

**Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña
-UNPHU-**

**Facultad de Ciencia y Tecnología
Escuela de Ingeniería Industrial**

**“Propuesta para la implementación de mantenimiento productivo total
(TPM) como herramienta de mejora continua y optimización de procesos”**



Trabajo de Grado presentado por:
Jorge Gómez Núñez

Para la Obtención Del Grado De:
Ingeniero Industrial

**Santo Domingo, D. N.
2012**

INDICE

Agradecimiento

Dedicatoria

Capítulo I - Introducción.....	4
1.1 Descripción general	4
1.2 Justificación	7
1.3 Motivación	8
1.4 Objetivos	9
1.4.1- Objetivo general	9
1.4.2 Objetivos específicos	9
Capítulo II - Marco conceptual	10
2.1- Antecedentes.....	10
2.2 Importancia del problema	11
2.3 Planteamiento del problema.....	12
2.4 Formulación del problema	12
2.5 Alcances y límites	13
Capítulo III Marco Teórico.....	14
3.1 Empresa.....	14
3.1.1 Clasificación de la Empresa.....	14
3.2 Mantenimiento	16
3.2.1 Tipos de mantenimiento.....	16
3.3 Mantenimiento correctivo.....	17
3.3.1 Existen dos formas de mantenimiento correctivo:.....	17
3.3.2 Ventajas del mantenimiento correctivo	18
3.3.3 Desventajas del mantenimiento correctivo	18
3.4 Mantenimiento Preventivo.....	19
3.4.1 Objetivo principal	20

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACION DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)
COMO HERRAMIENTA DE MEJORA CONTINUA Y OPTIMIZACION DE PROCESOS.**

3.4.2 Ventajas del Mantenimiento Preventivo.....	20
3.4.3 Fases del Mantenimiento Preventivo.....	21
3.4.4 Implicaciones y responsabilidades.....	21
3.5 Mantenimiento Predictivo.....	22
3.5.1 Ventajas del Mantenimiento Predictivo.....	22
3.5.2 Metodología de las inspecciones	23
3.6 Mantenimiento Proactivo.....	25
3.7 calidad	25
3.8 desempeño.....	26
3.8.1 Administración del desempeño.....	26
3.8.2 Conceptualización.....	27
3.8.3 Desarrollo.....	27
3.8.4 Implementación.....	28
3.8.5 Retroalimentación	28
3.8.6 Evaluación.....	29
3.9 Mantenimiento Productivo Total (TPM).....	29
3.9.1 Objetivos Del TPM	32
3.9.2 Características Del TPM	32
3.9.3 Beneficios del TPM	33
3.9.4 Pilares Del TPM.....	35
3.9.5 OEE-Efectividad Global Del Equipo (Overall Equipment Effectiveness).....	40
3.9.6 Importancia Del OEE.....	43
3.10 Lean manufacturing	43
3.11 5S	46
3.12 Máquina para aplicar TPM (mantenimiento productivo total)	49
3.12.1 Reglas de Seguridad del Departamento de Acabado	50
3.12.2 Análisis de seguridad	50
3.12.3 Proceso de suavizado	51
3.12.4 Destorcedor	51
3.11.5 Alimentador	51

3.11.6 Extractor:.....	51
3.11.7 Procesador.....	52
3.11.8. Foldeadora.....	52
3.12 Operación de la máquina	52
3.12.1 Pasos para operar la máquina:.....	54
3.12.2 Mediciones de anchura	55
3.12.3 Prueba de 25’’	55
3.12.4 CPI	55
Capítulo IV – Marco Metodológico.....	57
4.1 Primera parte: Diagnóstico de la situación actual.....	57
4.1.1 Evidencia de la situación de la máquina tomada antes de implementar TPM.....	60
4.2 Segunda parte: Proceso de Implementación	72
4.2.1 Primer día del proceso de implementación de TPM.....	74
Los objetivos principales de este primer día fueron:	74
4.2.2 Imágenes del día uno:	76
4.2.2 Día 2 Los objetivos principales del segundo día fueron:	79
4.2.3 Enfoques y objetivos del tercer día.....	82
4.2.4 Día 4 Desarrollar Procedimientos de inspección:.....	86
4.3 Tercera parte: Seguimiento a los logros alcanzados	89
4.3.1 Comparación antes y después de implementar TPM.....	92
4.4 Plan de procedimiento para aplicar el mantenimiento.....	99
4.5 Plan de inspección y verificación	102

Conclusión

Recomendación

Bibliografía

Anexos

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradezco a DIOS, por permitirme presentar este proyecto y a la vez concluir con mis estudios, y por estar presente en cada momento de mi vida que lo he necesitado.

A mi madre, por el esfuerzo sobrenatural que ha hecho a través del tiempo, por todo el apoyo que siempre me ha brindado en todos los aspectos de la vida, no solo como madre, sino también como amiga y a mi abuela por estar siempre junto a mí.

A Ramón Del Villar, que tanto se ha esforzado por guiarme por el buen camino y que gracias a todos sus consejos en la actualidad soy una mejor persona guiada por el buen camino.

A mi padre y a mis tíos Jhovanny, Carlos Serra, Alex, Mirelsa, Mary e Hinma que siempre han tenido fe en mí, y me han brindado todo su apoyo incondicional durante todo este largo camino.

A mi asesor el Ing. Eduardo Oller quien me guio en todo el camino de este proyecto y que no solo fue un asesor, sino también un buen amigo.

Al Ing. Julio Núñez que fue para mí un gran maestro y consejero a la vez, le doy las gracias por todo lo que hizo por nosotros.

A Mónica Pilar, que durante toda mi trayectoria universitaria siempre estuve presente para aconsejarme y guiarme hacia donde ella entendía que era el mejor camino.

A Harold Plasencia, Elvira Vianney, José Miranda, Jenniffer Núñez, Amaurys López, Jorge Luis, Winsleydy, gracias a su apoyo incondicional fue posible concluir este proyecto de manera exitosa, y no solo eso, sino que también de una manera u otra los lazos de amistad se hicieron más fuertes por todas las experiencias vividas.

A todos mis amigos, Gilberto, Evelyn, Liz Marie, Diana Blandino, Edder Zeinc, Elías Pacheco Keyter, Kedwin, Joel, Flaquer silsa, melissa, Gabriela, Yeidry, el choco, Saso, MariLuz, Príamo, Raúl, Julio, Arturo, Jarico, Jordy, Adames, Hamlet, Omar, Fernando, Allison, Rogelina, Karina, Cesar, Benjamin, Billy, Carlos montero, Dania, Marcos los cuales estuvieron presentes cuando más los necesité y brindándome todo su apoyo.

DEDICATORIA

En primer lugar dedico este trabajo de grado a Dios, porque siempre escuchó todas mi oraciones, y siempre ha estado conmigo y con mi familia defendiéndonos.

Por otro lado a mi madre y a Ramón Del Villar, que siempre han estado presentes en cada momento de mi vida.

A toda mi familia, por siempre confiar en mí y darme ese voto de confianza el cual estoy muy agradecido de esto.

A todos mis amigos y compañeros, con los cuales viví los momentos más estresantes de mi vida y con todos los que lucharon junto a mí, y estuvieron en las buenas y en las malas, les agradezco por permitirme compartir todo eso con ustedes.

CAPITULO I

INTRODUCCION

Capítulo I - Introducción

1.1 Descripción general

La Revolución industrial fue un periodo histórico comprendido entre la segunda mitad del siglo XVIII y principios del XIX, en el que Gran Bretaña en primer lugar, y el resto de Europa continental después, sufren el mayor conjunto de transformaciones socioeconómicas, tecnológicas y culturales de la historia de la humanidad.

La economía basada en el trabajo manual fue reemplazada por otra dominada por la industria y la manufactura. La Revolución comenzó con la mecanización de las industrias textiles y el desarrollo de los procesos del hierro.

La expansión del comercio fue favorecida por la mejora de las rutas de transportes y posteriormente por el nacimiento del ferrocarril. Una de las innovaciones tecnológicas más importantes fue la máquina de vapor. Las nuevas máquinas favorecieron enormes incrementos en la capacidad de producción. La producción y desarrollo de nuevos modelos de maquinaria en las dos primeras décadas del siglo XIX facilitó la manufactura en otras industrias e incrementó también su producción.

Así es que en la Revolución industrial se aumenta la cantidad de productos y se disminuye el tiempo en el que estos se realizan, dando paso a la producción en serie, ya que se simplifican tareas complejas en varias operaciones simples que pueda realizar cualquier obrero sin necesidad de que sea mano de obra cualificada, y de este modo bajar costos en producción y elevar la cantidad de unidades producidas bajo el mismo costo fijo.

El desarrollo industrial no sólo impactó el desarrollo económico de los pueblos, sino que surgió a través del avance de la misma, un nuevo enfoque en las grandes empresas, sectores económicos e industria y es el de la competitividad. El desarrollo industrial y tecnológico ha avanzado y continua su avance a una velocidad tal que, no sólo es necesario para hacer sostenible y

económicamente factible una empresa el tener tecnología de punta, si no desarrollar herramientas que nos permitan ser flexibles a los cambios del mercado y mantener costos competitivos.

Es en este contexto, que paralelo, al desarrollo industrial, empresas como TOYOTA, inician el proceso de desarrollo de herramientas que permitan el sostenimiento de las empresas y la mejora continua de sus procesos a través del tiempo.

Toyota, desarrolló un sistema integral de producción y gestión. En sus orígenes, el sistema se diseñó para fábricas de automóviles y sus relaciones con proveedores y consumidores, este sistema cuyo objetivo es:

Eliminar los "desperdicios" (Muda). El sistema distingue, siete tipos de posibles desperdicios, agregándose posteriormente, un número 8, referente a la subutilización del personal:

- Defectos
- Exceso de producción
- Transporte
- Esperas
- Inventarios
- Movimiento
- Procesos innecesarios
- Gente Subutilizada

El sistema de producción Toyota es un ejemplo clásico de la filosofía Kaizen (o mejora continua) de mejora de la productividad. Muchos de sus métodos han sido copiados por otras empresas, y ahora el sistema se conoce también como *Lean Manufacturing* o Manufactura Esbelta. El sistema tiene sus orígenes en la industria textil y en particular en la creación de un telar automático.

Es en esta época textil cuando nacen los conceptos de Jidoka (traducido por algunos autores como "Automatización") y Poka-yoke (a prueba de fallos) que junto a conceptos posteriores

como Just-in-Time (Justo a Tiempo) y Muda (Desperdicios) lo que se ha llamado Sistema de Producción Toyota.

Dentro del conjunto de herramientas que comprenden este sistema, se encuentra TPM (Mantenimiento Productivo Total), cuyo enfoque se basa, en la mejora continua y sostenimiento de las condiciones de las maquinarias y disminución de los costos del ciclo de vida de los equipos.

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) es una metodología oriental basada en la socialización y optimización de las prácticas de mantenimiento, pero no sólo reduce los costos de reparación y los costos de producción debido a los tiempos de paro, si no también aumenta la calidad de la producción, el cumplimiento de plazos, incremento de ventas, control de recursos, la vida útil de los equipos o maquinaria de una empresa y a la vez eliminación de las diferentes averías, eliminación de inventarios de productos en proceso y productos terminados.

Además el TPM le brinda a la compañía y sus trabajadores métodos prácticos para identificar y priorizar pérdidas en sus procesos así como las herramientas para eliminar estas pérdidas y solucionar los problemas asociados a las mismas.

Para la realización de este proyecto se eligió una empresa dentro del sector textil (se omitirá el nombre, por requerimientos de dicha organización), la cual se dedica a la elaboración de tejidos que tienen como base el algodón.

Esta industria tiene una demanda semanal de 2.0 MM de libras aproximadas de tela, para poder cumplir con este requerimiento, la empresa labora 24 horas, 7 días a la semana, cuenta con una masa productiva o empleados directos de aproximadamente 1300 empleados, que transforman directamente la materia prima en el producto terminado. Adicionalmente debido a esta demanda, se requiere que los equipos estén en disponibilidad para producir al menos 95% del tiempo productivo.

El objetivo de la implementación de TPM en esta industria textil, es validar TPM como un sistema eficaz para el sostenimiento y mejora continua de las condiciones de los equipos o maquinarias.

1.2 Justificación

Debido a la gran competitividad que existe actualmente en el mercado, las empresas deben de alguna forma u otra buscar la manera de ir ganando terreno y lograr ser los número uno en lo que hacen. Es cada vez más frecuente el auge de nuevas empresas, con mayor tecnología, mayores recursos y que siempre buscan estar a la vanguardia.

El TPM (Mantenimiento Productivo Total) es una herramienta esencial que toda empresa debe incorporar e implementar para poder no sólo subsistir, sino trascender en el mercado actual. Al implementar TPM como herramienta, se logra no sólo eficientizar el proceso de producción, sino que también, logra un ambiente de trabajo adecuado para la realización de cualquier labor que se necesite en la empresa u organización:

- Reduce los costos de reparaciones
- Costos por improductividades debidos a tiempos ociosos
- Ayuda a reducir la necesidad de contar con inventarios de productos en proceso y terminados.
- Mejora el funcionamiento de las máquinas,
- Evita la generación de productos con fallas
- Evita la contaminación ambiental
- Elimina los riesgos de accidentes
- Incrementa los niveles de productividad.

Tomando en consideración la empresa bajo estudio podemos mencionar factores en específico que nos llevan a justificar la implementación de TPM dentro de la misma:

- Los niveles de producción y la demanda en este nuevo año 2012 aumentará a 2.2 MM de libras de tela, lo cual requiere que los equipos tengan una disponibilidad aproximada de un 95%.

- Dentro de los puntos de enfoque para el 2012 tenemos la reducción del índice de OTFQ. (Todo lo que no es primera calidad), la cual se ve directamente impactada por las condiciones de la máquina.
- La empresa requiere que sus costos sigan siendo competitivos, actualmente goza de un lugar.

1.3 Motivación

Lo que nos motivó a la implementación de TPM (mantenimiento productivo total) como herramienta de mejora continua y optimización de procesos es la necesidad de incrementar notablemente y de manera eficiente la productividad de la empresa, mejorar los resultados de calidad de la empresa y la moral de los trabajadores. El OEE de la maquia a aplicar TPM está en un 41%, por ende es necesario buscar una solución alternativa para incrementar este valor.

Para la empresa bajo estudio, TPM representa la herramienta idónea para alcanzar el siguiente nivel, ya en años anteriores la empresa había enfocado sus esfuerzos a la implementación de 5S +1, logrando a través de esta herramienta, mejorar considerablemente los resultados de las métricas más importantes de la planta. En esta nueva etapa, donde los mayores retos de la organización se encuentran en el incremento de los niveles de producción semanal, entendemos que TPM es la herramienta que nos puede ayudar a alcanzar este reto, ya que la misma, trabaja las dos variables que directamente impactan el proceso, como lo son las maquinarias y los operadores.

1.4 Objetivos

1.4.1- Objetivo general

Elaborar una propuesta para la implementación de TPM (mantenimiento productivo total) como herramienta de mejora continua y optimización de procesos.

1.4.2 Objetivos específicos

- a) Sugerir el TPM (mantenimiento productivo total) como solución a las fallas de las maquinarias en las empresas de manufactura.
- b) Ampliar la participación de todas las personas de la organización.
- c) Detectar las fallas existentes en el mantenimiento de las maquinas.
- d) Familiarizar a los operadores y mecánicos con el equipo.
- e) Maximizar la efectividad de producción en los equipos actuales.
- f) Aumentar los ciclos de vida, para las maquinarias.
- g) Incrementar el conocimiento de lo equipos y de los procesos en los operarios.

CAPITULO II

MARCO CONCEPTUAL

Capítulo II - Marco conceptual

2.1- Antecedentes

El TPM (Mantenimiento Productivo Total) surgió en Japón gracias a los esfuerzos del Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) como un sistema destinado a lograr la eliminación de las seis grandes pérdidas de los equipos, a los efectos de poder hacer factible la producción “Just in Time”, la cual tiene como objetivos primordiales la eliminación sistemática de desperdicios.

Estas seis grandes pérdidas se hallan directa o indirectamente relacionadas con los equipos dando lugar a reducciones en la eficiencia del sistema productivo en tres aspectos fundamentales:

- Tiempos muertos o paro del sistema productivo.
- Funcionamiento a velocidad inferior a la capacidad de los equipos.
- Productos defectuosos o malfuncionamiento de las operaciones en un equipo.

Para llegar al Mantenimiento Productivo Total hubo que pasar por tres fases previas. Siendo la primera de ellas el Mantenimiento de Reparaciones (o Reactivo), el cual se basa exclusivamente en la reparación de averías. Solamente se procedía a labores de mantenimiento ante la detección de una falla o avería y, una vez ejecutada la reparación todo quedaba allí.

Luego y como segunda fase de desarrollo se dio lugar a lo que se denominó el Mantenimiento Preventivo. Con ésta metodología de trabajo se busca por sobre todas las cosas la mayor rentabilidad económica en base a la máxima producción, estableciéndose para ello funciones de mantenimiento orientadas a detectar y/o prevenir posibles fallos antes que tuvieran lugar.

En los años sesenta tuvo lugar la aparición del Mantenimiento Productivo, lo cual constituye la tercera fase de desarrollo antes de llegar al TPM. El Mantenimiento Productivo incluye los principios del Mantenimiento Preventivo, pero le agrega un plan de mantenimiento para toda la vida útil del equipo, más labores e índices destinados a mejorar la fiabilidad y sostenibilidad.

Finalmente llegamos al TPM, él mismo incorpora una serie de nuevos conceptos a los desarrollados métodos previos, entre los cuales cabe destacar el Mantenimiento Autónomo, el cual es ejecutado por los propios operarios de producción, la participación activa de todos los empleados, desde los altos cargos hasta los operarios de planta. También agrega a conceptos antes desarrollados como el Mantenimiento Preventivo, mantenimiento correctivo, entre otros.

2.2 Importancia del problema

Debido a la gran cantidad de problemas técnicos-económicos que se han generado a través del tiempo se generarán ineficiencias en el proceso de producción en cuanto a incumplimiento de pedidos, paros en el Proceso, re procesos debido a la influencia de las fallas a la calidad del producto y porqué no un incremento en el Costo de la Producción, así como también desinterés y falta de conocimiento acerca de su maquinaria por parte de quienes hacen posible el proceso productivo en la Industria.

Dentro de la empresa tenemos ya desarrollado y establecido un sistema formal de mantenimientos preventivos y correctivos.

Adicionalmente se requiere el establecimiento de un sistema que nos asegure la mejora progresiva de las condiciones de los equipos a través del involucramiento de los diferentes niveles operacionales, calidad, mantenimiento y otras áreas de soporte que inciden en la elaboración del producto.

El objetivo de la implementación de TPM en esta industria textil, es validar TPM como un sistema eficaz para el sostenimiento y mejora continua de las condiciones de los equipos o maquinarias. Garantizando que los equipos se encuentran en las condiciones necesarias para alcanzar los volúmenes de producción deseado y que el personal está debidamente entrenado en el manejo de su maquinaria, teniendo la capacidad para dar corrección a las fallas encontradas.

2.3 Planteamiento del problema

De qué manera el TPM (mantenimiento productivo total) puede generar que la empresa analizada pueda reducir desperdicios para así mismo optimizar los procesos de producción de ella misma y a la vez mantener esa mejora de manera continua.

2.4 Formulación del problema

¿Qué beneficios genera este tipo de proyecto?

¿Será técnicamente posible este proyecto?

¿Impactará el proyecto de manera positiva la productividad?

¿Reducirá el proyecto los tiempos muertos?

2.5 Alcances y límites

Dentro de la primera fase de implementación del proyecto de TPM, abarcaremos específicamente el proceso de Finishing o Acabado, el cual consta, a su vez, de tres sub procesos, Pads o suavizado, dryers o Secado y Compactado.

Nuestro proyecto tomará como modelo una máquina de 17 totales, del proceso de suavizado. Esta muestra seleccionada sólo representará un piloto, para demostrar la efectividad y las mejoras palpables que pueden lograrse con una efectiva implementación de TPM.

CAPITULO III

MARCO TEORICO

Capítulo III Marco Teórico

3.1 Empresa

Es una unidad de organización dedicada a actividades industriales, mercantiles o de prestación de servicios con fines lucrativos.

Es una entidad conformada básicamente por personas, aspiraciones, realizaciones, bienes materiales y capacidades técnicas y financieras; todo lo cual, le permite dedicarse a la producción y transformación de productos y/o la prestación de servicios para satisfacer necesidades y deseos existentes en la sociedad, con la finalidad de obtener una utilidad o beneficio.

