cilindros Hidráulicos (C1, C2 y C3), Pernos de regulación (R1, R2 y R3).
2. FUNCIÓN: Unir las hojas de papel mediante la aplicación de una capa de adhesivo en una de las hojas y ejerciendo una ligera presión entre las hojas.
3. FUNCIONAMIENTO: El rodillo Anilox recoge el adhesivo de la Racla trasladándolo en sus micro celdas, el cilindro hidráulico C1 pega al Anilox contra el Cliche y le traslada el adhesivo a este, el cilindro C2 pega el grupo de aplicación de adhesivo (Anilox + Cliche) hacia el rodillo de acero superior pasando el adhesivo a la hoja de papel superior, el cilindro C3 pega al boda contra el rodillo de acero superior para presionar ambas hojas de papel y así conseguir unir las; los pernos de regulación permiten aproximar o alejar los rodillos (R1 = Anilox; R2= Cliche; R3 = Boda).

Fuente: Manual de bobinadora PCMC

Anexo n.º 4. Estándar Operativo de Limpieza e inspección.

|  | | PROCEDIMIENTO OPERATIVO ESTANDAR (POE) | |   | |
|--|--|--|---------------------------------|---|--|
| Pilar: MA | | Código POE: | | Aprobación | |
| Tarea: Desmontaje de racla | | Fecha de aprobación: 11/06/18 | | Técnica | |
| | | Elaborado por: Rullí Sánchez | | (colocar visto bueno) | |
| | | Instructor: | | (colocar visto bueno) | |
| Línea: 90 | | Alcance: Bobinadores y tuberos línea 90 | | Líder de GA o Jefe Sector | |
| Zona: Bobinadora PCMC | | | | Daniel Ticeran | |
| Objetivo de la capacitación: | | | | | |
| PASOS IMPORTANTES | | PUNTOS CLAVE | | RAZONES PARA LOS PUNTOS CLAVE | |
| ¿Qué? | | ¿Cómo? | | ¿Por qué? | |
| ¿A quién afecta? | | | | | |
| Paso #1 Desconectar mangueras  | Soltando los conectores rapidos de las mangueras | Para ir liberando la cámara de la racla ya que las mangueras quedan fijas en la estructura de la máquina. | P Q C D S M E | | |
| Paso #2 Abrir racla  | La racla trabaja cerrada y esta fija en esta posición por uno seguros con fijación manual, se necesita aflojar los pernos y levantar el seguro. | Para liberar la cámara de la estructura de la máquina. | P | | |
| Paso #3 Retirar pernos de fijación  | La cámara esta sujeta a la estructura por unos pernos de fijación manual, se deben retirar estos pernos. | Estos pernos son los últimos elementos que fijan la cámara a la estructura, al soltarlos la cámara quedara liberada pero sin riesgo de caerse ya que seguira soportada por estructura misma. | P | | |
| Paso #4 Retirar la cámara de racla  | Levantar la cámara por las asas que tiene en la parte superior, se recomienda hacer esta tarea entre 2 personas, ya que aunque la cámara pesa menos de 20 kilos, es larga y mide casi 3 metros, entre 2 personas se evitara un accidente o daño al equipo. | Se debe levantar de forma pareja de ambas asas para sacar la cámara de la estructura que lo soporta. | S | | |
| Paso #5 Montaje de cámara  | Realizar los pasos del 4 hacia atrás: Colocar la cámara en la estructura, colocar y ajustar los pernos de fijación, cerrar la cámara y colocar las mangueras. | Seguir los pasos y asegurarse de concluir uno para continuar con el siguiente. | P | | |

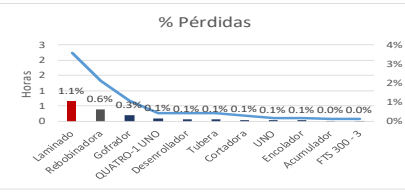
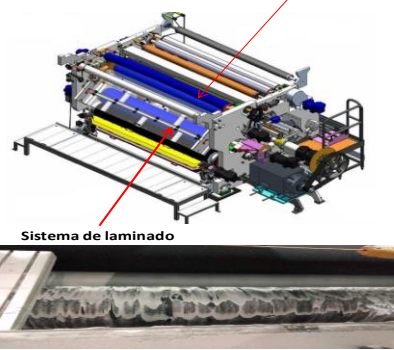
Fuente: Elaborado por grupo autónomo y grupo de mantenimiento.