3.1.1 Clasificación de la Empresa

Las empresas pueden ser clasificadas en tres grupos:

- a) Industriales
- b) Comerciales
- c) De Servicios

3.1.1.1 Empresas Industriales

La actividad primordial de este tipo de empresas es la producción de bienes mediante la transformación de la materia o extracción de materias primas. Las industrias, a su vez, se clasifican en:

Extractivas: Cuando se dedican a la explotación de recursos naturales, ya sea renovable o no renovable. Ejemplos de este tipo de empresas son las pesqueras, madereras, mineras, petroleras, etc.

Manufactureras: Son empresas que transforman la materia prima en productos terminados, y pueden ser:

De consumo final: Producen bienes que satisfacen de manera directa las necesidades del consumidor. Por ejemplo: prendas de vestir, muebles, alimentos, aparatos eléctricos, etc.

De producción: Estas satisfacen a las de consumo final. Ejemplo: maquinaria ligera, productos químicos, etc.

3.1.1.2 Empresas Comerciales

Son intermediarias entre productor y consumidor, su función primordial es la compra/venta de productos terminados. Pueden clasificarse en:

Mayoristas: se dedican a la compra o venta de productos a gran escala, comúnmente a distribuidores minoristas.

Minoristas (detallistas): venden productos en una escala mucho menor, ya sea directamente a consumidores, o a otras empresas minoristas o comisionistas.

Comisionistas: como su nombre lo dice, se encargan de vender productos, recibiendo una comisión, la cual puede depender del precio previamente fijado por el proveedor, o por el precio final dado por el comisionista.

3.1.1.3 Empresas de Servicios

Comercializan servicios profesionales o de cualquier tipo. Se caracterizan por llevar a cabo relaciones e interacciones sin importar los atributos físicos. Los servicios son relación, negociación, comunicación. Un servicio es una idea, es una información o una asesoría.

Los servicios tienen tres características:

Intangibles: No se pueden tocar.

Heterogéneos: Varían porque se llevan a cabo por persona.

Caducan: Se tienen que usar cuando están disponibles.

3.2 Mantenimiento

Son todas las acciones que tienen como objetivo mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida. Estas acciones incluyen la combinación de las acciones técnicas y administrativas correspondientes.

Arreglar las cosas que están dañadas no es Mantenimiento, Preservación y sostenimiento a la perfección del manejo de equipos, eso sí es mantenimiento.

El mantenimiento fue un problema que surgió al querer producir continuamente, de ahí que fue visto como un mal necesario, una función subordinada a la producción cuya finalidad era reparar desperfectos en forma rápida y barata.

3.2.1 Tipos de mantenimiento

- a) Mantenimiento Correctivo
- b) Mantenimiento Preventivo
- c) Mantenimiento Predictivo
- d) Mantenimiento Proactivo

3.3 Mantenimiento correctivo

Es la habitual reparación tras una avería que obligó a detener la instalación o máquina afectada por el fallo. Históricamente, el mantenimiento nace como servicio a la producción. Lo que se denomina Primera Generación del Mantenimiento cubre el periodo que se extiende desde el inicio de la revolución industrial hasta la Primera Guerra Mundial.

En estos días la industria no estaba altamente mecanizada, por lo que el tiempo de paro de maquina no era de mayor importancia.

Esto significaba que la prevención de las fallas en los equipos no era una prioridad para la mayoría de los gerentes. A su vez, la mayoría de los equipos eran simples, y una gran cantidad estaba sobredimensionada. Esto hacía que fueran fiables y fáciles de reparar.

Como resultado no había necesidad de un mantenimiento sistematizado mas allá de limpieza y lubricación, y por ello la base del mantenimiento era puramente correctiva.

3.3.1 Existen dos formas de mantenimiento correctivo:

- a) Programado
- b) No programado

La diferencia entre ambos radica en que mientras el no programado supone la reparación de la falla inmediatamente después de presentarse, el mantenimiento correctivo programado o planificado supone la corrección de la falla cuando se cuenta con el personal, las herramientas, la información y los materiales necesarios y además el momento de realizar la reparación se adapta a las necesidades de producción.

La decisión entre corregir un fallo de forma planificada o de forma inmediata suele marcarla la importancia del equipo en el sistema productivo:

Si la avería supone la parada inmediata de un equipo necesario, la reparación comienza sin una planificación previa. Si en cambio, puede mantenerse el equipo o la instalación operativa aún con ese fallo presente, puede posponerse la reparación hasta que llegue el momento más adecuado.

3.3.2 Ventajas del mantenimiento correctivo

- a) No genera gastos fijos.
- b) No es necesario programar ni prever ninguna actividad.
- c) Sólo se gasta dinero cuando está claro que se necesita hacerlo.
- d) A corto plazo puede ofrecer un buen resultado económico.
- e) Hay equipos en los que el mantenimiento preventivo no tiene ningún efecto, como los dispositivos electrónicos.

3.3.3 Desventajas del mantenimiento correctivo

- a) Los seguros de maquinaria o de gran avería suelen excluir los riesgos derivados de la no realización del mantenimiento programado indicado por el fabricante del equipo.
- b) La vida útil de los equipos se acorta.
- c) Las averías y los comportamientos anormales no sólo ponen en riesgo la producción: también pueden suponer accidentes con riesgos para las personas o para el medio ambiente.

- d) Basar el mantenimiento en la corrección de fallos supone contar con técnicos muy cualificados, con un stock de repuestos importante, con medios técnicos muy variados, etc.

- e) Supone asumir riesgos económicos que en ocasiones pueden ser importantes.

3.4 Mantenimiento Preventivo

Su propósito es prever las fallas manteniendo los sistemas de infraestructura, equipos e instalaciones productivas en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos.

El mantenimiento preventivo se diseño con la idea de prever y anticiparse a los fallos de las maquinas y equipos, utilizando para ello una serie de datos sobre los distintos sistemas y sub-sistemas e inclusive partes.

Bajo esa premisa se diseña el programa con frecuencias calendario o uso del equipo, para realizar cambios de sub-ensambles, cambio de partes, reparaciones, ajustes, cambios de aceite y lubricantes, etc., a maquinaria, equipos e instalaciones y que se considera importante realizar para evitar fallos.

Es importante trazar la estructura del diseño incluyendo en ello las componentes de Conservación, Confiabilidad, Mantenibilidad, y un plan que fortalezca la capacidad de gestión de cada uno de los diversos estratos organizativos y empleados sin importar su localización geográfica, ubicando las responsabilidades para asegurar el cumplimiento.

El mantenimiento preventivo se refiere a las acciones, tales como; Reemplazos, adaptaciones, restauraciones, inspecciones, evaluaciones, etc. Hechas en períodos de tiempos por calendario o uso de los equipos. (Tiempos dirigidos).

3.4.1 Objetivo principal

Conseguir que las instalaciones y equipos se conserven en condiciones óptimas de funcionamiento, previniendo las posibles averías y fallos, y consiguiendo así que el trabajo se realice con los mayores niveles de calidad y seguridad.

3.4.2 Ventajas del Mantenimiento Preventivo

- a) Confiabilidad, los equipos operan en mejores condiciones de seguridad, ya que se conoce su estado, y sus condiciones de funcionamiento.
- b) Disminución del tiempo muerto, tiempo de parada de equipos/máquinas.
- c) Mayor duración, de los equipos e instalaciones.
- d) Disminución de existencias en Almacén y, por lo tanto sus costos, puesto que se ajustan los repuestos de mayor y menor consumo.
- e) Uniformidad en la carga de trabajo para el personal de Mantenimiento debido a una programación de actividades.
- f) Menor costo de las reparaciones

3.4.3 Fases del Mantenimiento Preventivo

- a) Inventario técnico, con manuales, planos, características de cada equipo.
- b) Procedimientos técnicos, listados de trabajos a efectuar periódicamente.
- c) Control de frecuencias, indicación exacta de la fecha a efectuar el trabajo.
- d) Registro de reparaciones, repuestos y costos que ayuden a planificar.

3.4.4 Implicaciones y responsabilidades

Responsable de mantenimiento: elaborará un programa de mantenimiento que asegure la conservación de los equipos e instalaciones en condiciones óptimas y velará por el cumplimiento del mismo.

Director de la unidad funcional: facilitará y aplicará el programa preventivo en las instalaciones y equipos pertenecientes a su área funcional. Mandos intermedios: velarán para que los equipos se encuentren en correcto estado y las actuaciones de mantenimiento se desarrollen de acuerdo con lo establecido.

Trabajadores: deberán comunicar inmediatamente a su mando directo cualquier defecto o indicio de avería detectado en el equipo o instalación utilizada. Realizarán aquellas revisiones de sus equipos que tengan encomendadas.

3.5 Mantenimiento Predictivo

Mantenimiento basado fundamentalmente en detectar una falla antes de que suceda, para dar tiempo a corregirla sin perjuicios al servicio, ni detención de la producción, etc. Estos controles pueden llevarse a cabo de forma periódica o continua, en función de tipos de equipo, sistema productivo, etc.

Para ello, se usan para ello instrumentos de diagnóstico, aparatos y pruebas no destructivas, como análisis de lubricantes, comprobaciones de temperatura de equipos eléctricos, etc.

El mantenimiento predictivo permite que se tomen decisiones antes de que ocurra el fallo: cambiar o reparar la maquina en una parada cercana, detectar cambios anormales en las condiciones del equipo y subsanarlos, etc.

La información más importante que arroja este tipo de seguimiento de los equipos es la tendencia de los valores, ya que es la que permitirá calcular o prever, con cierto margen de error, cuando un equipo fallará; por ese el motivo se denominan técnicas predictivas.

Por ejemplo en la figura 1 se indica la gráfica de un valor de vibración correspondiente a un cojinete, y que presenta un tendencia alcista.

Cuando se alcanza un determinado valor es conveniente reemplazar el cojinete. Si no se realiza, el cojinete terminará fallando.

3.5.1 Ventajas del Mantenimiento Predictivo

- a) Reduce los tiempos de parada.
- b) Permite seguir la evolución de un defecto en el tiempo.

- c) Optimiza la gestión del personal de mantenimiento.
- d) La verificación del estado de la maquinaria, tanto realizada de forma periódica como de forma accidental, permite confeccionar un archivo histórico del comportamiento mecánico.
- e) Conocer con exactitud el tiempo límite de actuación que no implique el desarrollo de un fallo imprevisto.
- f) Toma de decisiones sobre la parada de una línea de máquinas en momentos críticos.
- g) Confección de formas internas de funcionamiento o compra de nuevos equipos.
- h) Permitir el conocimiento del historial de actuaciones, para ser utilizada por el mantenimiento correctivo.
- i) Facilita el análisis de las averías.
- j) Permite el análisis estadístico del sistema.

3.5.2 Metodología de las inspecciones

Una vez determinada la factibilidad y conveniencia de realizar un mantenimiento predictivo a una máquina o unidad, el paso siguiente es determinar la o las variables físicas a controlar que sean indicativas de la condición de la máquina.

El objetivo de esta parte es revisar en forma detallada las técnicas comúnmente usadas en el monitoreo según condición, de manera que sirvan de guía para su selección general.

PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACION DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) COMO HERRAMIENTA DE MEJORA CONTINUA Y OPTIMIZACION DE PROCESOS.

La finalidad del monitoreo es obtener una indicación de la condición (mecánica) o estado de salud de la máquina, de manera que pueda ser operada y mantenida con seguridad y economía.

Se entiende por monitoreo como la medición de una variable física que se considera representativa de la condición de la máquina y su comparación con valores que indican si la máquina está en buen estado o deteriorada.

Con la actual automatización de estas técnicas, se ha extendido la acepción de la palabra monitoreo también a la adquisición, procesamiento y almacenamiento de datos.

De acuerdo a los objetivos que se pretende alcanzar con el monitoreo de la condición de una máquina debe distinguirse entre vigilancia, protección, diagnóstico y pronóstico.

- a) Vigilancia de máquinas. Su objetivo es indicar cuándo existe un problema. Debe distinguir entre condición buena y mala, y si es mala indicar cuán mala es.
- b) Protección de máquinas. Su objetivo es evitar fallas catastróficas. Una máquina está protegida, si cuando los valores que indican su condición llegan a valores considerados peligrosos, la máquina se detiene automáticamente.
- c) Diagnóstico de fallas. Su objetivo es definir cuál es el problema específico. Pronóstico de vida la esperanza a. Su objetivo es estimar cuánto tiempo más Podría funcionar la máquina sin riesgo de una falla catastrófica.

3.6 Mantenimiento Proactivo

El Mantenimiento Proactivo, es una filosofía de mantenimiento, dirigida fundamentalmente a la detección y corrección de las causas que generan el desgaste y que conducen a la falla de la maquinaria.

Una vez que las causas que generan el desgaste han sido localizadas, no debemos permitir que éstas continúen presentes en la maquinaria, ya que de hacerlo, su vida y desempeño, se verán reducidos.

La longevidad de los componentes del sistema depende de que los parámetros de causas de falla sean mantenidos dentro de límites aceptables, utilizando una práctica de "detección y corrección" de las desviaciones según el programa de Mantenimiento Proactivo.

Límites aceptables, significa que los parámetros de causas de falla están dentro del rango de severidad operacional que conducirá a una vida aceptable del componente en servicio.

El Mantenimiento Proactivo, establece una técnica de detección temprana, monitoreando el cambio en la tendencia de los parámetros considerados como causa de falla, para tomar acciones que permitan al equipo regresar a las condiciones establecidas que le permitan desempeñarse adecuadamente por más tiempo.

3.7 calidad

La palabra calidad tiene múltiples significados, La calidad de un producto o servicio es la percepción que el cliente tiene del mismo, es una fijación mental del consumidor que asume conformidad con dicho producto o servicio y la capacidad del mismo para satisfacer sus necesidades.

3.8 desempeño

Se define desempeño como aquellas acciones o comportamientos observados en los empleados que son relevantes para los objetivos de la organización, y que pueden ser medidos en términos de las competencias de cada individuo y su nivel de contribución a la empresa.

Algunos investigadores argumentan que la definición de desempeño debe ser completada con la descripción de lo que se espera de los empleados, además de una continua orientación hacia el desempeño efectivo.

3.8.1 Administración del desempeño

La Administración del desempeño, es definida como el proceso mediante el cual la compañía asegura que el empleado trabaja alineado con las metas de la organización, así como las prácticas a través de las cuales el trabajo es definido y revisado, las capacidades son desarrolladas y las recompensas son distribuidas en las organizaciones.

Cabe señalar que la administración del desempeño es una de las prácticas de administración más ampliamente desarrolladas, sin embargo aún continúa siendo una fuente de frustración para los administradores.

Si bien diferentes estudios sobre indicadores de productividad y financieros han demostrado que en las compañías en las que se implementan sistemas de administración del desempeño, los empleados han obtenido mejores resultados, que en las que no fueron utilizadas; los administradores deben ser conscientes de que cualquier falla de las organizaciones en adoptar una efectiva administración del desempeño es costosa, en términos de pérdida de oportunidades, actividades no enfocadas, pérdida de motivación y moral.

Recientemente se ha descubierto que toda Administración del desempeño es un ciclo dinámico, que evoluciona hacia la mejora de la compañía como un ente integrado

Como todo ciclo consta de etapas:

- a) Conceptualización
- b) Desarrollo
- c) Implementación
- d) Retroalimentación
- e) Evaluación

3.8.2 Conceptualización

Es la fase en la que la empresa identifica el mejor rendimiento al cual desea dirigirse. Por ejemplo, la empresa puede dirigir el desempeño con un sistema integrado de administración o enfocarse en un área específica. Una vez que ya se ha identificado hacia donde se quiere dirigir, se debe detallar el significado del mejor desempeño de manera comprensible, exhaustiva y lo más específica posible.

Posteriormente se debe explicar a los empleados como el desempeño de cada área se integra para mejorar el desempeño de la empresa. Teniendo esto delineado, la empresa puede identificar los indicadores de desempeño que servirán para medir cada área, y que permitirán monitorear a los empleados.

3.8.3 Desarrollo

Es la fase en que la compañía examina donde el rendimiento actual está variando en función a los niveles deseados, lo cual puede realizarse a través de un Sistema de Soporte Integrado del Desempeño (IPSS), que como su nombre lo indica integra en un solo sistema todo lo que se

viene haciendo en la empresa para mejorar el desempeño, y requiere de la colaboración de todo el personal de la empresa.

En grandes compañías es especialmente crítico porque incluye a todas las áreas de la empresa y a muchas diferentes personas. Sin un sistema integrado, todos los esfuerzos que se realicen serían descoordinados, confusos e ineficientes para lograr mejorar el desempeño.

3.8.4 Implementación

En la forma tradicional se realizaba mediante mecanismos informales de monitoreo del desempeño actual, seguido de sesiones de entrenamiento, revisiones periódicas del desempeño, entre otras; sin permitir al empleado tomar control de su propio desarrollo del desempeño.

Sin embargo un IPSS, le da al empleado directo control sobre su propia planeación de desarrollo del desempeño, pues después de todo ellos son los más interesados en desarrollar sus habilidades para alcanzar una promoción.

El IPSS está diseñado para permitir a los empleados tener información al alcance de su mano usando la tecnología, por ejemplo permite a los empleados consultar su actual nivel de habilidades de desempeño y determinar una estrategia de largo plazo para mejorarlas.

Una cuestión crítica en la fase de implementación de un IPSS es asumir que el IPSS ha sido orientado al mejor desempeño identificado en la primera etapa.

3.8.5 Retroalimentación

Es importante durante todo el proceso y también después de la evaluación para que el empleado sepa cual son los puntos que debe reforzar para mejorar su desempeño, en miras de mejorar el desempeño integral de la compañía.

3.8.6 Evaluación

En esta etapa se utilizan las medidas de desempeño para monitorear los indicadores específicos de desempeño en todas las competencias y determinar cómo se están respondiendo los objetivos. Es necesario que el sistema de medidas de desempeño esté construido de tal manera que permita integrar todos los indicadores de desempeño para examinar el desempeño de los empleados y compararlo con el delineado en la primera fase.

3.9 Mantenimiento Productivo Total (TPM)

El TPM se orienta a crear un sistema corporativo que maximiza la eficiencia de todo el sistema productivo, estableciendo un sistema que previene las pérdidas en todas las operaciones de la empresa. Esto incluye “cero accidentes, cero defectos y cero fallos” en todo el ciclo de vida del sistema productivo. Se aplica en todos los sectores, incluyendo producción, desarrollo y departamentos administrativos.

Se apoya en la participación de todos los integrantes de la empresa, desde la alta dirección hasta los niveles operativos. La obtención de cero pérdidas se logra a través del trabajo de pequeños equipos.

El TPM permite diferenciar una organización en relación a su competencia debido al impacto en la reducción de los costos, mejora de los tiempos de respuesta, fiabilidad de suministros, el conocimiento que poseen las personas y la calidad de los productos y servicios finales.

TPM busca:

- a) Maximizar la eficacia del equipo.
- b) Desarrollar un sistema de mantenimiento productivo por toda la vida del equipo.

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACION DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)
COMO HERRAMIENTA DE MEJORA CONTINUA Y OPTIMIZACION DE PROCESOS.**

- c) Involucrar a todos los departamentos que planean, diseñan, usan, o mantienen equipo, en la implementación de TPM.
- d) Activamente involucrar a todos los empleados, desde la alta dirección hasta los trabajadores de piso.
- e) Promover el TPM a través de motivación con actividades autónomas de pequeños grupos.
- f) Cero accidentes.
- g) Cero defectos.
- h) Cero averías.

El TPM implica la participación de TODOS, pero no a todos le cambia la vida como al operario, en niveles avanzados del TPM, el operario se vuelve responsable de la disponibilidad de los medios de producción.

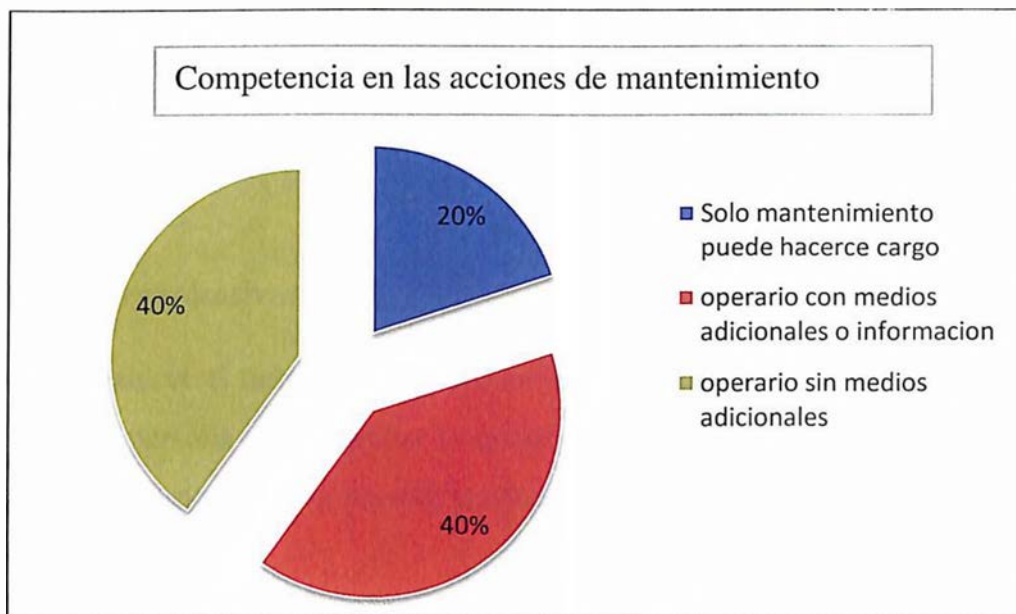
Esto quiere decir que se espera de él:

- que realice operaciones básicas de mantenimiento preventivo.
- que sea capaz de resolver averías sencillas en los equipos (mantenimiento correctivo básico)
- que lleve a cabo una continua inspección de los equipos para predecir futuros problemas (apoyo al mantenimiento predictivo)

PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACION DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) COMO HERRAMIENTA DE MEJORA CONTINUA Y OPTIMIZACION DE PROCESOS.

Se espera por tanto que el operario lleve a cabo funciones adicionales a las propias de la producción. Esto tiene sentido por la habilidad que le confiere el contacto continuo con las máquinas; y por otra parte porque realmente “es capaz de hacerlo”.

Podemos considerar que, en la mayoría de los casos, más de la mitad de las operaciones que habitualmente realiza el personal de Mantenimiento puede realizarlas el propio operario. Algunas de ellas sin ni siquiera formación adicional, otras requieren formación y a veces también herramientas específicas.



Gráfica 1: Acciones correspondientes a mantenimiento y operarios.

Luego el papel de Mantenimiento es importante a la hora de definir qué tipo de operaciones son trasladables al personal de Producción y en qué condiciones. La idea es aprovechar la capacidad extra obtenida para especializar al personal de Mantenimiento, de modo que se pueda reducir la dependencia de personal exterior. Es decir, de modo que haya un mayor conocimiento interno de los equipos.

3.9.1 Objetivos Del TPM

3.9.1.1 Objetivos estratégicos

El proceso TPM ayuda a construir capacidades competitivas desde las operaciones de la empresa, gracias a su contribución a la mejora de la efectividad de los sistemas productivos, flexibilidad y capacidad de respuesta, reducción de costos operativos y conservación del "conocimiento" industrial.

3.9.1.2 Objetivos operativos

El TPM tiene como propósito en las acciones cotidianas que los equipos operen sin averías y fallos, eliminar toda clase de pérdidas, mejorar la fiabilidad de los equipos y emplear verdaderamente la capacidad industrial instalada.

3.9.1.3 Objetivos organizativos

El TPM busca fortalecer el trabajo en equipo, incremento en la moral en el trabajador, crear un espacio donde cada persona pueda aportar lo mejor de sí, todo esto, con el propósito de hacer del sitio de trabajo un entorno creativo, seguro, productivo y donde trabajar sea realmente grato.

3.9.2 Características Del TPM

- a) Acciones de mantenimiento en todas las etapas del ciclo de vida del equipo.
- b) Amplia participación de todas las personas de la organización.
- c) Es observado como una estrategia global de empresa, en lugar de un sistema para mantener equipos.

PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACION DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) COMO HERRAMIENTA DE MEJORA CONTINUA Y OPTIMIZACION DE PROCESOS.

- d) Orientado a mejorar la Efectividad Global de las operaciones, en lugar de prestar atención a mantener los equipos funcionando.
- e) Intervención significativa del personal involucrado en la operación y producción en el cuidado y conservación de los equipos y recursos físicos.
- f) Procesos de mantenimiento fundamentados en la utilización profunda del conocimiento que el personal posee sobre los procesos.

3.9.3 Beneficios del TPM

3.9.3.1 Organizativos

- Mejora de calidad del ambiente de trabajo.
- Mejor control de las operaciones.
- Incremento de la moral del empleado.
- Creación de una cultura de responsabilidad, disciplina y respeto por las normas.
- Aprendizaje Permanente.
- Creación de un ambiente donde la participación, colaboración y creatividad sea una realidad.
- Dimensionamiento adecuado de las plantillas de personal.
- Redes de comunicación eficaces.

3.9.3.2 Seguridad

- Mejorar las condiciones ambientales.
- Cultura de prevención de eventos negativos para la salud.
- Incremento de la capacidad de identificación de problemas potenciales y de búsqueda de acciones correctivas.
- Entender el por qué de ciertas normas, en lugar de cómo hacerlo.
- Prevención y eliminación de causas potenciales de accidentes.
- Eliminar radicalmente las fuentes de contaminación y polución.

3.9.3.3 Productividad

- Eliminar pérdidas que afectan la productividad de las plantas.
- Mejora de la fiabilidad y disponibilidad de los equipos.
- Reducción de los costos de mantenimiento.
- Mejora de la calidad del producto final.
- Menor costo financiero por cambios.
- Mejora de la tecnología de la empresa.

- Aumento de la capacidad de respuesta a los movimientos del mercado.
- Crear capacidades competitivas desde la fábrica.

3.9.4 Pilares Del TPM

Los pilares o procesos fundamentales del TPM sirven de apoyo para la construcción de un sistema de producción ordenado.

Se implantan siguiendo una metodología disciplinada, potente y efectiva. Los pilares considerados como necesarios para el desarrollo del TPM en una organización son los que se indican a continuación:

Los ocho pilares de TPM:

3.9.4.1 Pilar 1: Mejoras Enfocadas (Kaizen)

Consta en llegar a los problemas desde la raíz y con previa planificación para saber cuál es la meta y en cuanto tiempo se logra.

El pilar del TPM de Mejoras Enfocadas aporta metodologías para llegar a la raíz de los problemas, permitiendo identificar el factor a mejorar, definirlo como meta y estimar el tiempo para lograrlo, de igual manera, posibilita conservar y transferir el conocimiento adquirido durante la ejecución de acciones de mejora.

Estas actividades están dirigidas a mejorar gran variedad de elementos, como un proceso, un procedimiento, un equipo o componentes específicos de algún equipo; detectando acertadamente la pérdida y ejecutando un plan de acción para su eliminación.

3.9.4.2 Pilar 2: Mantenimiento Autónomo

Está enfocado al operario ya que es el que más interactúa con el equipo, propone alargar la vida útil de la maquina o línea de producción.

El Mantenimiento Autónomo está enfocado por un conjunto de actividades que se realizan diariamente por todos los trabajadores en los equipos que operan, incluyendo inspección, lubricación, limpieza, intervenciones menores, cambio de herramientas y piezas, estudiando posibles mejoras, analizando y solucionando problemas del equipo y acciones que conduzcan a mantener el equipo en las mejores condiciones de funcionamiento.

Estas actividades se deben realizar siguiendo estándares previamente preparados con la colaboración de los propios operarios. Los operarios deben ser entrenados y deben contar con los conocimientos necesarios para dominar el equipo que opera.

El mantenimiento autónomo puede prevenir: Contaminación por agentes externos Rupturas de ciertas piezas Desplazamientos Errores en la manipulación.

Los objetivos fundamentales del mantenimiento autónomo son:

- Emplear el equipo como instrumento para el aprendizaje y adquisición de conocimiento.
- Desarrollar nuevas habilidades para el análisis de problemas y creación de un nuevo pensamiento sobre el trabajo.
- Evitar el deterioro del equipo, mediante una operación correcta y verificación permanente de acuerdo a los estándares
- Mejorar el funcionamiento del equipo con el aporte creativo del operador.
- Construir y mantener las condiciones necesarias para que el equipo funcione sin averías y rendimiento óptimo.

3.9.4.3 Pilar 3 Mantenimiento planeado

Su principal eje de acción es el entender la situación que se está presentando en el proceso o en la máquina teniendo en cuenta un equilibrio costo-beneficio.

El mantenimiento planeado constituye en un conjunto sistemático de actividades programadas a los efectos de acercar progresivamente la planta productiva a los objetivos de: cero averías, cero defectos, cero despilfarros, cero accidentes y cero contaminaciones. Este conjunto de labores serán ejecutadas por personal especializado en mantenimiento.

Los principales objetivos del mantenimiento planeado son: Reducir el coste de mantenimiento Reducción espera de trabajos Eliminar radicalmente los fallos.

El mantenimiento planificado que se practica en numerosas empresas presenta entre otras las siguientes limitaciones:

- No se dispone de información histórica necesaria para establecer el tiempo más adecuado para realizar las acciones de mantenimiento preventivo. Los tiempos son establecidos de acuerdo a la experiencia, recomendaciones de fabricante y otros criterios con poco fundamento técnico y sin el apoyo en datos e información histórica sobre el comportamiento pasado.
- Se aprovecha la parada de un equipo para "hacer todo lo necesario en la máquina" ya que la tenemos disponible.
- Se aplican planes de mantenimiento preventivo a equipos que poseen un alto deterioro acumulado. Este deterioro afecta la dispersión de la distribución (estadística) de fallos, imposibilitando la identificación de un comportamiento regular del fallo y con el que se debería establecer el plan de mantenimiento preventivo.

- A los equipos y sistemas se les da un tratamiento similar desde el punto de vista de la definición de las rutinas de preventivo, sin importar su criticidad, riesgo, efecto en la calidad, grado de dificultad para conseguir el recambio o repuesto, etc.
- Es poco frecuente que los departamentos de mantenimiento cuenten con estándares especializados para la realización de su trabajo técnico. La práctica habitual consiste en imprimir la orden de trabajo con algunas asignaciones que no indican el detalle del tipo de acción a realizar.
- El trabajo de mantenimiento planificado no incluye acciones Kaizen para la mejora de los métodos de trabajo. No se incluyen acciones que permitan mejorar la capacidad técnica y mejora de la fiabilidad del trabajo de mantenimiento, como tampoco es frecuente observar el desarrollo de planes para eliminar la necesidad de acciones de mantenimiento. Esta también debe ser considerada como una actividad de mantenimiento preventivo.

3.9.4.4 Pilar 4 Control inicial

Consta básicamente en implementar lo aprendido en las máquinas y procesos nuevos.

Desde este pilar se pretende reducir el deterioro de los equipos actuales y mejorar los costos de su mantenimiento, así como incluir los equipos en proceso de adquisición para que su mantenimiento sea el mínimo.

Se pretende con este pilar, asegurar que los equipos de producción a emplear sean: Fiables Fáciles de mantener Fáciles de operar Seguros Lograr un arranque vertical (arranque rápido, libre de problemas correcto desde el principio)

3.9.4.5 Pilar 5 Mantenimiento de la calidad

Es una estrategia de mantenimiento que tiene como propósito establecer las condiciones del equipo en un punto donde el "cero defectos" es factible. Las acciones del MC buscan verificar y medir las condiciones "cero defectos" regularmente, con el objeto de facilitar la operación de los equipos en la situación donde no se generen defectos de calidad.

El Mantenimiento de Calidad se basa en:

Realizar acciones de mantenimiento orientadas al cuidado del equipo para que este no genere defectos de calidad Prevenir defectos de calidad certificando que la maquinaria cumple las condiciones para "cero defectos" y que estas se encuentra dentro de los estándares técnicos.

Observar las variaciones de las características de los equipos para prevenir defectos y tomar acciones adelantándose a las situaciones de anormalidad potencial. Realizar estudios de ingeniería del equipo para identificar los elementos del equipo que tienen una alta incidencia en las características de calidad del producto final, realizar el control de estos elementos de la máquina e intervenir estos elementos.

3.9.4.6 Pilar 6 Entrenamiento

Correcta instrucción de los empleados relacionada con los procesos en los que trabaja cada uno. El objetivo principal en este pilar es aumentar las capacidades y habilidades de todo el personal, dando instrucciones de las diferentes actividades de la empresa y como se hacen.

Algunas ventajas que se obtienen son: Formar personal competente en equipos y en la mejora continua de su área de responsabilidad. Estimular el autodesarrollo del personal. Desarrollar recursos humanos que puedan satisfacer las necesidades de trabajo futuras. Estimular la formación sistemática del personal.

3.9.4.7 Pilar 7 Mantenimiento en Áreas Administrativas

Es llevar toda la política de mejoramiento y manejo administrativo a las oficinas (papelerías, órdenes, etc.).

Su objetivo es lograr que las mejoras lleguen a la gerencia de los departamentos administrativos y actividades de soporte y que no solo sean actividades en la planta de producción. Estas mejoras buscan un fortalecimiento de estas áreas, al lograr un equilibrio entre las actividades primarias de la cadena de valor y las actividades de soporte.

3.9.4.8 Seguridad y medio ambiente

Trata las políticas medioambientales y de seguridad regidas por el gobierno.

La seguridad y el medio ambiente se enfocan en buscar que el ambiente de trabajo sea confortable y seguro, muchas veces ocurre que la contaminación en el ambiente de trabajo es producto del mal funcionamiento del equipo, así como muchos de los accidentes son ocasionados por la mala distribución de los equipos y herramientas en el área de trabajo. Los principales objetivos son: cero accidentes y cero contaminaciones.

3.9.5 OEE-Efectividad Global Del Equipo (Overall Equipment Effectiveness)

Esta medida evalúa el rendimiento del equipo mientras está en funcionamiento. La OEE está fuertemente relacionada con el estado de conservación y productividad del equipo mientras está funcionando. Este indicador muestra las pérdidas reales de los equipos medidas en tiempo.

Este indicador posiblemente es el más importante para conocer el grado de competitividad de una planta industrial.

PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACION DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)
COMO HERRAMIENTA DE MEJORA CONTINUA Y OPTIMIZACION DE PROCESOS.

Cabe recalcar que estos indicadores se manejan de forma diaria, por lo que los datos de paros planeados y los paros no programados varían con los utilizados en el AE y está compuesto por los siguientes tres factores:

- **Disponibilidad:** Mide las pérdidas de disponibilidad de los equipos debido a paros no programados.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo operativo}}{\text{Tiempo neto disponible}}$$

En donde:

Tiempo neto disponible = Tiempo extra + Tiempo total programado + Tiempo de paro permitido

Tiempo operativo = Tiempo neto disponible – Tiempo de paros de línea

- **Eficiencia:** Mide las pérdidas por rendimiento causadas por el mal funcionamiento del equipo, no funcionamiento a la velocidad y rendimiento original determinada por el fabricante del equipo o diseño.

$$\text{Eficiencia} = \frac{(\text{Tiempo tacto})(\text{Piezas producidas})}{\text{Tiempo operativo}}$$

En donde:

$$\text{Tiempo Tacto} = \frac{\text{Tiempo neto total diario}}{\text{Demanda total diaria}}$$

PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACION DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) COMO HERRAMIENTA DE MEJORA CONTINUA Y OPTIMIZACION DE PROCESOS.

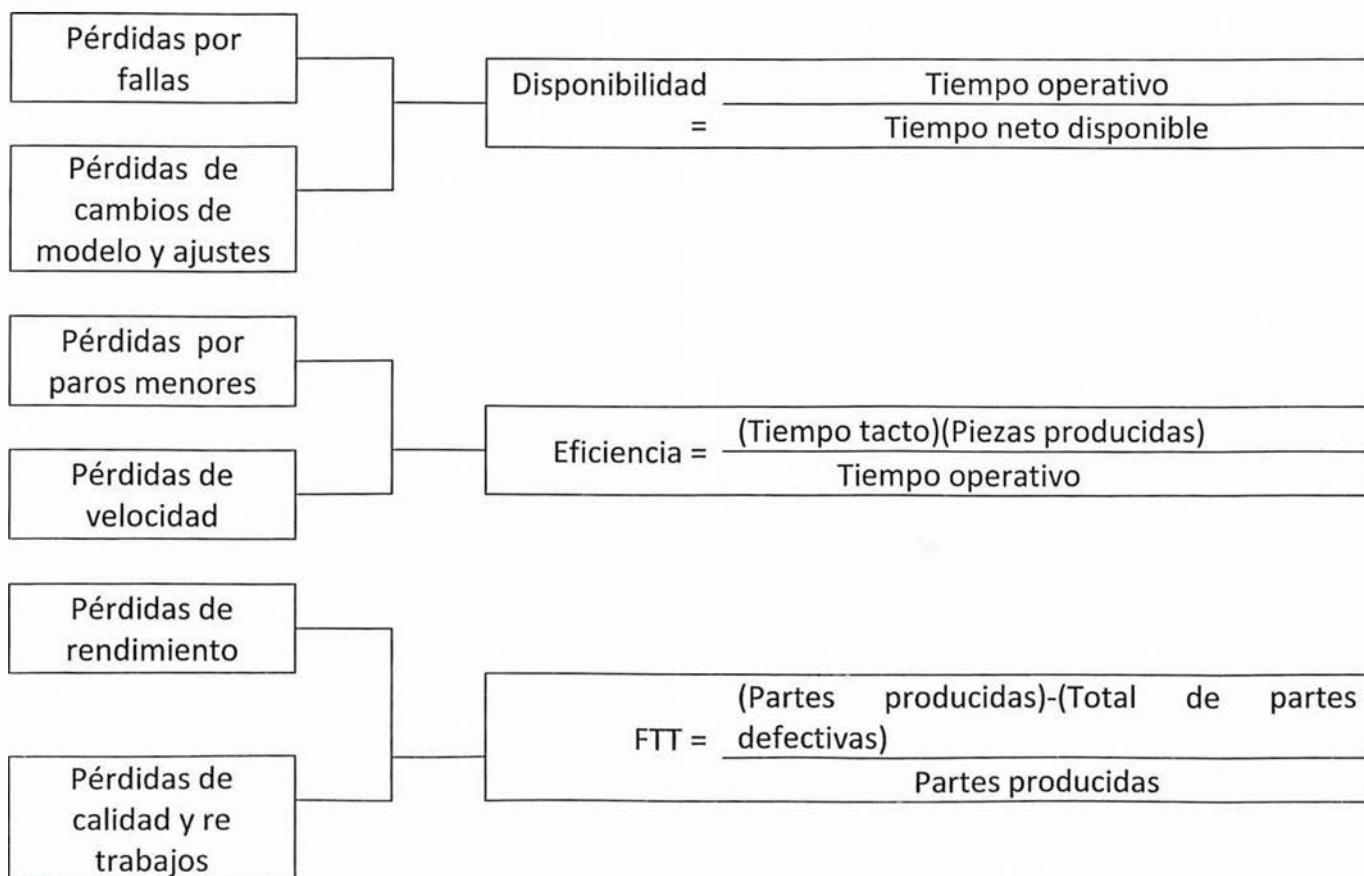
- **Calidad a la primera (FTT):** Estas pérdidas por calidad representan el tiempo utilizado para producir productos que son defectuosos o tienen problemas de calidad. Este tiempo se pierde, ya que el producto se debe destruir o re-procesar. Si todos los productos son perfectos, no se producen estas pérdidas de tiempo del funcionamiento del equipo.

$$FTT = \frac{(Partes\ producidas) - (Total\ de\ partes\ defectivas)}{Partes\ producidas}$$

En donde:

Total de partes defectivas = Piezas defectuosas + re trabajos o recuperaciones

El cálculo de la OEE se obtiene multiplicando los anteriores tres términos expresados en porcentaje.



Cuadro1: Indicadores de TPM

3.9.6 Importancia Del OEE

Este indicador responde elásticamente a las acciones realizadas tanto de mantenimiento autónomo, como de otros pilares TPM. Una buena medida inicial de OEE ayuda a identificar las áreas críticas donde se podría iniciar una experiencia piloto TPM.

Sirve para justificar a la alta dirección sobre la necesidad de ofrecer el apoyo de recursos necesarios para el proyecto y para controlar el grado de contribución de las mejoras logradas en la planta.

Las cifras que componen la OEE nos ayudan a orientar el tipo de acciones TPM y la clase de instrumentos que debemos utilizar para el estudio de los problemas y fenómenos. La OEE sirve para construir índices comparativos entre plantas (benchmarking) para equipos similares o diferentes.