Anexo n.º 5. Matriz de Herramienta para la operación.

| Herramienta | Imagen | Para que sirve | Riesgos | Uso seguro de la herramienta | EPP correspondiente |
|------------------------------------|---|---|---|---|---|
| Llave allen o hexagonal |  | <ul style="list-style-type: none"> Retiro y ajuste de pernos con cabeza hexagonal interior | <ul style="list-style-type: none"> Golpes Cortes Punzadas | <ul style="list-style-type: none"> Revisar que el hexágono de la llave no esté desgastado Revisar que la llave no esté golpeada, rota Revisar que el hexágono interior del perno no esté gastado No usarlo como palanca No extender la palanca con otra herramienta | <ul style="list-style-type: none"> Guantes de hilo / cuero / hilo-nitrilo Lentes de seguridad |
| Llave mixta |  | <ul style="list-style-type: none"> Retiro y ajuste de pernos hexagonales | <ul style="list-style-type: none"> Golpes Cortes | <ul style="list-style-type: none"> Revisar que la boca de la llave no esté desgastada La boca solo es de uso para pernos que se encuentran escondidos en lugares inaccesibles En general debe usar del lado de la corona | <ul style="list-style-type: none"> Guantes de hilo / cuero / hilo-nitrilo Lentes de seguridad |
| Dados / Ratchet |  | <ul style="list-style-type: none"> Retiro y ajuste de pernos hexagonales | <ul style="list-style-type: none"> Golpes Cortes | <ul style="list-style-type: none"> Revisar que los dados no estén rajados, ni el dentado interior gastado. Revisar que la palanca ratchet esté funcionando No aplicar doble palanca | <ul style="list-style-type: none"> Guantes de hilo / cuero / hilo-nitrilo Lentes de seguridad |
| Alicate seeger interior o exterior |  | <ul style="list-style-type: none"> Retiro o instalación de anillo seeger interno y externo | <ul style="list-style-type: none"> Golpes Cortes Impacto con objeto extraño. | <ul style="list-style-type: none"> Revisar que las puntas de las pinzas no estén gastadas o rotas Revisar que las puntas de las pinzas sean las adecuadas para el tamaño del anillo Usar destornillador para levantar la pestaña del anillo Tener cuidado al momento del retiro del anillo, pueda impactar en el cuerpo | <ul style="list-style-type: none"> Guantes de hilo / cuero / hilo-nitrilo Lentes de seguridad |

Fuente: Elaborado por grupo de mantenimiento

Anexo n.º 6, Modelo de Análisis

| | | | |
|---|--|--|----------------|
| | ESTRATIFICACIÓN DEL FENÓMENO Ciclo de Mejora CAPDo | Código: F-TPM-004 Fecha: 1/06/2018 Versión: 1.0 Páginas: 1 de 2 | |
| Unidad: | Protisa - Lima | Líder: | Cesar Gonzales |
| Patrocinador: | Daniel Ticeran | | |
| SELECCIÓN DEL TEMA/PÉRDIDA | DESCRIPCIÓN DEL PROCESO | | |
| Árbol de Pérdidas (Diagrama de Pareto) | Layout, Foto, Diagrama de Flujo, Mapa de Proceso de la Zona o Equipo problema | | |
|  <p style="text-align: center;">% Pérdidas</p> | GOFRADOR:  | | |
| Tema (Título del Proyecto) | | | |