En aquellas líneas de producción complejas se debe calcular la OEE para los equipos, ya que, esta información será útil para definir en el tipo de equipo en el que hay que incidir con mayor prioridad con acciones TPM.

3.10 Lean manufacturing

Es una metodología de trabajo simple, profunda y efectiva que tiene su origen en Japón, enfocada a incrementar la eficiencia productiva en todos los procesos a partir de que se implanta la filosofía de gestión Kaizen de mejora continua en tiempo, espacio, desperdicios, inventario y defectos involucrando al trabajador y generando en él, un sentido de pertenencia al poder participar en el proceso de proponer sus ideas de cómo hacer las cosas mejor.

Los principios clave de lean manufacturing son:

- Calidad perfecta a la primera: búsqueda de cero defectos, detección y solución de los problemas en su origen.
- Minimización del despilfarro: eliminación de todas las actividades que no son de valor añadido y redes de seguridad, optimización del uso de los recursos escasos (capital, gente y espacio)
- Mejora continua: reducción de costes, mejora de la calidad, aumento de la productividad y compartir la información.
- Procesos "pull": los productos son tirados (en el sentido de solicitados) por el cliente final, no empujados por el final de la producción.
- Flexibilidad: producir rápidamente diferentes mezclas de gran variedad de productos, sin sacrificar la eficiencia debido a volúmenes menores de producción.
- Construcción y mantenimiento de una relación a largo plazo con los proveedores tomando acuerdos para compartir el riesgo, los costes y la información.

Lean manufacturing proporciona a las compañías herramientas para sobrevivir en un mercado global que exige calidad más alta, entrega más rápida a más bajo precio y en la cantidad requerida.

- Reduce la cadena de desperdicios dramáticamente.
- Reduce el inventario y el espacio en el piso de producción.

PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACION DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) COMO HERRAMIENTA DE MEJORA CONTINUA Y OPTIMIZACION DE PROCESOS.

- Crea sistemas de producción más robustos.
- Genera sistemas de entrega de materiales apropiados.
- Mejora las distribuciones de planta para aumentar la flexibilidad.

Algunos de los beneficios que genera son:

- Reducción en costos de producción.
- Reducción de inventarios.
- Reducción del tiempo de entrega (lead time)
- Mejor Calidad
- Menos mano de obra
- Mayor eficiencia de equipo
- Disminución de los desperdicios
- Sobreproducción
- Tiempo de espera (los retrasos)
- Transporte
- El proceso
- Inventarios
- Movimientos
- Mala calidad

3.11 5S

El método de las 5S, así denominado por la primera letra del nombre que en japonés designa cada una de sus cinco etapas, es una técnica de gestión japonesa basada en cinco principios simples. 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 conseguir una mayor productividad y un mejor entorno laboral.

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.

La integración de las 5S satisface múltiples objetivos. Cada 'S' tiene un objetivo particular:

Clasificación (seiri): Es la primera de las cinco fases. Consiste en identificar los elementos que son necesarios en el área de trabajo, separarlos de los innecesarios y desprenderse de estos últimos, evitando que vuelvan a aparecer. Asimismo, se comprueba que se dispone de todo lo necesario.

Orden (seiton): Consiste en establecer el modo en que deben ubicarse e identificarse los materiales necesarios, de manera que sea fácil y rápido encontrarlos, utilizarlos y reponerlos.

Se pueden usar métodos de gestión visual para facilitar el orden, identificando los elementos y lugares del área. En esta etapa se pretende organizar el espacio de trabajo con objeto de evitar tanto las pérdidas de tiempo como de energía.

Limpieza (seisō): Una vez despejado y ordenado el espacio de trabajo, es mucho más fácil limpiarlo. Consiste en identificar y eliminar las fuentes de suciedad, y en realizar las acciones necesarias para que no vuelvan a aparecer, asegurando que todos los medios se encuentran siempre en perfecto estado operativo.

El incumplimiento de la limpieza puede tener muchas consecuencias, provocando incluso anomalías o el mal funcionamiento de la maquinaria.

Estandarización (seiketsu): Consiste en detectar situaciones irregulares o anómalas, mediante normas sencillas y visibles para todos.

Aunque las etapas previas de las **5S** pueden aplicarse únicamente de manera puntual, en esta etapa (*seiketsu*) se crean estándares que recuerdan que el orden y la limpieza deben mantenerse cada día. Para conseguir esto, las normas siguientes son de ayuda:

- Hacer evidentes las consignas «cantidades mínimas» e «identificación de zonas».
- Favorecer una gestión visual.
- Estandarizar los métodos operatorios.
- Formar al personal en los estándares.
- Metodología.
- Involucrar a todos los niveles de la organización.
- Diseñar un plan de acción a seguir, con reglas y lineamientos en acuerdo al orden y limpieza que debe de existir.
- Revisión constante por parte de los mandos (Gerentes).
- Métodos de gestión visual. Considerar colores formas e iluminación.
- Estandarización de los uniformes e higiene del personal.

Mantenimiento de la disciplina (shitsuke): Con esta etapa se pretende trabajar permanentemente de acuerdo con las normas establecidas, comprobando el seguimiento del sistema *5S* y elaborando acciones de mejora continua, cerrando el ciclo PDCA (Planificar, hacer, verificar y actuar) . Si esta etapa se aplica sin el rigor necesario, el sistema *5S* pierde su eficacia.

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACION DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)
COMO HERRAMIENTA DE MEJORA CONTINUA Y OPTIMIZACION DE PROCESOS.**

Establece un control riguroso de la aplicación del sistema. Tras realizar ese control, comparando los resultados obtenidos con los estándares y los objetivos establecidos, se documentan las conclusiones y, si es necesario, se modifican los procesos y los estándares para alcanzar los objetivos.

Mediante esta etapa se pretende obtener una comprobación continua y fiable de la aplicación del método de las 5S y el apoyo del personal implicado, sin olvidar que el método es un medio, no un fin en sí mismo.

3.12 Máquina para aplicar TPM (mantenimiento productivo total)

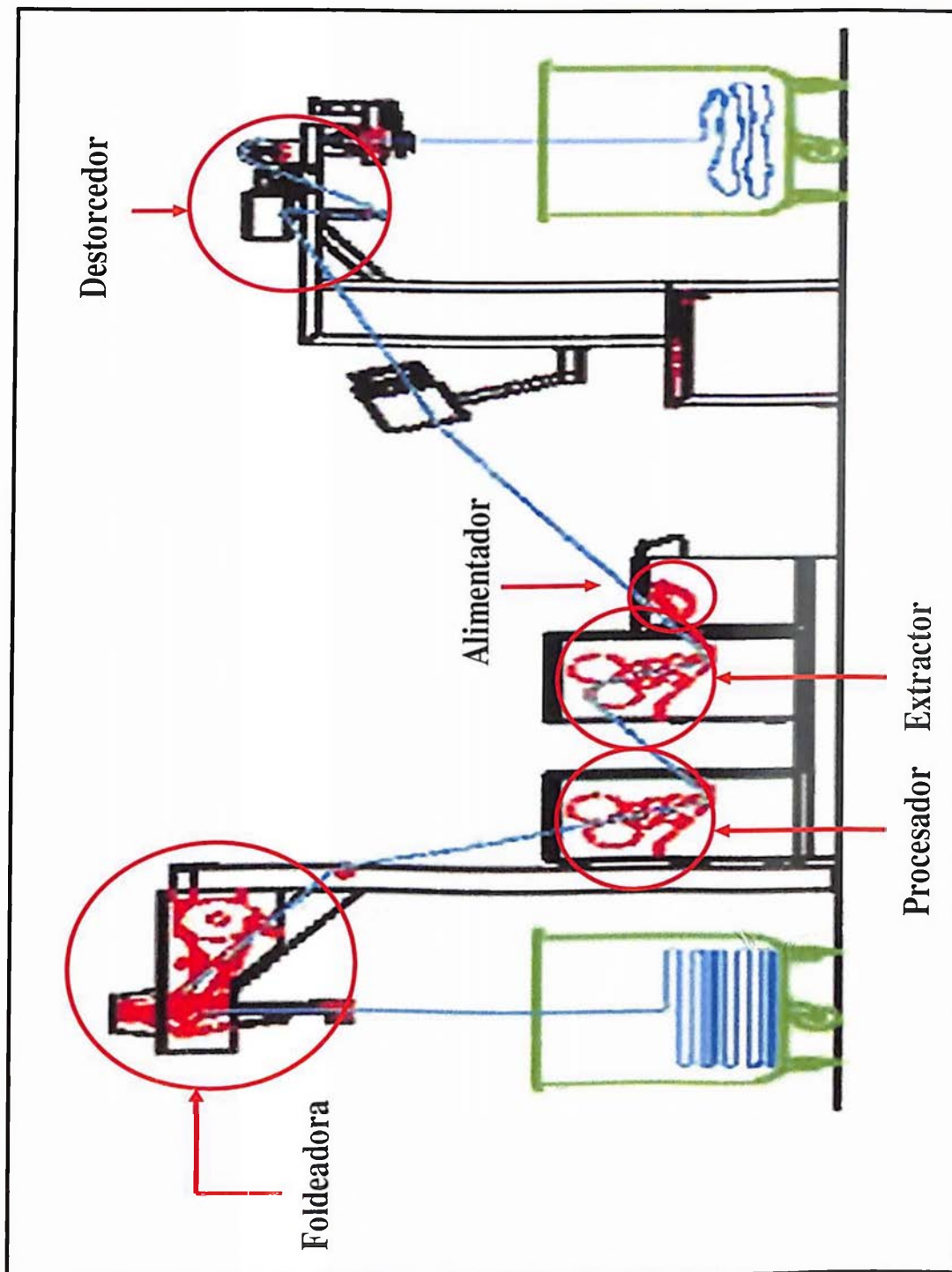


Figura 1. Partes principales de un Pad 08.

3.12.1 Reglas de Seguridad del Departamento de Acabado

Todos los empleados están obligados a usar equipo de protección personal (PPE) que figuran en la MSDS y JSA de sus puestos de trabajo o tarea que están realizando.

Todas las lesiones, enfermedades y / o incidentes de trabajo deben ser reportados inmediatamente al supervisor.

Los empleados nunca deben comenzar a operar el equipo o sin la formación apropiada y la autorización.

Zapatos, ropa, cabello y joyería debe ser adecuada para el trabajo y sus alrededores. Zapatos de tacón, zapatos de punta abierta, no están permitidos.

Comer y fumar está permitido sólo en áreas designadas en la propiedad de la empresa. Fumar y el uso de los productos del tabaco en torno a productos químicos o sustancias inflamables en áreas designadas está prohibido. Fumar y el uso de productos de tabaco en áreas designadas no está prohibido.

Todas las áreas se deben mantener libres y limpias para evitar resbalones, tropiezos y riesgos de caída. Equipo y materiales deben ser almacenados.

Radios de auriculares están estrictamente prohibidos y puede dar lugar a medidas correctivas.

3.12.2 Análisis de seguridad

El análisis de riesgo en la tarea es una ayuda visual que contiene los detalles de los peligros a los que se exponen los asociados al realizar su tarea; describiendo las acciones recomendadas y los equipos de protección personal que deben ser usados para minimizar la posibilidad de un accidente.

3.12.3 Proceso de suavizado

En este proceso se le extrae el agua a la tela y se le aplica suavizante. También se lleva la tela al ancho deseado para obtener en ancho requerido en las compactadoras. La tela se saca de un contenedor mojado y es nivelada para ponerla en otro contenedor y llevarla a la secadora.

Es muy importante que el entrenador explique de manera detenida las funciones de cada parte de la máquina.

3.12.4 Destorcedor

Su función es permitir que la tela entre derecha y en la posición correcta a la máquina. Al salir del bote, la tela pasa primero por el destorcedor. Luego pasa por encima del Rolo alimentador. Después, pasa entre el balancín.

Finalmente pasa al guía de tela y al torniquete, el cual dirige la mesa giratoria. Se debe revisar si el rolo de entrada tiene desgaste y se debe revisar visualmente la tensión del balancín.

3.11.5 Alimentador

Se encarga, como su nombre lo dice, de alimentar la máquina con la tela. La tela se abre y pasa alrededor de los Spreaders y los rodillos. El operador debe asegurarse de que la barra colocada sea la correcta.

Además, debe revisar los Spreaders y rodillos para asegurarse de que no haya imperfecciones y mal funcionamiento. Es necesario asegurar que los detectores de hoyos se encuentren en el lugar adecuado.

3.11.6 Extractor:

Se encarga quitar el exceso de agua a la tela y darle el ancho determinado, luego de pasar por los Spreaders, la tela pasa por debajo del rodillo inferior del extractor.

Después, pasa entre los rolos globadores, donde se le da el ancho adecuado. Por último pasa entre los rodillos principales del extractor, donde se exprime el exceso de agua y se da el ancho requerido a la tela.

3.11.7 Procesador

Se encarga de añadir el suavizante y darle el ancho final a la tela, la tela pasa por el balancín y hacia el área del suavizante. Luego pasa por debajo del rolo inferior del procesador. Por último, pasa entre los rolos globadores y hacia los rolos principales del procesador. Se debe de revisar visualmente la tensión del balancín.

3.118. Foldeadora

Permite que la tela caiga organizada y bien doblada en los botes, se debe tomar en cuenta la limpieza de los rolos de esta parte de la máquina.

3.12 Operación de la máquina

Sección Destorcedor

- Para iniciar el proceso se debe ubicar un bote la tela sobre de mesa giratoria.
- Tomar el extremo de la tela mojada que está en el bote e introducirlo en el anillo guía y entre el Torniquete.
- Pasar la tela sobre el rodillo.
- Halar suficiente material para pasar entre las barras de tensión.
- Poner el material sobre el guía y el torniquete.

Sección de Extractor:

- Poner el material sobre los Spreaders.
- Presionar el botón de JOG (marcha lenta) para pasar la tela sobre los Spreaders y en el recipiente de agua.
- Introducir la tela por debajo de la barra en el agua.
- Introducir la tela entre los rolos globadores y los dos rolos de exprimir.
- Pasar la tela a través del balancín que se encuentra entre el extractor y el procesador.

Sección de Proceso:

- Introducir la tela por debajo de la barra en el suavizante.
- Introducir la tela entre los rolos globadores y los dos rolos de exprimir.
- Colocar la tela debajo del balancín de salida.

Sección de Foldeadora:

- Introducir la tela sobre los rolos de guía del doblador.
- Introducir la tela en medio de la paleta de la foldeadora.

3.12.1 Pasos para operar la máquina:

- **Colocación de barra espaciadora:** Se debe seleccionar el ancho de la barra adecuado según el estilo de la tela y montarse en los orificios de los Spreaders.
- **Colocación de Spreaders:** Se deben montar los Spreaders en el Edge Drive y se procede a ajustar los Spreaders con los pedales. No se deben apretar los Spreaders demasiado.
- **Montar la tela en los Spreaders:** Se toman los dos bordes de la tela y se colocan por fuera de los Spreaders (se forran los Spreaders) y se ata el final de la hebra de tela al inicio de la hebra siguiente, luego se corre la maquina con el botón de avance lento JOG hasta que solo quede en la máquina la tela a entrar.
- **Seteo de ancho de tela en la máquina:** Se presiona en la máquina los botones RIGHT en caso de que se esté trabajando en el lado derecho de la máquina, y el botón LEFT en caso de que se esté trabajando en el lado izquierdo de la máquina. Luego con el teclado numérico se selecciona el ancho correspondiente según el estilo, luego de seleccionado el ancho se presiona el botón DONE.
- **Templar la tela en medio del extractor y el procesador:** Se presiona en la pantalla el botón extractor y se selecciona con el teclado numérico la presión necesaria, luego de esto se presiona el botón DONE.
- **Drenado de suavizante:** Se presiona el botón del suavizante requerido en el panel del extractor, luego se presiona el botón PROCESS CONTROL en la pantalla, se presiona el botón PROCESS DRAIN CLOSED, cuando se termine de drenar el suavizante se presiona el botón PRECESS DRAIN OPEN.

- **Montar contenedor:** Se debe tomar en cuenta la parte frontal del contenedor y centrarla en la parte frontal de la plataforma, de manera que el contenedor quede fijado.
- **Panty house:** Entrar la mano en la media y frotar todas las partes críticas de la maquina, ya sea cilindros anillos, etc. Véase hoja de inspección. En caso de encontrar imperfecciones, se debe tomar una lija y repararlas.

3.12.2 Mediciones de anchura

Medimos el ancho de la tela cuando sale de la máquina hacia la foldeadora para verificar que salga de acuerdo al ancho especificado en la Work Order. Este procedimiento debe realizarse cuatro veces en cada bote.

3.12.3 Prueba de 25''

Midiendo con la regla y utilizando un marcador, se hace una línea de 25 pulgadas a lo largo de la tela antes de entrar a la máquina. Luego se mide la misma línea cuando haya salido de la máquina. La segunda medida debe ser siempre menor que 25 pulgadas. La anchura puede bajar incluso hasta 23 pulgadas, pero nunca debe pasar de 25 pulgadas.

3.12.4 CPI

Este es un procedimiento que se realiza cortando con la tijera una parte de la tela después se revisa con la lupa de CPI cuando la tela sale de la máquina; y luego de ver que la que la prueba de 25'' haya sido satisfactoria, se debe contar el número de hilos que hay en una pulgada de tela.

Recordar siempre que el ancho de salida es una pulgada menos al ancho de acabado.

Manejo de desperdicios:

- El Group Leader de los PADS deberá recolectar todos los desperdicios de las pruebas de CPI para empaquetarlos y llevarlos al Group Leader de la secadora.

Consideraciones

- Debemos enviar los documentos del lote en el último bote.
- Siempre identificar las puntas de las telas con la información del lote (# de lote, estilo, size, número de Pad, CPI, número de contenedor).
- Siempre referirse al estándar por estilo para verificar el CPI requerido de la tela.
- Recordar que el ancho es una pulgada menos que el ancho de acabado.
- Asegurar siempre los detectores de hoyos debajo de los Spreaders.
- Cualquier oportunidad que tenga un lote con relación a la calidad, debe ser notificado inmediatamente al auditor de proceso.

CAPITULO IV
MARCO METODOLOGICO

Capítulo IV – Marco Metodológico

4.1 Primera parte: Diagnóstico de la situación actual

Al momento de decidir sobre cuales equipos de la planta de producción se iniciaría el proceso de TPM se tomaron en cuenta las siguientes variables:

- Proceso de la planta que estuviera en la actualidad presentando la mayor cantidad de oportunidades en cuanto a la calidad del producto.
- Proceso que puede convertirse en un cuello de botella para la producción.
- Maquinaria o equipo cuyo estado de mantenimiento es fundamental para el desempeño adecuado del proceso.
- Equipo que esté con una eficiencia baja.
- La cantidad de mantenimientos correctivos que se le aplicaba a la maquina.
- La cantidad de horas paradas de la máquina.

Al evaluar los diferentes procesos y maquinarias decidimos iniciar el proyecto de implementación en el Pad 008 (Maquinaria encargada de dar el nivel de suavidad requerido por el cliente al tejido) entendienddo que en este proceso se cumplían las variables anteriormente mencionadas.

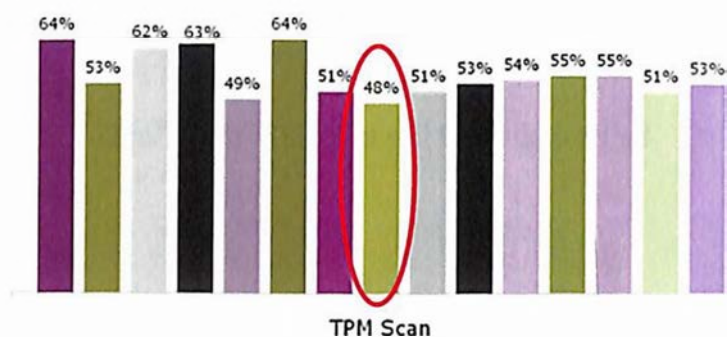
Luego de identificadas las variables se procede a analizar el problema, de manera que se identifiquen las horas paradas de la máquina, ya que, estas representan perdida para la empresa porque, mientras más tiempo se dure aplicándole mantenimiento correctivo, resulta más fácil que el producto tenga defectos de calidad a la hora de la producción, reducción de la eficiencia de la

producción, y la maquina no se utiliza de la manera más optima y a el operador se le pagan se le tienen que pagar esas horas.

El OEE de la maquina estaba en un 41% cuando el OEE mínimo requerido para el estándar de clase mundial es de un 85%. De aquí nace la necesidad de intervenir en esta máquina para poder tener una mayor eficiencia y disponibilidad de la máquina.

A continuación presentamos un desglose de las condiciones encontradas en la maquinaria seleccionada antes de aplicar el TPM.

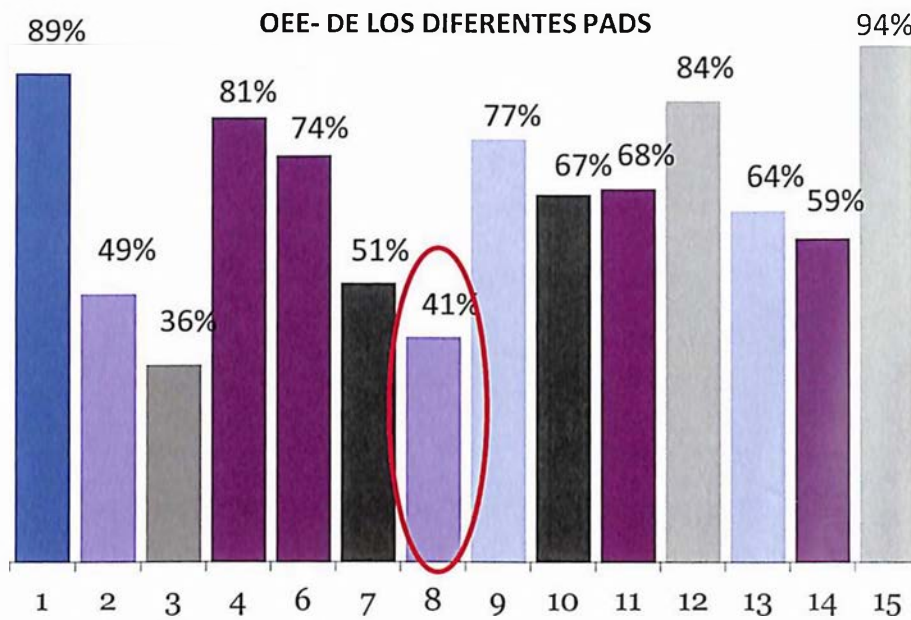
Situación Actual - Pads



Gráfica 2: TPM SCAN DE LOS PAD

Como podemos ver en el gráfico 2, el resultado encontrado en el equipo seleccionado es de un 48% de TPM scan lo cual refleja las condiciones iniciales de la maquinaria en cuanto a las variables mecánicas, eléctricas, hidráulicas y el cuerpo principal de la misma, incluyendo condiciones de limpieza, este 48% de TPM SCAN se puede traducir en altos tiempos de paradas por mantenimientos correctivos.

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACION DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)
COMO HERRAMIENTA DE MEJORA CONTINUA Y OPTIMIZACION DE PROCESOS.**



Grafica 3: Indicador del OEE de los Pad.

Adicionalmente pudimos calcular el OEE de la máquina cuyo resultado fue de un 41 % tomando en cuenta que esta métrica evalúa los índices de calidad, efectividad y tiempos muertos de la máquina. Se decidió aplicar TPM en esta maquinaria por el impacto que tendría en la mejora circunstancial en las tres métricas antes mencionadas.

4.1.1 Evidencia de la situación de la máquina tomada antes de implementar TPM

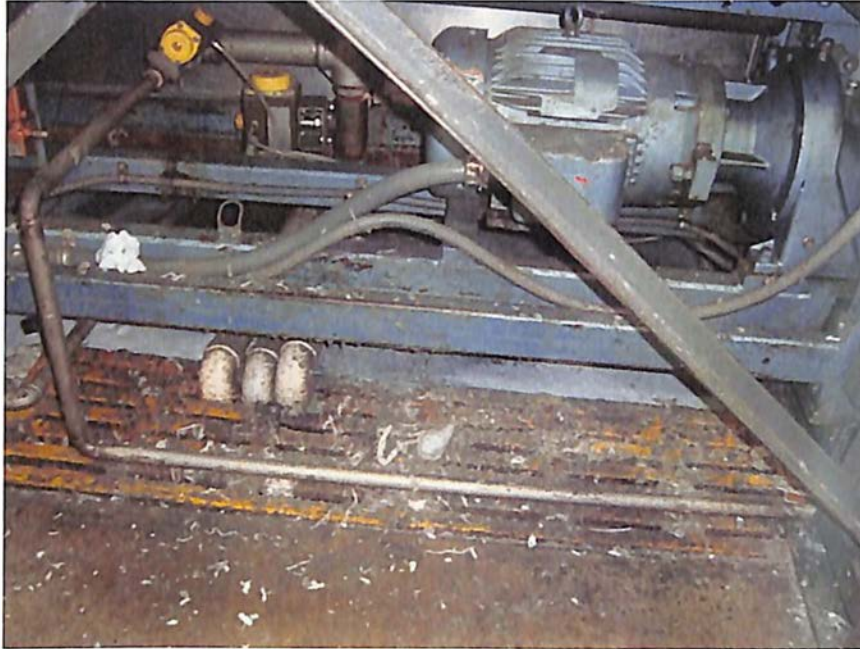


Figura 2: Contaminación en las partes internas de la máquina



Figura 3: Canaletas de desagüe contaminadas y obstruidas.

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACION DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)
COMO HERRAMIENTA DE MEJORA CONTINUA Y OPTIMIZACION DE PROCESOS.**



Figura 4: Sistema de drenaje averiado.



Figura 5: Liqueo de aceite.

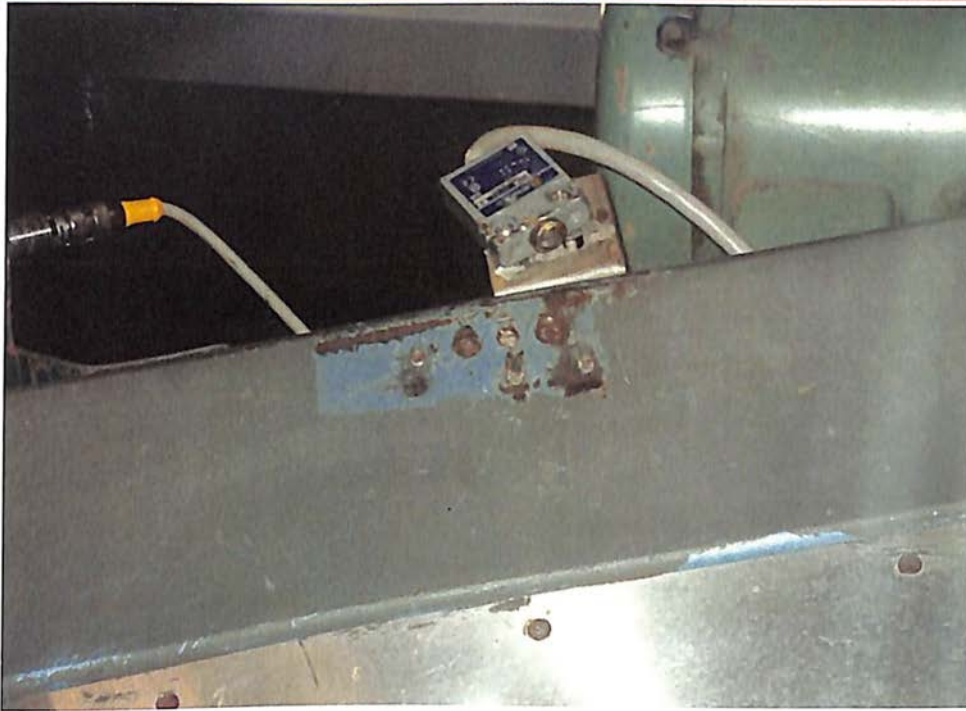


Figura 6: Sensor desconectado



Figura 7: Covertor sin tornillos.



Figura8: Base de plato giratorio en mal estado.



Figura 9: Rolo del balancín de salida contaminado

PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACION DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) COMO HERRAMIENTA DE MEJORA CONTINUA Y OPTIMIZACION DE PROCESOS.

Cabe destacar como parte positiva dentro del análisis de la situación actual, que la empresa ya cuenta con un sistema de mantenimiento preventivo, el cual, mediante un software especializado llamado PMC, determina a cuáles equipos o maquinarias corresponde, realizar mantenimiento de prevención de fallos.

El período estipulado es de 45 días con un rango de tolerancia de +/- 7 días. Luego de verificar y asegurarnos de que este sistema se estuviera llevando a cabo correctamente, determinamos enfocar nuestros esfuerzos en los demás pilares que aún no se encontraban desarrollados.

Manteniendo lo alcanzado con este hasta el momento y complementándolo con las iniciativas de TPM.

Se realizó un diagrama de causa y efecto para así identificar la causa raíz, así como también pruebas visuales, como imágenes de las partes defectuosas y de las condiciones de la máquina.

En el diagrama de causa y efecto se encontró lo siguiente:

Mano de obra:

- 1) Capacitación
- 2) resistencia al cambio
- 3) comunicación
- 4) identificar fallas

Medio ambiente:

- 1) polvo
- 2) humedad
- 3) Temperatura

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACION DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)
COMO HERRAMIENTA DE MEJORA CONTINUA Y OPTIMIZACION DE PROCESOS.**

Material:

- 1) Exceso de suavizante
- 2) Manchas en la tela
- 3) Machas del suavizante
- 4) Expuesto a contaminación

Maquina:

- | | |
|--------------------------------------|--|
| 1) Reemplazo de sensor | 11) Torno de mesa defectuoso |
| 2) Reemplazo de piñón de motor | 12) Tarjeta de comunicación defectuosa |
| 3) Chumacera dañada | 13) Ajuste de foldeadora |
| 4) Reemplazo de anillo de rodamiento | 14) Corrección falla en pedales |
| 5) Reemplazo de kit de rodamiento | 15) Reemplazo de rolo |
| 6) Corrección de falla eléctrica | 16) Ajuste de presión de los rolos |
| 7) Chequeo de mesa giratoria | 17) Ajuste de foldeadora |
| 8) Correa rota | 18) Mesa defectuosa |
| 9) Corrección de escape de agua | |
| 10) Velcro gastado | |

PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACION DE TPM (MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL) COMO HERRAMIENTA DE MEJORA CONTINUA Y OPTIMIZACION DE PROCESOS.

Luego de esto se presenta el diagrama de causa y efecto para visualizar de manera grafica la causa raíz.

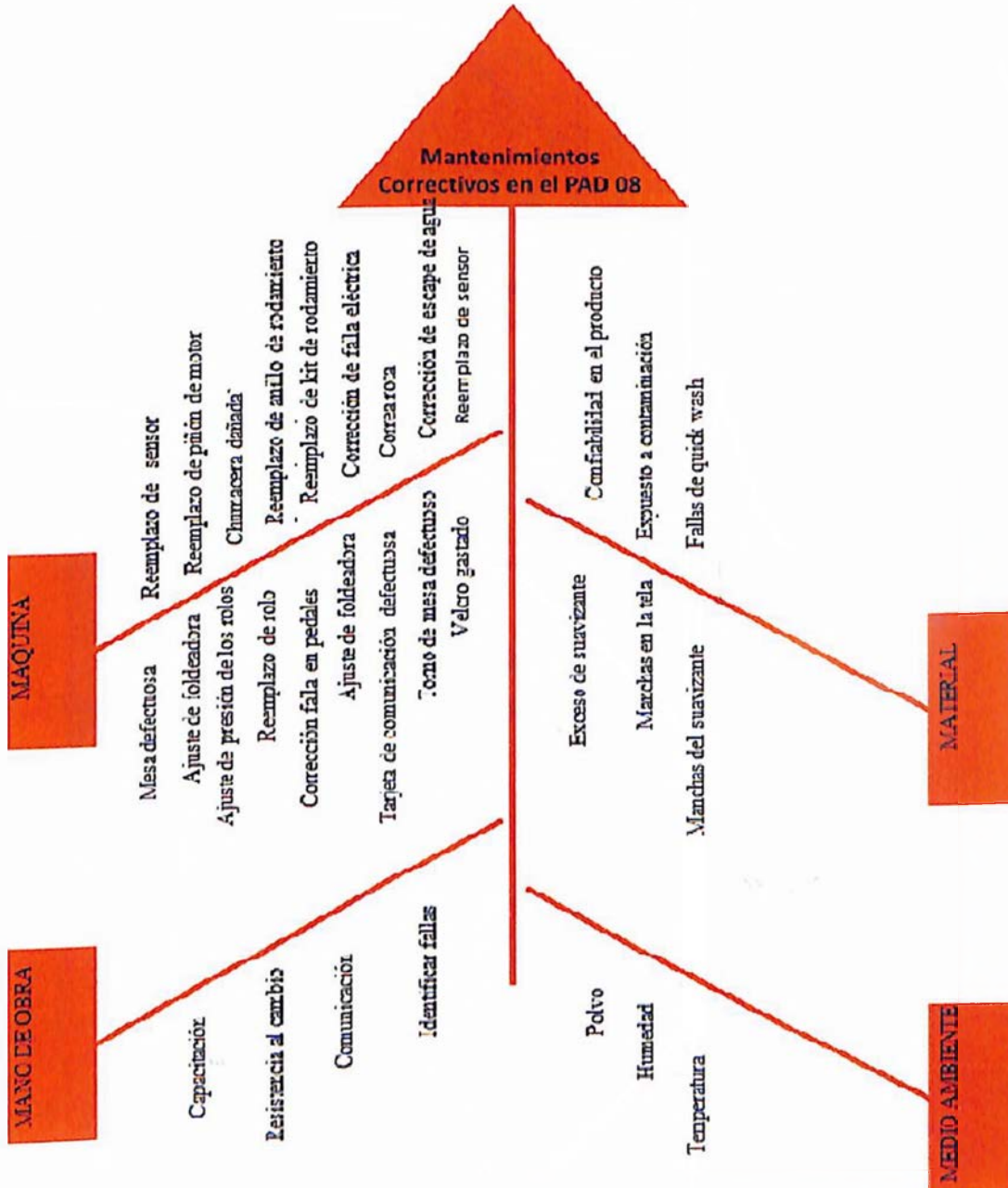
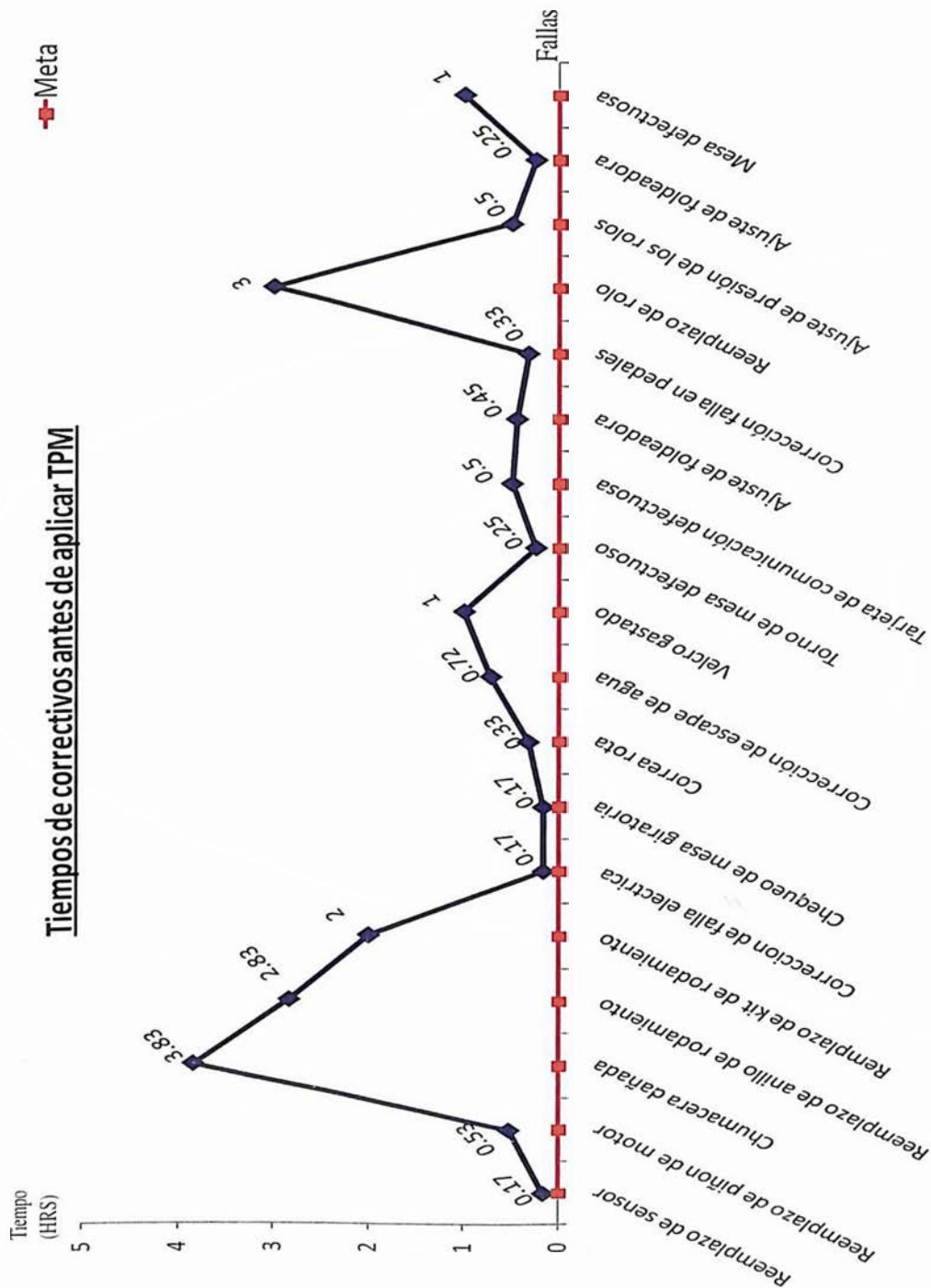


Diagrama 1: Diagrama de causa y efecto.

PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACION DE TPM (MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL) COMO HERRAMIENTA DE MEJORA CONTINUA Y OPTIMIZACION DE PROCESOS.

Luego de realizar este diagrama no damos cuenta de que la cantidad de mantenimientos correctivos que se le aplican a la maquina son excesivos, ya que, esto rompe la tendencia de el plan de mantenimiento preventivo, que es aplicar mantenimiento preventivo cada 45 días, con un rango de tolerancia de +/- 7 días.



Grafica 4: Tiempos de mantenimiento correctivo antes de TPM.

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACION DE TPM (MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL)
COMO HERRAMIENTA DE MEJORA CONTINUA Y OPTIMIZACION DE PROCESOS.**

En la siguiente gráfica se representa los correctivos aplicados a la maquina antes de la implementación de TPM, con un total de 18.03 horas paradas.

De igual forma es necesario buscar soluciones alternativas, ya que, se pronostica que la demanda del producto aumente y es de suma importancia que las máquinas estén en óptimas condiciones para así suplir los requerimientos del cliente.

La data de mantenimientos correctivos se corresponde a un período de dos meses antes de aplicar TPM al PAD 008.

Los mantenimientos correctivos que afectaron durante más tiempo a la maquina fueron los siguientes:

- Chumacera dañada, con una duración de 3.83 horas.
- Daño de anillo de rodamiento, con una duración de 2.83 horas.
- Daño de kit de rodamiento, con una duración de 2 horas.
- Daño de rolo, con una duración de 3 horas.
- Velcro gastado, con una duración de 1 horas.

Todo esto con un total de 12.66 horas paradas, solamente es estos cinco problemas, esto nos indica que debemos prestarle más atención a estas partes de la máquina, ya que, son las que más afectan en horas paradas.

Estas representan el 70.22% de las horas paradas en general, indicando que se les debe prestar más atención a dichas piezas.

PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACION DE TPM (MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL) COMO HERRAMIENTA DE MEJORA CONTINUA Y OPTIMIZACION DE PROCESOS.