| | | | |
|---|--|--|----------------|
| | ESTRATIFICACIÓN DEL FENÓMENO Ciclo de Mejora CAPDo | Código: F-TPM-004 Fecha: 1/06/2018 Versión: 1.0 Páginas: 2 de 2 | |
| Unidad: | Protisa - Lima | Líder: | Cesar Gonzales |
| Patrocinador: | Daniel Ticeran | | |
| DESCRIPCIÓN DEL FENÓMENO (5W + 1H) | | | |
| WHAT ¿QUÉ? | Limpieza de Polin laminado, cliché y regulación | | |
| WHEN ¿CUÁNDO? | En los tres turnos | | |
| WHERE ¿DÓNDE? | En el componente Gofrador | | |
| WHICH ¿CUÁL? | En el sistema de laminado con anilox y cliché. | | |
| WHO ¿QUIÉN? | Los tres operadores de turno de bobinadora | | |
| HOW ¿CÓMO? | Se limpia los polines con trapo húmedo y regulación con lana | | |
| DESCRIPCIÓN DEL FENÓMENO Frase: QUÉ + CUANDO + DÓNDE + CUÁN + QUIÉN + CÓMO | Se limpia los polines de goma y cliché con trapo húmedo y se regula con lana en los tres turnos en el componente gofrador de su sistema laminado con anilox y cliché a cargo de los tres operadores de turno de bobinadora | | |

| TABLA DE ANÁLISIS DE LOS POR QUÉ'S | | | | | |
|------------------------------------|--|--|--|--|--------------------|
| Fecha de Análisis: | 1/06/2018 | Área: | Conversion de Rollo | Leyenda: ● Verificación Positiva, ir a siguiente ronda ○ Verificación Negativa, detener análisis ✓ (marcar la opción verificada) | |
| Lugar (Zona/ Equipo): | CORTADORA | Nombre de Grupo: | Linea 90 | | |
| Fenómeno: | Atoro de rollos en las guías de transporte que dobla arrastrador de carril #1 en el segundo turno en el sistema de cortado equipo grupo de avance de log – transportador al operador de bobinado | | Miembros: | | |
| | 1er Por qué | 2do Por qué | 3er Por qué | 4to Por qué | 5to Por qué |
| Pregunta | Por un mal movimiento de los arrastradores en el transporte de los rollos y log | Los pernos de la base del arrastrador estan flojos | No se ajusto bien despues del trabajo de limpieza de los arrastradores | No se tiene un instructivo del trabajo de limpieza de los arrastradores | |
| Pregunta | Guías mal reguladas | No tiene un centerline estatico | | | |
| Pregunta | Mala regulacion de placa de sensores de atoro de log | No tiene un centerline estatico | | | |

Fuente: Elaborado por escuela de entrenamiento

Anexo n.º 7. Revisión de 1s y 2s en la Línea 90.

OBSERVACIONES DE 1er RECORRIDO DE 1 y 2 Ss - LINEA 90



| Auditor 1 Auditor 2 | | Luis Ortiz Mayra Alarcón | | | | | | | |
|------------------------|------------|-----------------------------|-------------------------------------|---|-----------|---|--------------|-----------|-----------|
| Nº | Fecha | Línea | Zona | Observación | Evidencia | Descripción de la Medida Correctiva | Fecha Cierre | Evidencia | Estatus |
| 1 | 30/07/2018 | L70 | Desarrollador | Cajas de Polimex fuera de su zona. | | Retiro de cajas de polimex | 06/08/2018 | | Elaborado |
| 2 | 30/07/2018 | L70 | Desarrollador | Casi fero delado | | Mantenimiento de castilero | 23/08/2018 | | Elaborado |
| 3 | 30/07/2018 | L70 | Desarrollador | Papas fuera de lugar en coche porta cigas | | | 01/08/2018 | | Elaborado |
| 4 | 30/07/2018 | L70 | Desarrollador | Letrero en desuso sobre coche Portugal | | Desoscar letrotera | 01/08/2018 | | Elaborado |
| 5 | 30/07/2018 | L70 | Armas de larguizas | Artículos sobre armario de almacenamiento. | | Quitar los items de armario | 07/08/2018 | | Elaborado |
| 6 | 30/07/2018 | L70 | Armas de almacenamiento de bobbinas | Barra de Chales | | Quitar los items de armario | 07/08/2018 | | Elaborado |
| 7 | 30/07/2018 | L70 | Tubers | Letrero dañado. | | Cambio de Letrero | 20/08/2018 | | Elaborado |
| 8 | 30/07/2018 | L70 | Tubers | Barra de portacuchillos dañado | | Mantenimiento de portacuchillos | 28/08/2018 | | Elaborado |
| 9 | 30/07/2018 | L70 | Tubers | Letrero de identificación de los trabajos de mantenimiento | | Reinstalar letrero | 20/08/2018 | | Elaborado |
| 10 | 30/07/2018 | L70 | Tubers | Pedazo de cinta adhesiva en la parte trasera de la tubería para espalmar de cartón fino | | Acordar uso y uso dispensador de corte de cinta | 15/08/2018 | | Elaborado |