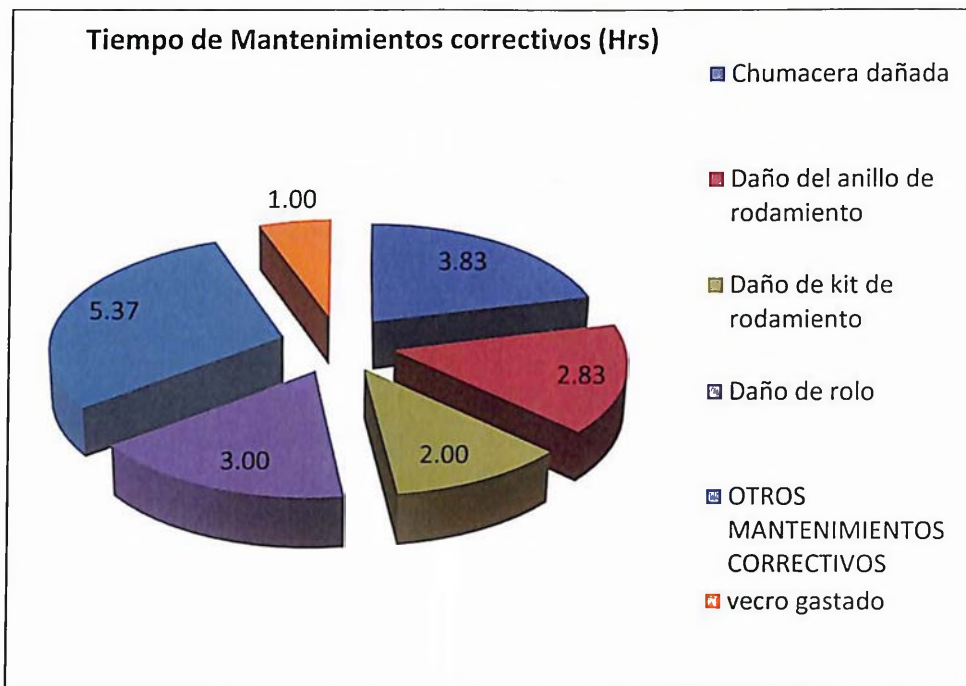


Gráfico 5: Tiempo de los mantenimientos correctivos.

De estos cinco el 27.73% de los mantenimientos correctivos aplicados.

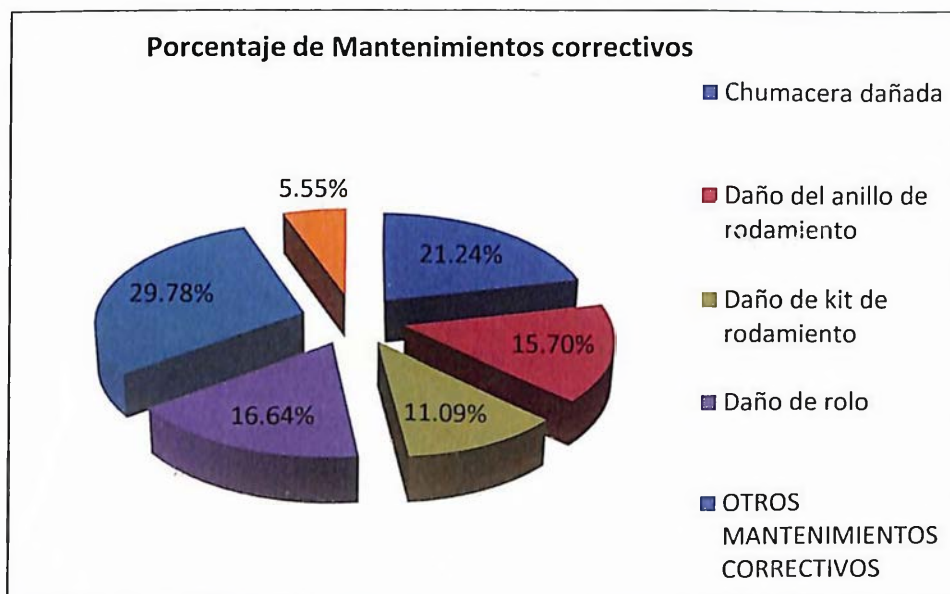


Gráfico 6: Porcentaje de los mantenimientos correctivos.

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACION DE TPM (MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL)
COMO HERRAMIENTA DE MEJORA CONTINUA Y OPTIMIZACION DE PROCESOS.**

Tomando la consideración el Diagrama de Pareto 80/20, el 20% de la causa representa el 80% del problema.

En nuestro caso las 12.66 horas paradas de los mantenimientos correctivos representa el 70.22% de estos mantenimientos. A continuación se presenta un gráfico de Pareto para ver esto de manera visual:

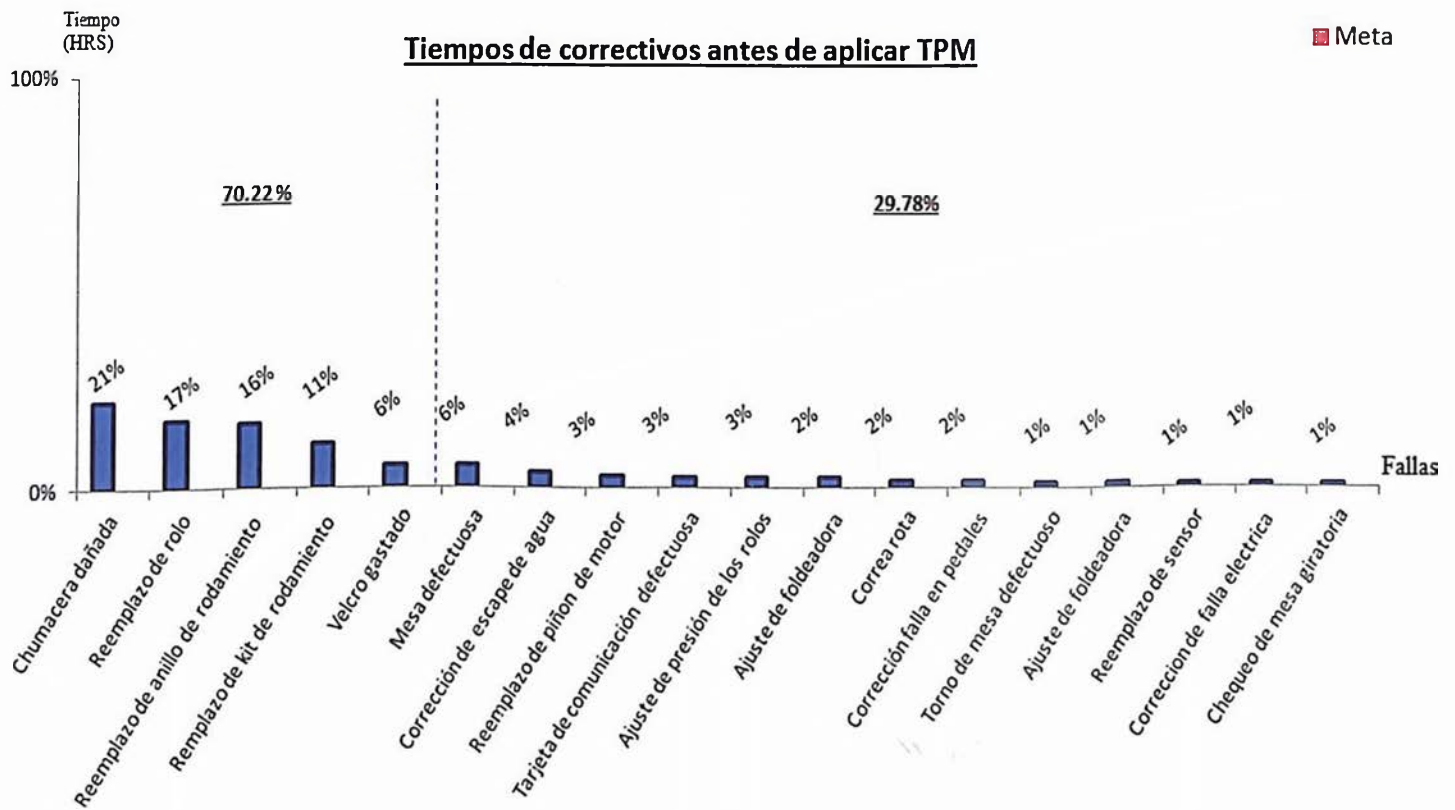


Gráfico 7: Diagrama de Pareto

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACION DE TPM (MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL)
COMO HERRAMIENTA DE MEJORA CONTINUA Y OPTIMIZACION DE PROCESOS.**

Consideraciones a tomar para contrarrestar los problemas de los mantenimientos correctivos a la maquina, a continuación se dan a conocer las siguientes pautas o medidas preventivas:

Causa Identificada	Contribución con el problema (%)	Acciones Preventivas a Tomar
Chumacera dañada	21.20	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Revisar soporte de eje (cada 45 días ó según sea requerido) ➤ Revisar corrosión (45 días ó según sea requerido) ➤ Revisar Tapones (45 días)
Daño del anillo de rodamiento	15.69	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cambiar ejes (según sea requerido) ➤ Revisar húmeda (45 días) ➤ Revisar si esta corroído (45 días)
Daño de kit de rodamiento	11.09	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Lubricarlo cada (45 días ó según sea requerido) ➤ Cambiar caja de bolas (45 días ó según sea requerido) ➤ Revisar fricción (45 días)
Daño de rolo	16.60	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Limpiarlo adecuadamente (45 días) ➤ Engrasarlo (45 días ó según sea requerido) ➤ Revisión periódica (45 días)

Cuadro 2: Pautas preventivas a tomar.

4.2 Segunda parte: Proceso de Implementación

Una vez identificada la condición inicial de la máquina, se procedió a iniciar el proceso de implementación de TPM en el equipo.

Antes de cualquier cambio físico en el equipo y cultural en las personas que trabajan en la máquina, el primer paso, para una implementación exitosa de TPM, fue asegurarnos de que la gerencia y niveles de supervisión conocieran la herramienta y estuvieran en disposición de dar apoyo al proceso de implementación.

Esto se logró a través de entrenamientos donde no sólo se capacitó a los miembros de la gerencia y los supervisores con la teoría referente al TPM y MA (mantenimiento autónomo), pilar a implementarse en el equipo.

Sino que se le presentó, un detalle de las condiciones iniciales y de las razones por las cuales entendíamos que TPM como la herramienta implementada en nuestros equipos, puede llevar la productividad a otros niveles.

Para lograr la implementación, se decidió iniciar el proceso con un evento kaizen de TPM, que duraría 4 días, jornadas de 8 horas.

En este proceso, se integró un equipo multidisciplinario que incluía, a los operadores que trabajan en la máquina, personal de mantenimiento que les asiste, representante del departamento de calidad, persona de control de procesos, entrenadores y supervisor del área como tal. Esto para lograr el involucramiento de todos los niveles.

Los pasos a seguir durante estos 4 días son los siguientes:

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACION DE TPM (MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL)
COMO HERRAMIENTA DE MEJORA CONTINUA Y OPTIMIZACION DE PROCESOS.**

Paso	Actividad
1. Limpieza Inicial/ Inspección	Limpiar para eliminar el polvo, sucio y mugre. Exponga todas las fallas o anomalías - lubrique y ajuste. Corrija los defectos menores y establezca las condiciones básicas de la máquina.
2. Eliminación de fuentes de contaminación y áreas inaccesibles.	Prevenir las causas del polvo, sucio, dispersión; mejore aquellas partes que son difíciles de limpiar y lubricar; reduzca el tiempo de lubricación y de limpieza.
3. Desarrollar estándares de limpieza y lubricación.	Formule estándares de trabajo que faciliten la limpieza, lubricación y ajuste los niveles con el mínimo esfuerzo y tiempo. Mejore el proceso de chequeo colocando controles visuales.
4. Conducir una inspección general del equipo.	<p>Provea entrenamientos para crear competencias para la inspección basada en inspecciones manuales.</p> <p>Llevar cada parte individual de la maquinaria a condiciones óptimas, a través de un proceso de inspección general.</p> <p>Modifique el equipo para facilitar los chequeos. Haga uso extensivo de los controles visuales.</p>
5. Realizar una inspección general del proceso.	<p>Provea instrucciones sobre, las operaciones, el rendimiento del proceso, los ajustes y el método para el manejo de las fallas, con miras a mejorar la confiabilidad en el proceso, mediante el desarrollo de operadores capacitados.</p> <p>Prevenga la duplicidad de inspecciones u omisiones a través de la incorporación de estándares de limpieza e inspección para las partes individuales de la máquina, realizando inspecciones periódicas y reemplazo de los estándares en el proceso y área completa.</p>
6. Organización y Limpieza.	<p>Estandarice las categorías de control del área de trabajo, a través de un control de mantenimiento sistematizado.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inspecciones estándares para limpieza y lubricación. • Estándares de limpieza y de lubricación en la estación de trabajo. • Estándares para la recolección de data. • Estándares para el mantenimiento de partes y herramientas.
7. Mantenimiento Autónomo Sostenido.	<p>Desarrollar actividades y estandarizar las actividades de mejora, alineados con la política y objetivos de la compañía y reducir costos a través de la eliminación del desperdicio en el área de trabajo. Asegurar mejoras futuras en el equipo a través, del sostenimiento de registros exactos de mantenimiento. (e.g., MTBF, MTTR).</p>

Cuadro 3: Pasos a seguir durante los cuatro días de implementación de TPM.

4.2.1 Primer día del proceso de implementación de TPM

Dentro de los pilares aplicados en este primer día, tenemos el pilar de Kaizen o mejora continua, este pilar se implementó durante los 4 días del kaizen y posterior a la finalización del mismo.

Además se utilizó el pilar de entrenamiento, durante las mañanas, se desarrollaba un programa donde se capacitó a operadores y mecánicos en cuanto a las bases de TPM y el mantenimiento autónomo, atacando de manera directa algunas de las causas raíz, como son la mano de obra, mediante la capacitación del personal y la comunicación a través de las reuniones diarias para evaluar y dar seguimiento a las acciones realizadas hasta el momento.

Otra de las causas raíz es el medio ambiente, este se ataca de manera directa, ya que al implementar 5S lo corregimos, con métodos de limpieza e inspección, etc. y de esta manera logramos tener un mejor ambiente laboral.

En cuanto al pilar de entrenamiento cabe destacar, que una vez terminados los 4 días de implementación del kaizen, se desarrolla un calendario de la mano de los entrenadores de la planta, en el cual se establecen entrenamientos periódicos para reforzar los conocimientos adquiridos en estos 4 días, así como el desarrollo de nuevos conocimientos.

Los objetivos principales de este primer día fueron:

- Desarrollar el sentido de pertenencia entre los operadores y su maquinaria.
- Aprender el concepto básico de TPM y Mantenimiento).
- Desarrollar el trabajo en equipo entre mantenimiento y operadores y entre cada departamento de soporte.
- Entender el modelo de pensamiento de la cultura Lean / TPM.

PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACION DE TPM (MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL) COMO HERRAMIENTA DE MEJORA CONTINUA Y OPTIMIZACION DE PROCESOS.

- Conocer las pérdidas principales del equipo.
- Conocimiento del OEE, como métrica de efectividad del equipo.
- Conocer el Principio de Cero Roturas.
- Dar a conocer principios básicos de mantenimiento autónomo.
- Implementar en la máquina el primer paso del Mantenimiento Autónomo. (Limpieza Básica).

Una vez que se desarrolla la parte teórica en el salón donde se trazan las pautas para cumplir con los objetivos antes mencionados.

La siguiente etapa del primer día consiste en la aplicación de los conocimientos adquiridos en el equipo, en este paso que se seguirá durante los días posteriores, estamos aplicando el pilar de control inicial. El cual se seguirá aplicando aún después de llevada la máquina a las condiciones mínimas requeridas.

Utilizando la siguiente guía:

- Realizar TPM.
- Realización de la limpieza e inspección inicial, utilizando la Guía de Limpieza inicial. Ver Anexo.
- Tomar fotos de Antes y Después
- Etiquetar con la Tarjeta Amarilla las fallas encontradas en las maquinas.

4.2.1.1 Oportunidades de mejora encontradas:

- Sistema neumático de los dispensadores le faltaba Bombilla indicadores.
- Escape de agua en la unión universal.
- Escape de aire en el filtro principal y fijado.
- Guarda en mal estado.
- Falta de alfombra para los pedales.
- Velcro de rolo de entrada en mal estado.
- Alambrado del panel del detector de nudo en mal estado.

4.2.2 Imágenes del día uno:

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACION DE TPM (MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL)
COMO HERRAMIENTA DE MEJORA CONTINUA Y OPTIMIZACION DE PROCESOS.**



Figura10: Equipo en proceso de entrenamiento.

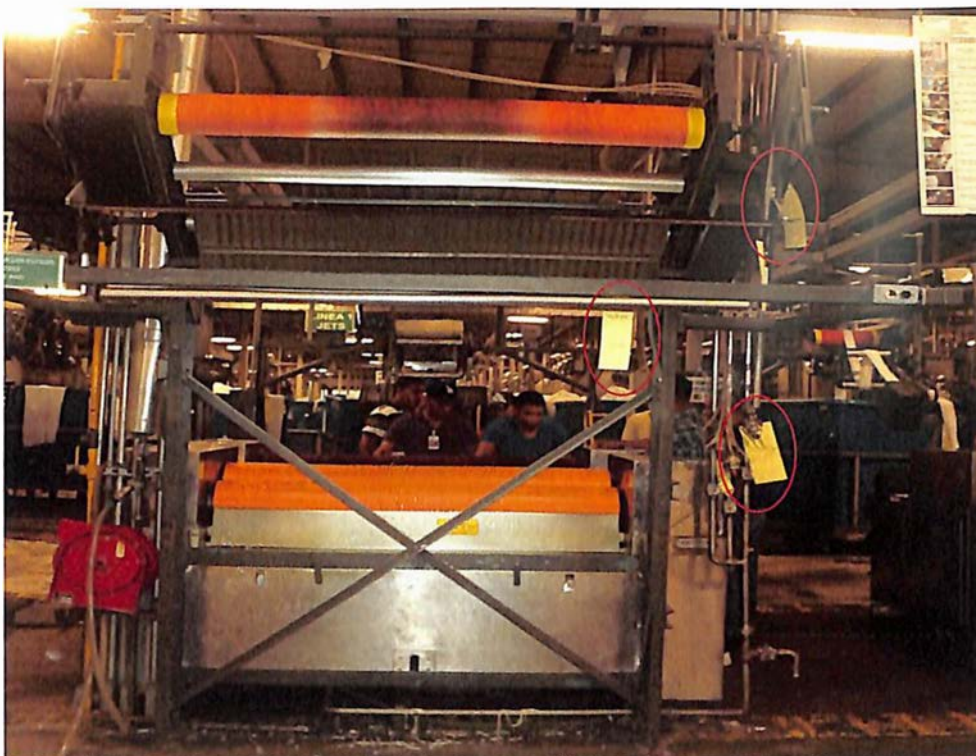


Figura11: Tarjetas amarillas de fallos. Colocadas en máquina.

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACION DE TPM (MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL)
COMO HERRAMIENTA DE MEJORA CONTINUA Y OPTIMIZACION DE PROCESOS.**



Figura 12: Equipo eliminando las fuentes de contaminación.



Figura 13: Proceso de limpieza profunda en los pads.

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACION DE TPM (MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL)
COMO HERRAMIENTA DE MEJORA CONTINUA Y OPTIMIZACION DE PROCESOS.**



Figura 14: Pintura de la rejilla de desagüe.



Figura 15: Hoja de registro de fallas.



Figura 16: Identificador de fallos internos.

Hoja de Fallas
Tarjeta de Inspección

Fecha: _____ Turno: _____

de Máquina: _____ Operador: _____

Tipo de Máquina: _____

Descripción de la Falla _____

Orden #: : _____

Documento en prueba

Figura17: tarjeta usada en inspección realizada por operadores.

4.2.3 Enfoques y objetivos del tercer día

Tiene como enfoque los pasos para la lubricación Básica y el Desarrollo de Estándares Provisionales para el equipo.

Los objetivos de este tercer día son:

- Asegurar que las condiciones del equipo es mantenida o mejorada.
- Establecer estándares por parte de los operadores.
- Enseñar a los operadores a identificar o revisar el estado de lubricación de la máquina.
- Documentar estándares para la limpieza, lubricación e inspección.

Al llegar este día, hemos logrado mejorar en gran medida las condiciones anómalas de la máquina, e iniciamos el proceso de desarrollar métodos para el sostenimiento de las mismas.

En este paso nos dirigimos a la máquina, donde se ponen a prueba los estándares ya creados y desarrollados por el equipo, se realizan los ajustes de lugar.

Se utilizarán tarjetas amarillas durante el proceso de implementación y posterior a éste como herramienta de identificación de fallas, y medio de comunicación de producción con el departamento de mantenimiento.

En este tercer día, se sientan además las bases para el sostenimiento de las mejoras propuestas durante el proceso de evento kaizen.