Fuente: Elaborado por grupo autónomo.

Anexo n.º 8. Revisión de 1s y 2s en la oficina de Línea 90

OBSERVACIONES DE 2da RECORRIDO DE 1 y 2 Ss - LINEA 90 (OFICINAS)



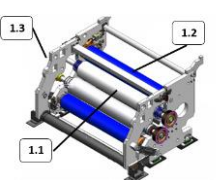
















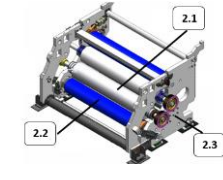
















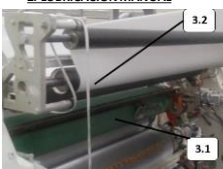










| Auditor 1 | | Luis Ortiz | | | | | | |
|-----------|------------|---------------|----------|--|---|-------------------------------------|--------------|-----------|
| Auditor 2 | | Mayra Alarcón | | | | | | |
| Nº | Fecha | Línea | Zona | Observación | Evidencia | Descripción de la Medida Correctiva | Fecha Cierre | Estatus |
| 1 | 20/08/2018 | L70 | OFICINAS | Se encuentra sucio con polvillo en un esquinero de la oficina. |  | Limpiar | 26/08/2018 | Ejecutado |
| 2 | 20/08/2018 | L70 | OFICINAS | Silla en mal estado. |  | Cambio de silla. | 26/08/2018 | Ejecutado |
| 3 | 20/08/2018 | L70 | OFICINAS | Pared sucio con huellas de zapato. |  | Pintar Pared | 26/08/2018 | Ejecutado |
| 4 | 20/08/2018 | L70 | OFICINAS | Cajones. |  | Ordenar Cajones | 26/08/2018 | Ejecutado |
| 5 | 20/08/2018 | L70 | OFICINAS | Cajones |  | Ordenar Cajones | 26/08/2018 | Ejecutado |
| 6 | 20/08/2018 | L70 | OFICINAS | Etiquetas de papel base encima de la CPU. |  | Eliminar etiquetas | 26/08/2018 | Ejecutado |
| 7 | 20/08/2018 | L70 | OFICINAS | Techo de la oficina con orificios |  | Reparar techo de oficina | 26/08/2018 | Ejecutado |

Fuente: Elaborado por grupo autónomo

Anexo n.º 9. Estándar de Limpieza de la Bobinadora



TPM - PILAR MANTENIMIENTO AUTÓNOMO
ESTANDAR DE LIMPIEZA

| FECHA: | ÁREA: CONVERSIÓN | LÍNEA: L 90 | Código LILA: LILA | | | | | | | | | | | | |
|---|------------------------------|-------------|-------------------------------------|----------------------------------|--|--|------------------|------------|--------|-----------|--------|---------|-------------|----------|----------|
| EQUIPO: POPE | COMPONENTE: GOFRADOR NT 6501 | | Tiempo ejecución estandar LILA: | | | | | | | | | | | | |
| ILUSTRACIÓN Componentes | Clasificación | Local | | Método | Herramientas / material / Epp | Referencias | Tiempo (minutos) | Frecuencia | | | | | Responsable | | |
| | | Nº | Item | | | | | Lunes | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes | | | |
|  <p>GOFRADO SUPERIOR</p> | Lubricación e Inspección | 1.1 | Rodillo goma superior | Limpio, ajustado, en buen estado |   |    | 5 | ● | | | | | ● | Operador | |
| | | 1.2 | Rodillo acero superior | Limpio, ajustado, en buen estado |   |     | 30 | ● | | | | | ● | Operador | |
| | | 1.3 | Zona transmisión lado accionamiento | Limpio, ajustado, en buen estado |   |    | 5 | ● | | | | | | ● | Operador |
|  <p>GOFRADO INFERIOR</p> | Lubricación e Inspección | 2.1 | Rodillo acero inferior | Limpio, ajustado, en buen estado |   |     | 30 | | ● | | | | ● | Operador | |
| | | 2.1 | Rodillo goma inferior | Limpio, ajustado, en buen estado |   |    | 5 | | ● | | | | | ● | Operador |
| | | 2.3 | Zona transmisión lado mando | Limpio, ajustado, en buen estado |   |    | 5 | | ● | | | | | | ● |
| <p>2. LUBRICACIÓN MANUAL</p>  | Lubricación e Inspección | 3.1 | Prensa de tracción | Limpio, ajustado, en buen estado |   |    | 10 | | | | | | ● | Operador | |
| | | 3.2 | Rodillo boda | Limpio, ajustado, en buen estado |   |    | 30 | | | | | | | ● | Operador |

Fuente: Elaborado por grupo de mantenimiento

Anexo n.º 10. Matriz de habilidades de operadores de línea 90

| | | MATRIZ DE HABILIDADES - LÍNEA 90 | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--|----------------------------------|--------------------------|-----------------------------|--------|----------------|--------|---------------|--------|-------------|----------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|------|------|------|----|
| | | Bobinador Fernando Lopez | Bobinador Henry Marin | Bobinador Carlos Estelzo | Tubero | Gabriel Chuica | Tubero | Savino Gotias | Tubero | Guengi Lavi | Empaquetador Erick Santamaria | Empaquetador Frank Uriarte | Empaquetador Guillermo Chancos | | | | |
| 1 | Metodología de las 2 S | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| 2 | Principio de funcionamiento y taxonomía de equipos | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| 3 | Metodología de limpieza e inspección (Paso 1- 3ra S) | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| 4 | Interpretación e identificación de MIPER - Mapa de Riesgos | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| 5 | Gestión de tarjetas | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| 6 | Elaboración de LUP y estándar LILA | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| 7 | Nociones de TPM PASO 1-2 | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| 8 | Paso 1 MA | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| 9 | Detección de Anomalías y taxonomía | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| 10 | Gestión de Tarjetas (Requisito Taxonomía) | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| 11 | Metodología 3°S | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| 12 | Principio de funcionamiento EC 1 (Operador) | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| 13 | Herramientas 5W+1H, Por qué- Por qué. | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| 14 | Comunicación efectiva | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| Objetivo | | 6 | 0 | 6 | 0 | 6 | 0 | 6 | 0 | 6 | 0 | 6 | 0 | 6 | 0 | 6 | 0 |
| Real | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| % Avance | | 100% | 0% | 100% | 0% | 100% | 0% | 100% | 0% | 100% | 0% | 100% | 0% | 100% | 0% | 100% | 0% |
| | | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 0% |

Fuente: Matriz de operación elaborado por escuela de entrenamiento.

Anexo n.º 11. Datos Técnicos de Desarrollador de la Bobinadora PCMC.

| DATOS TECNICOS | UNIDAD | BS 2501 |
|--|------------|-------------|
| Potencia instalada | Kw | 33 |
| Potencia nominal | KVA | 41,25 |
| Tensión de alimentación | V | 400 |
| Variación de las tensiones (máx/mín) | % | 10 |
| Frecuencia de red | Hz | 50 |
| Variación de las frecuencias admitidas (máx/mín) | % | 10 |
| Tensión de los circuitos auxiliares | Vdc | 24 |
| Desfasaje introducido | Cos ϕ | 0,8 |
| Grado de protección de la cobertura | Ip | 20 |
| Presión de aire comprimido requerida | Bar | 6 |
| Consumo de aire comprimido | NL/min | 150 |
| Iluminación mínima necesaria del ambiente | Lux | 200 |
| Peso total | Kg | 10500 |
| Velocidad mecánica | mt/min | 650 |
| Velocidad de trabajo | mt/min | 600 |
| Diámetro máx. bobina | mm | 2500 |
| Tamaño máx. bobina | mm | 2750 |
| Peso máx. bobina | Kg | 3500 |
| Levantamiento de la bobina | Tipo | Carropuente |
| Bloqueo de la bobina | Tipo | Neumático |
| Correas de desarrollo de bobina | Nº | 4 |