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACION DE TPM (MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL)
COMO HERRAMIENTA DE MEJORA CONTINUA Y OPTIMIZACION DE PROCESOS.**

Antes de culminado el tercer día los miembros del equipo deben haber entendido y logrado:

- Aprender dónde y cómo aplicar lubricación.
- Identificación y etiquetado de los puntos de lubricación.
- Desarrollo de estándares provisionales.
- Mejorar los estándares para hacerlos libres de errores y fácil de realizar

4.2.3 1 Imágenes del día tres:

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACION DE TPM (MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL)
COMO HERRAMIENTA DE MEJORA CONTINUA Y OPTIMIZACION DE PROCESOS.**



Figura 18: Limpieza de rolos.



Figura19: Parte de las herramientas utilizadas.

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACION DE TPM (MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL)
COMO HERRAMIENTA DE MEJORA CONTINUA Y OPTIMIZACION DE PROCESOS.**



Figura 20: Micas transparentes que facilitan la visibilidad interna.

4.2.4 Día 4 Desarrollar Procedimientos de inspección:

Los objetivos para este último y día final son:

- Desarrollar el conocimiento de los operadores sobre los equipos y procesos.
- Aumentar la frecuencia de rutinas de limpiezas.
- Desarrollar las habilidades de los operadores de identificar las fallas a tiempo y manejarlas rápida y eficientemente.

El objetivo del aumento en la frecuencia y reestructuración de la rutina de limpieza, busca impactar de manera directa, las causas raíces relacionadas con el material, como lo son, las manchas en la tela por suavizante, que al estudiar su fuente entendimos que se relacionaba con una mala limpieza de la máquina.

Los conocimientos básicos que debemos asegurar que los operadores como dueños de los equipos: son: ¿Quién?, ¿Qué?, ¿Cuándo?, ¿Dónde?, ¿Por qué? Y ¿Cómo?

Desarrollar Inspecciones generales no sólo de la máquina sino del proceso. Desarrollar estrategias visuales y de 5S+ 1 para el manejo del área de trabajo

En este día se realizan los trabajos de inspección finales, se corrigen las fallas aún existentes en las máquinas y se llegan a los acuerdos finales para el seguimiento.

Las fallas aún existentes, estas fallas son las mismas que se identificaron al inicio del proceso del Kaizen, que estaban originando pérdidas en el proceso y en las máquinas. Se llegan a los acuerdos finales para el seguimiento.

4.2.4.1 Imágenes del día cuatro:

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACION DE TPM (MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL)
COMO HERRAMIENTA DE MEJORA CONTINUA Y OPTIMIZACION DE PROCESOS.**



Figura 21: Condiciones finales de la máquina.



Figura 22: Equipo haciendo revisión final.

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACION DE TPM (MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL)
COMO HERRAMIENTA DE MEJORA CONTINUA Y OPTIMIZACION DE PROCESOS.**



Figura23: Arranque de la máquina una vez terminado.

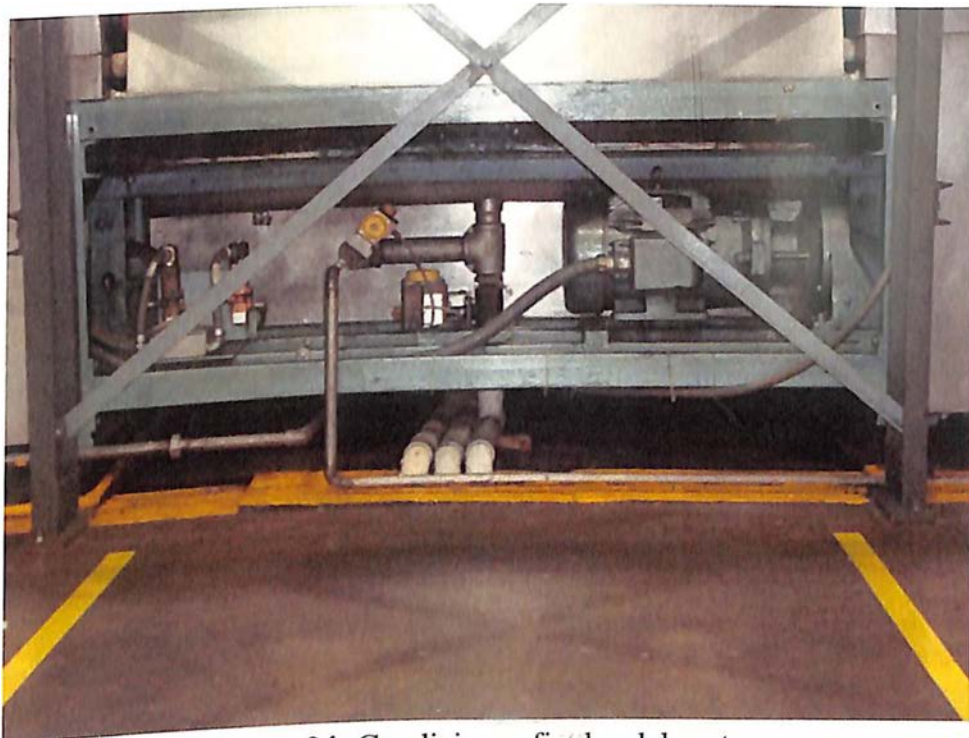
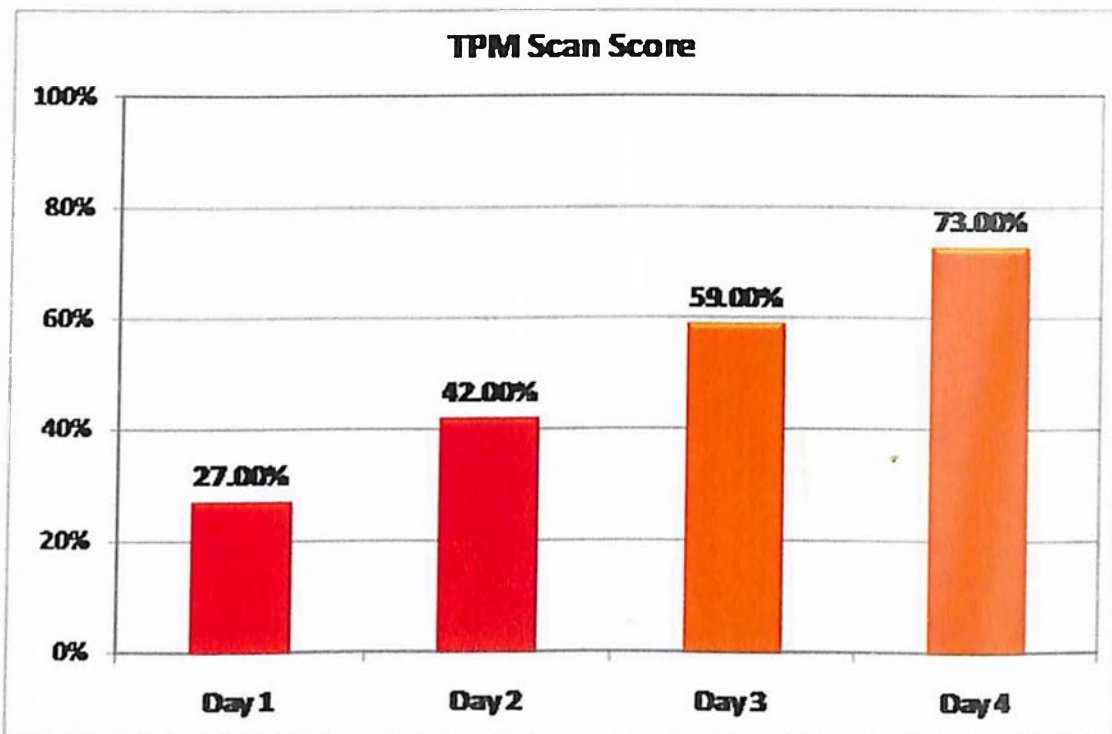


Figura24: Condiciones finales del motor.

4.3 Tercera parte: Seguimiento a los logros alcanzados

Una vez terminado el evento kaizen, se logran mejoras sustanciales en la máquina, en la motivación de los empleados y en los resultados y métricas alcanzadas por el equipo.

A continuación presentamos algunos de los logros alcanzados en cuanto a las métricas presentadas en el Capítulo 4. 1 Primera Parte: Diagnóstico de la situación actual, además imágenes sobre las mejoras físicas en la máquina.

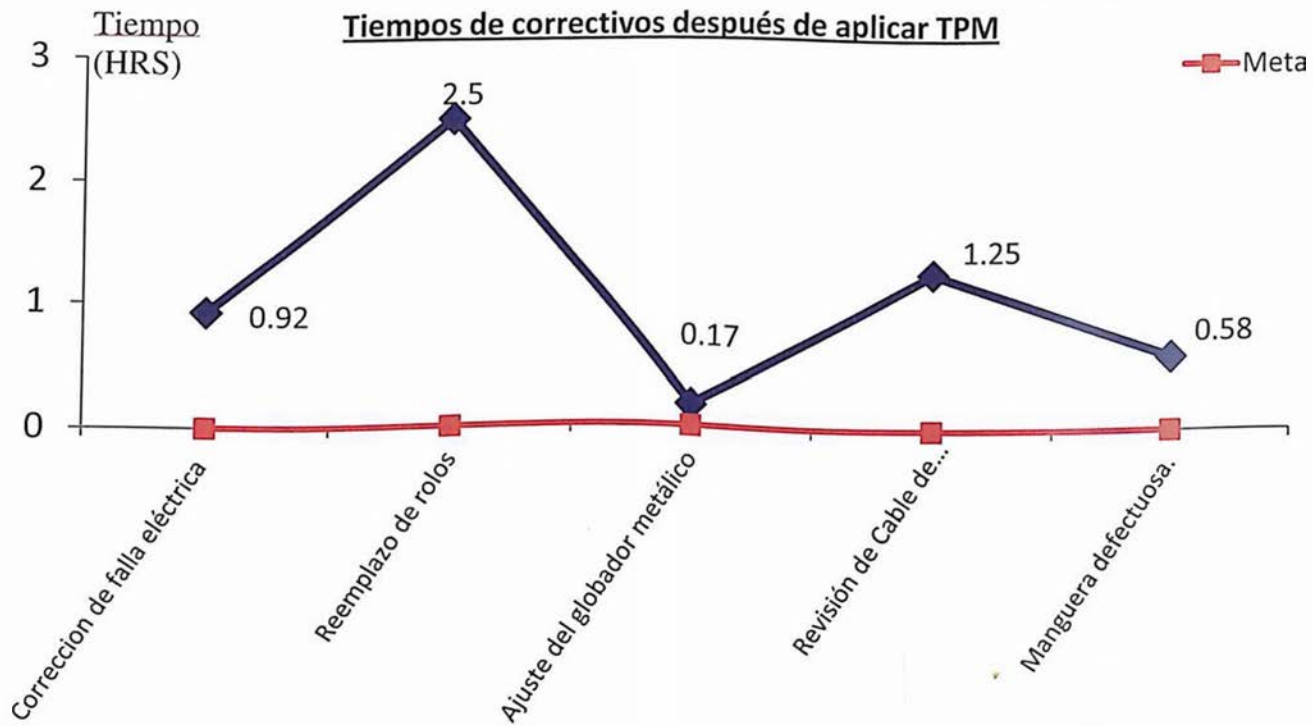


Gráfica 8: Evolución de las condiciones de la máquina.

En el gráfico anterior podemos notar como el TPM Scan, en el transcurso de los 4 días de implementación fue aumentando, obteniendo una mejora de **63%**, en las condiciones de la máquina, esto representa en el proceso una reducción en los tiempos de paradas por mantenimiento correctivo.

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACION DE TPM (MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL)
COMO HERRAMIENTA DE MEJORA CONTINUA Y OPTIMIZACION DE PROCESOS.**

Como podemos ver en el gráfico siguiente:



Gráfica 9: Mantenimientos correctivos después de TPM.

El siguiente gráfico representa el total de horas perdidas en mantenimientos correctivos después de implementar TPM, teniendo este un total de 5.42 horas paradas.

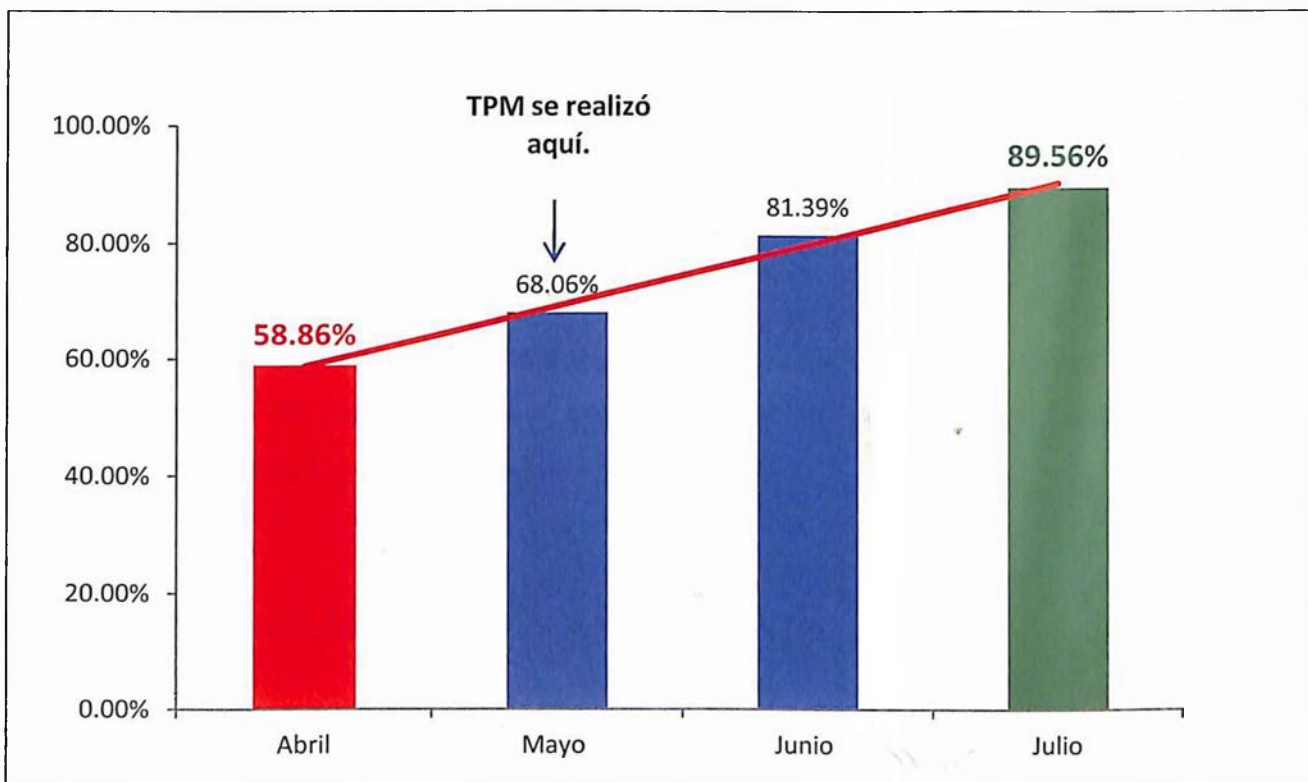
Como podemos ver en el gráfico anterior luego de aplicado el TPM hubo una reducción evidente del tiempo de paradas por mantenimiento correctivos, con referencia al gráfico de mantenimiento correctivo de antes, donde se reflejaba un tiempo de 18 hrs aproximadas, mientras que en el actual podemos ver un total de 5.4 horas aproximadas, representado un porcentaje de mejora de **69.9%**.

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACION DE TPM (MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL)
COMO HERRAMIENTA DE MEJORA CONTINUA Y OPTIMIZACION DE PROCESOS.**

La cantidad de mantenimientos correctivos se redujo de 18 paradas a 5 paradas en un periodo de un dos mes.

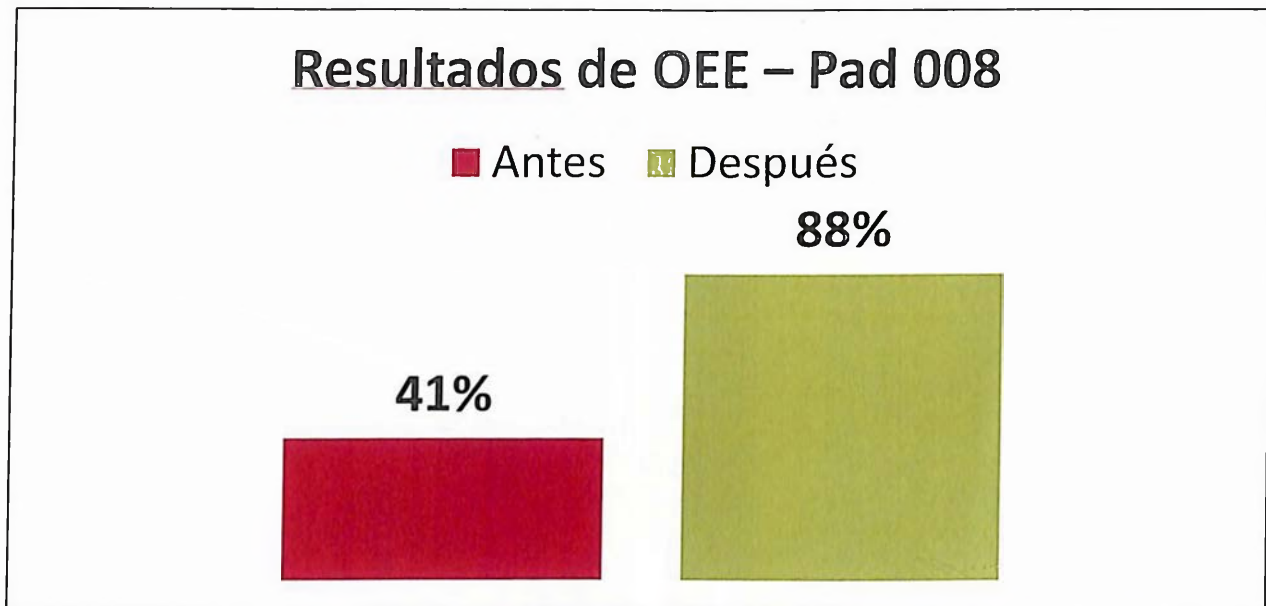
Otro impacto positivo que resultó de la implementación de TPM fue el incremento en la eficiencia de la máquina como podemos ver en el gráfico siguiente.

Eficiencia del Pad 8 Antes y Después



Gráfica 10: Eficiencia antes y después de implementar TPM.

Como podemos ver en el gráfico anterior, se logró obtener una mejora en la eficiencia de la máquina, de un **34%**, tomando como referencia el mes anterior a la implementación del TPM y en los dos meses siguientes a la implementación.



Gráfica 11: Resultados del OEE después de implementar TPM.

En este gráfico podemos observar como los índices de OEE, de la máquina mejoró en un 46%, esto nos impacta de manera positiva nuestro proceso en cuanto a los índices de calidad, eficiencia y disponibilidad de la maquinaria.

4.3.1 Comparación antes y después de implementar TPM.

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACION DE TPM (MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL)
COMO HERRAMIENTA DE MEJORA CONTINUA Y OPTIMIZACION DE PROCESOS.**

Antes:

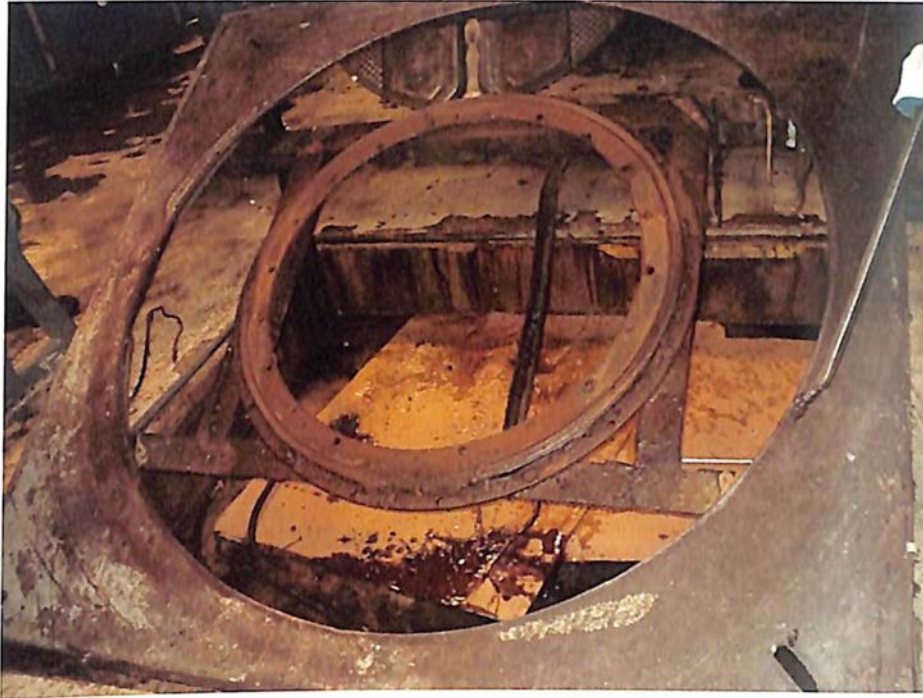


Figura 25: Condiciones iniciales de la base del plato giratorio.