Fuente: Manual de Bobinadora de PCMC

Anexo n.º12. Datos Técnicos de Nested.

| DATOS TÉCNICOS | UNIDAD | NESTED |
|---|------------|-----------|
| Potencia instalada | kW | 92 |
| Potencia nominal | kVA | 112 |
| Tensión nominal de alimentación | V | 400/460 |
| Frecuencia de red | Hz | 50/60 |
| Variación de las frecuencias admitidas (máx/mín) | % | 10 |
| Tensión circuitos auxiliares | VDC | 24 |
| Desfasaje introducido | Cos ϕ | 0,8 |
| Grado de protección resguardos | Ip | 64 |
| Capacidad de apertura de la línea de alimentación | kA | 65 |
| Presión de aire comprimido | Bar | 6 |
| Caudal de aire comprimido a 7 bar | NL/min | 200 |
| Iluminación ambiente mínima requerida | Lux | 200 |
| Peso máquina | Kg | 24500 |
| Ancho mesa rodillos | mm. | 2800 |
| Tamaño mín./máx. bobina | mm. | 2400/2750 |
| Diámetro Rodillos gofradores acero | mm. | 420 |
| Grabado Rodillo gofrador 1 (acero superior) | Tipo | N2947 |
| Grabado Rodillo gofrador 2 (acero inferior) | Tipo | N2512 |
| Formato del producto mín./máx | mm. | 360 |
| Diámetro Rodillos de goma | mm. | 328,5 |
| Diámetro Rodillo distribuidor cola | mm. | 280 |
| Diámetro Rodillo Anilox | mm. | 318 |
| Diámetro Rodillo de presión (Marrying Roll) | Mt./min | 700 |
| Velocidad mecánica máx | Mt./min | 550 |
| Velocidad operativa máx con gr. cola | Mt./min | 650 |
| Transmisión | Tipo | mecánica |
| Fotocélulas rotura papel | SI/NO | SI |

Fuente: Manual de Bobinadora de PCMC

Anexo n.º 13. Datos Técnicos de Rebobinadora.

| DATOS TÉCNICOS | UNIDAD | AMICA |
|--|------------|-----------|
| Potencia instalada | Kw | 140 |
| Potencia nominal | KVA | 88 |
| Tensión de alimentación | V | 400/460 |
| Variación de las tensiones admitidas (máx/mín) | % | 10 |
| Frecuencia de red | Hz | 50/60 |
| Variación de las frecuencias admitidas (máx/mín) | % | 10 |
| Tensión de los circuitos auxiliares | Vdc | 24 |
| Desfasaje introducido | Cos ϕ | 0,8 |
| Grado de protección de la cobertura | Ip | 20 |
| Presión aire comprimido solicitado | Bar | 6 |
| Consumo aire comprimido | NL/min | 500 |
| Iluminación mínima necesaria del ambiente | lux | 200 |
| Peso total | Kg | 13000 |
| Ciclos por minuto | Nº | 45 |
| Diámetro log mínimo | mm | 90 |
| Diámetro log máximo | mm | 160 |
| Anchura tavola rodillo | mm | 2800 |
| Anchura min./max del log | mm | 2400/2750 |
| Largura de perforación min./max | mm | 95/800 |
| Diámetro del tubo de cartón mínimo | mm | 35 |
| Diámetro del tubo de cartón máximo | mm | 55 |
| Velocidad mecánica | mt/min | 600 |
| Velocidad de trabajo | mt/min | 550 |
| Grupo gofradores | SI/NO | NO |
| Incisión rodillo gofradores | Tipo | - |
| Grupo grafiladores | SI/NO | SI |
| Grafiladore singular | Nº | 54 |
| Incisión rótula grafilador | Tipo | IP-00001 |

Fuente: Manual de Bobinadora de PCMC

Anexo n.º14. Datos Técnicos de Encolador.

| DATOS TÉCNICOS | UNIDAD | ROTOSEAL 35 |
|---|---------|-------------------------------|
| Potencia instalada | kW | 22 |
| Potencia nominal | kVA | 28,4 |
| Tensión nominal (alimentación) | V | 400 |
| Número de fases | Nº | 3 |
| ±V admisible (±) | % | 10 |
| Frecuencia de red | Hz | 50 |
| ±f admisible (±) | % | 10 |
| Frecuencia de red | Hz | 50 |
| Tensión circuitos auxiliares | Vdc | 24 |
| Número de fases | Nº | 3 |
| Frecuencia | Hz | 50 |
| Factor de potencia | Cos φ | 0,8 |
| Grado protección cubiertas | Ip | 64 |
| Corriente de corto circuito esperable en el punto de alimentación | kA | 65 |
| Tipo de dispositivos de protección contra sobrecargas | Tipo | Interruptores termomagnéticos |
| Seccionamiento de línea | Tipo | Interruptor seccionador |
| Presión de aire comprimido | Bar | 6 |
| Consumo aire comprimido | NL/min | 700 |
| Mínima iluminación ambiente | Lux | 200 |
| Peso total de la máquina | kg | 3000 |
| Longitud máx. log | mm | 2750 |
| Diámetro mín. log | mm | 90 |
| Diámetro máx. log | mm | 150 |
| Regulación longitud extremo (mín.) | mm | 6 |
| Regulación longitud extremo (máx.) | mm | 50 |
| Longitud extremo (nominal) | mm | 25 |
| Ciclos máx. | Nº | 35 |
| Depósito cola c/recirculación | SÍ / NO | SÍ |
| Cinta de descarte de logs | SÍ / NO | SÍ |
| Cinta de expulsión de logs | SÍ / NO | SÍ |

Fuente: Manual de Bobinadora de PCMC

Anexo n.º15. Datos Técnicos de Cortadora

| DATOS TÉCNICOS | UNIDAD | PROLOG LT |
|--|-------------------|---|
| Potencia instalada | Kw | 25 |
| Potencia nominal | Kva | 28,4 |
| Tensión de alimentación | V | 400/460 |
| Variación de la tensión admitida (máx/mín) | % | 10 |
| Frecuencia de red | Hz | 50/60 |
| Variación de la frecuencia admitida (máx/mín) | % | 10 |
| Tensión de los circuitos auxiliares | V | 24 |
| Desfasaje | Cos. ϕ | 0,8 |
| Grado de protección de la cobertura | Ip | 64 |
| Corriente de corto circuito (presunta) en el punto de alimentación | KA | 65 |
| Tipo de los dispositivos de protección contra sobrecorriente | Tipo | Interruptores termomagnéticos |
| Presión aire comprimido | Bar | 5.5 |
| Consumo aire comprimido | NL/min | 850 |
| Iluminación mínima necesaria del ambiente | lux | 200 |
| Peso total de la máquina | Kg | 6000 |
| Canales de alimentación | Nº | 4 |
| Diámetro log mín. | mm | 90 |
| Diámetro log máx. | mm | 165 |
| Longitud de corte | | Variable electrónicamente |
| Velocidad de corte máxima | Cortes por minuto | 250 con corte 88 - 118 mm. 100 con corte 203 - 285 mm. |
| Diámetro disco de corte: Con tronco < 127 mm | mm | 457 |
| Con log da 127 a 140 mm | mm | 483 |
| Con log > 140 mm | mm | 508 |
| Afilado del disco | Tipo | Automática |
| Regulación consumo disco | Tipo | Automática |

Fuente: Manual de Bobinadora de PCMC