Después:



Figura 26: Condiciones finales de la base del plato giratorio

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACION DE TPM (MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL)
COMO HERRAMIENTA DE MEJORA CONTINUA Y OPTIMIZACION DE PROCESOS.**

Antes:



Figura 27: Condiciones iniciales del rolo de salida

Después:



Figura 28: Condiciones finales del rolo de salida.

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACION DE TPM (MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL)
COMO HERRAMIENTA DE MEJORA CONTINUA Y OPTIMIZACION DE PROCESOS.**

Antes:

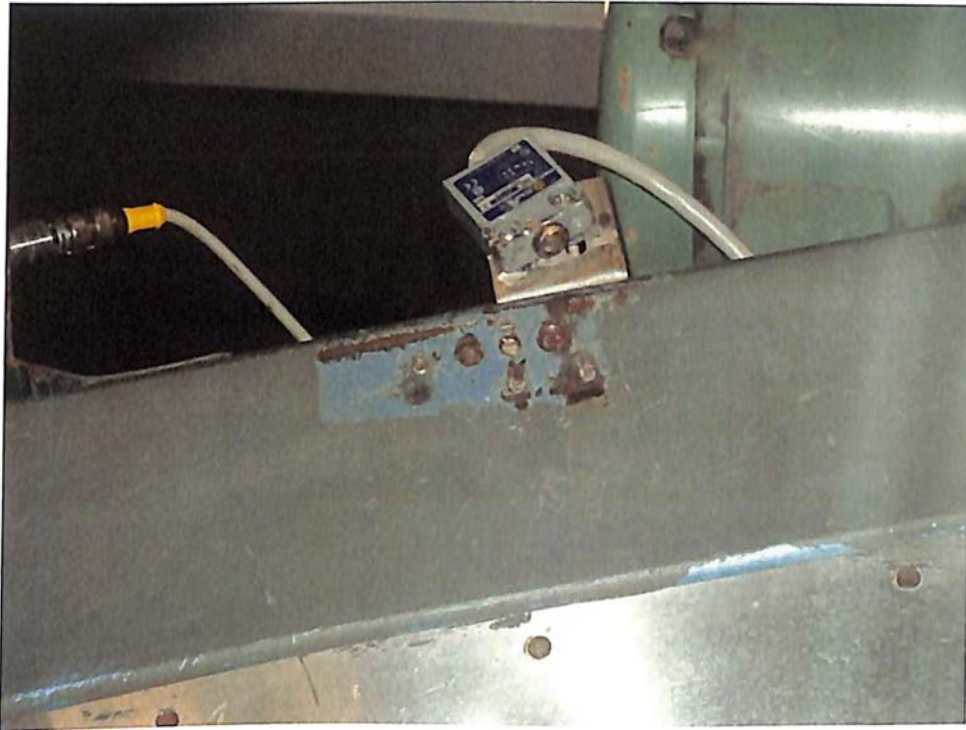


Figura 29: Ubicación del sensor antes..

Después:



Figura 30: Ubicación del sensor después.

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACION DE TPM (MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL)
COMO HERRAMIENTA DE MEJORA CONTINUA Y OPTIMIZACION DE PROCESOS.**

Antes:



Figura 31: Parrilla Contaminada antes.

Después:

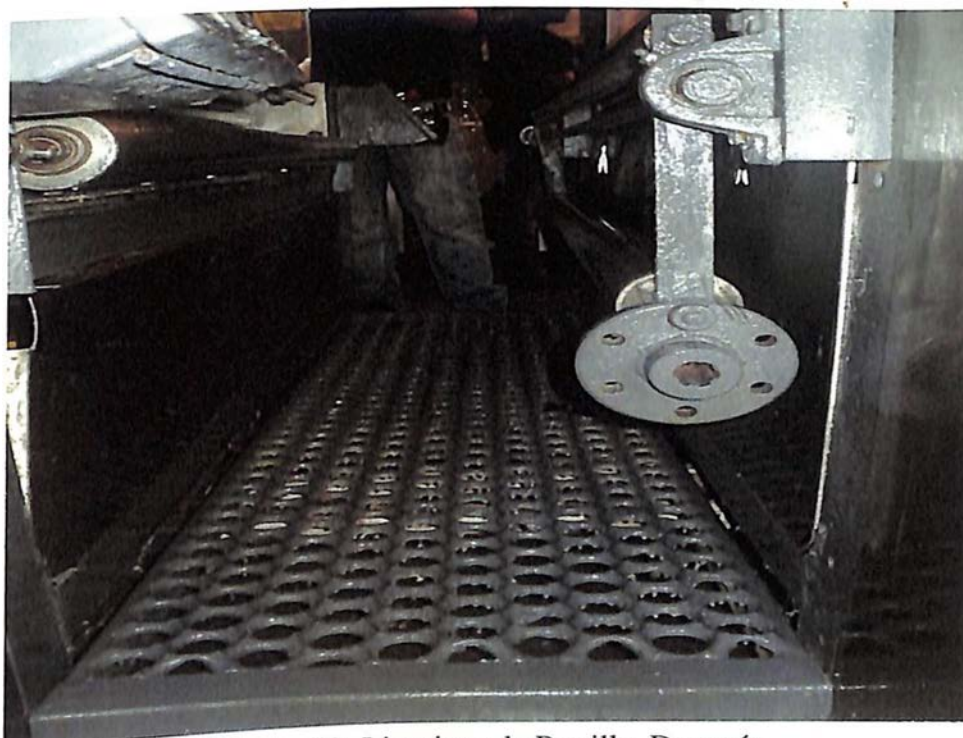


Figura32: Limpieza de Parrilla. Después

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACION DE TPM (MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL)
COMO HERRAMIENTA DE MEJORA CONTINUA Y OPTIMIZACION DE PROCESOS.**

Antes:



Figura33: Sistema de desagüe averiado. Antes

Después:



Figura34: Arreglo del sistema de desagüe de la máquina

PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACION DE TPM (MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL) COMO HERRAMIENTA DE MEJORA CONTINUA Y OPTIMIZACION DE PROCESOS.

El sostenimiento de los logros alcanzados y más aun la mejor continua de los mismos dependen de una adecuada fase de seguimiento.

Esta fase se sostiene de puntos básicos como son:

- Reuniones semanales para dar seguimiento a tareas pendientes y sostenimiento de las alcanzadas, del equipo encargado de la implementación.
- Atención según sea requerida de las tarjetas de fallas que son colocadas en el equipo por los operadores.
- Seguimiento y publicación de los resultados de las métricas impactadas por el correcto sostenimiento de la herramienta.
- Entrenamiento continuo para el desarrollo técnico tanto de operadores como de mecánicos.

Además para lograr un impacto directo en el resultado de la planta, parte del seguimiento es aplicar la herramienta de TPM (específicamente el Mantenimiento Autónomo).

4.4 Plan de procedimiento para aplicar el mantenimiento

Para asegurar que todo lo implementado anteriormente se mantenga de manera continua, se procedió a preparar un plan de mantenimiento, a continuación se presentan las siguientes pautas:

Se establecen 6 tipos de actuaciones posibles dentro del Plan de Mantenimiento:

A) Intervenciones del equipo de mantenimiento y actuación.

1. Presentada una incidencia, el afectado/interesado solicita la intervención rellenando una solicitud y entregándola en la Oficina de Mantenimiento. En casos urgentes, se podrá realizar el aviso mediante una llamada telefónica.

2. Recibido el aviso y en función de la urgencia del mismo, se actúa o planifica el momento de la intervención, actuando de forma inmediata si:

- Supone un riesgo en las personas.
- Supone un riesgo en las instalaciones.
- Fallo en el suministro de energía eléctrica, agua, aire, calefacción, etc.
- Rotura en tuberías de agua, calefacción, desagües, etc.
- Impide la impartición de clases, cursos, etc.

3. El coordinador de mantenimiento, hace una evaluación y valora si es viable su ejecución, es decir, si es necesario contactar con una empresa externa o si la intervención la puede realizar un técnico especialista del equipo de mantenimiento de la empresa.

4. En el caso de que el trabajo lo haga un técnico de la empresa, éste realiza un parte de ejecución, indicando los trabajos realizados y el material utilizado, que se adjunta a la solicitud de intervención y se archiva en un fichero anual de intervenciones por Departamentos.

5. Comunicación del final de la intervención y verificación del índice de satisfacción de los demandantes de la actuación.

B) Realización de tareas periódicas de mantenimiento

Se realizan periódicamente una serie de actuaciones preventivas no demandadas mediante una solicitud de intervención, como por ejemplo limpieza de terrazas y cubiertas, limpieza de filtros, purgado de instalaciones de calefacción, revisión de presiones, comprobación de niveles, etc.

C) Actuaciones que no pueden ser resueltas por el equipo de mantenimiento.

Este tipo de actuaciones se producirá a través de una solicitud por escrito del Director del Departamento que lo solicite, en la que se detallen los motivos y necesidades de su ejecución.

El proceso que se sigue es:

- Puesta en contacto con empresas y distribuidores exteriores para que valoren y oferten los trabajos a realizar.
- Revisión de los presupuestos y adjudicación de la obra a una Empresa, fijación de la fecha de inicio y detalles de obra.
- Realización y tramitación de la documentación sobre Prevención de Riesgos Laborales.
- Seguimiento y control de la obra.
- Tramitación de la factura correspondiente.

D) Actualización de bases de datos de instalaciones y equipos de la empresa.

Existen listados, esquemas, planos y bases de datos que se actualizan tras los cambios sufridos por obras, revisiones, ampliaciones, partes de mantenimiento, etc.

- Planos y listado de los detectores de incendios.
- Planos y listado de extintores, bocas de incendio equipadas e hidrantes.
- Planos y fichas de mantenimiento de los equipos de aire acondicionado.
- Planos y esquemas de los cuadros eléctricos.
- Planos de ubicación de llaves de corte de agua.
- Listado de personal, tarjetas y vehículos del aparcamiento.
- Listado y ubicación de extensiones de teléfono.
- Listado y ficha de mantenimiento de proyectores.
- Listado y ubicación de llaves.

E) Mantenimiento de la base de datos de los consumos de agua, electricidad, gas, y teléfono.

Sobre cada una de las facturas de los distribuidores de agua, electricidad, gas y teléfono, se crea un fichero de consumos e importes, pudiendo ver en cualquier momento cualquier dato de estos suministros.

En el fichero referente al consumo telefónico, además del consumo total, se puede comprobar de manera independiente el consumo de cada una de las extensiones o agrupadas por Departamentos.

F) Otras tareas de la Sección de Mantenimiento.

- Revisión de obras y actuaciones contratadas directamente por los Departamentos.
- Coordinación en determinados momentos de actividades que necesiten o puedan influir en la labor del personal de limpieza, y Seguridad.
- Programación y control de revisiones que son obligatorias para cumplir la normativa en centros de transformación, ascensores, salva escaleras, calderas de calefacción, plataforma elevadora, aljibe contra incendios, extintores, detectores y gas.
- Lectura de contadores trimestralmente de los suministros de agua, luz y electricidad, efectuando el cálculo de la cuota mediante las facturas de los proveedores de estos suministros.

4.5 Plan de inspección y verificación

- Seleccionar las áreas y elementos a controlar.
- Establecer la frecuencia de control.
- Revisar si el rolo de entrada tiene desgaste.
- Revisar visualmente la tensión del balancín.

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACION DE TPM (MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL)
COMO HERRAMIENTA DE MEJORA CONTINUA Y OPTIMIZACION DE PROCESOS.**

- Asegurarse de que la barra colocada sea la correcta.
- Revisar los Spreaders y rodillos para asegurarse de que no haya imperfecciones o superficies rugosas que puedan rasgar la tela y mal funcionamiento.
- Asegurarse que los detectores de hoyos se encuentren en el lugar adecuado y funcionando correctamente.
- Se encarga quitar el exceso de agua a la tela.
- Revisar que el ancho final sea el correcto al pasar por el balancín.
- Asegurarse de que pase correctamente entre los rolos globadores y hacia los rolos principales del procesador.
- Se debe de revisar visualmente la tensión del balancín.
- Establecer la frecuencia de control.
- Realizar las actividades de limpieza de la máquina.

Mediante este plan de inspección será posible mantener el control de las operaciones, aquí se describen las actividades que hay que llevar a cabo para darle soporte diario al TPM. Las operaciones pueden contener varias características de inspección.

Siguiendo esta lista de verificación de actividades será posible mantener el control de todo el proceso y de esta manera reducir los mantenimientos correctivos que se le aplicaran a las maquinas.

Conclusión

TPM es una herramienta del sistema Lean Manufacturing, que permite optimizar los procesos de producción de una organización, mejorando su capacidad competitiva, a través del involucramiento de todo el personal, desde la alta gerencia hasta el operario de primera línea. Su meta es incrementar la productividad y al mismo tiempo elevar la moral de los trabajadores y su satisfacción por el trabajo realizado.

La notable importancia que tiene el TPM (mantenimiento productivo total) en cualquier tipo de empresa es esencial, ya que, puede llegar a prolongar el ciclo de vida productivo de un equipo o máquina. Al aplicar TPM se busca que los equipos operen sin averías o fallos, eliminar toda clase de pérdidas y mejorar la fiabilidad de los equipos, así como también ayuda a conservar y transferir el conocimiento existente en todos los niveles de la planta, y a la vez a aumentar el conocimiento en todo el personal sobre los equipos y los procesos.

Luego de evaluar la situación inicial, y tomando en cuenta la necesidad de incrementar la meta de producción a 2.2 MM de libras semanales y entendiendo la necesidad de que los equipos se mantengan en condiciones óptimas de operación para el logro de la misma. Se decidió implementar TPM por el impacto que tendría en la máquina, dentro de los logros alcanzados podemos resaltar los siguientes:

- Reducción del tiempo de paradas por mantenimiento correctivos en un 69.9%.
- Mejora de la eficiencia en un 34%.
- Incremento del OEE de la máquina en un 46%.

Además podemos citar otras mejoras que si bien no son tangibles, crean un efecto multiplicador en el resultado de la planta.

- Empleados con mayor conocimiento del equipo que operan,
- Empleados más comprometidos y motivados con el desarrollo organizacional.
- Mejor condición visual del equipo una vez terminado el proceso de implementación de TPM.

Se entiende que la situación actual, las exigencias del mercado, los cambios en los requerimientos al cliente, exigen de la empresa, flexibilidad al cambio, y respuestas rápidas a las necesidades, para una empresa hoy en día lograr ser competitiva, debe estar preparada para innovar, pero sobretodo debe estar preparada, para pagar el precio del triunfo. En este caso cito la máxima de TPM “Detenga la producción, para que la producción no tenga que detenerse”, esta herramienta lean, requiere que las empresas estén dispuestos a sacrificar horas de producción, para garantizar, ciclos de vida más largos de los equipos y mayor productividad a corto y largo plazo.

Recomendación

Se recomienda la implementación de un sistema de mantenimiento como TPM, ya que, este permite prolongar el ciclo de vida productivo de un equipo o máquina, al mismo tiempo busca elevar la moral de los trabajadores y su satisfacción por el trabajo realizado.

Al aplicar TPM se busca que los equipos operen sin averías o fallos, eliminar toda clase de pérdidas y mejorar la fiabilidad de los equipos. Además la base de TPM es la herramienta 5S, y esta permite mantener el objetivo de lograr lugares de trabajo mejor organizados, más ordenados y más limpios.

Bibliografía

Internet

- <http://www.productivityinc.com/>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento_productivo_total
- <http://www.productivityinc.com/>
- <http://leanroots.com/TPM.html>
- <http://www.leanexpertise.com/TPMONLINE/presents/pdfs/Tpmesp4pdf.pdf>

Libros

- TPM En Industrias De Proceso, capitulo 4 “Eficiencia de los equipos y de su mantenimiento”
- TPM En Industrias De Proceso, capitulo 4 “Mantenimiento autónomo”
- TPM En Un Entorno Lean Management, capitulo 1 “El mantenimiento en los sistemas de productivos.

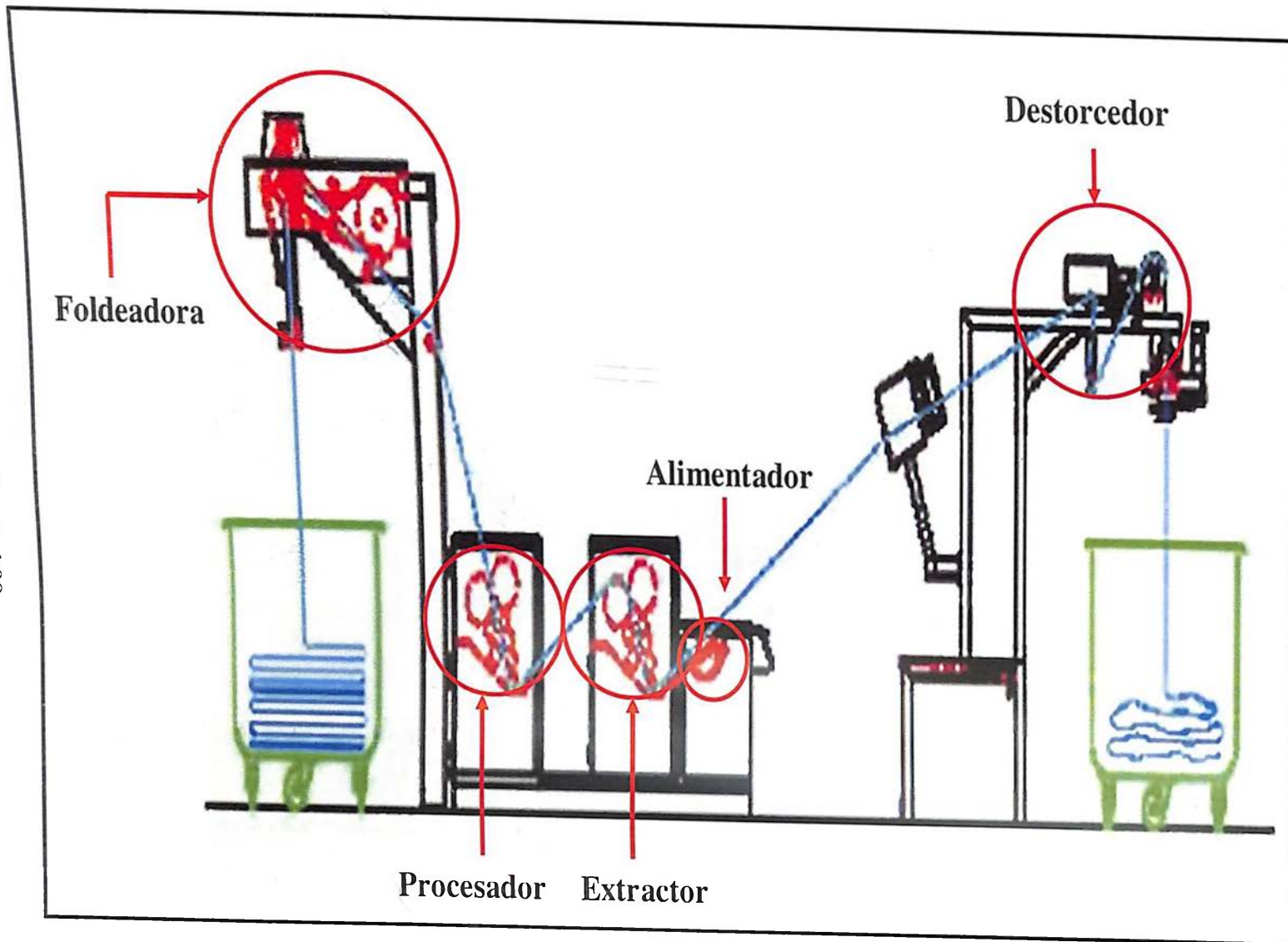
- Dirección y administración de la producción y de las operaciones, Capítulo 17 “Mejora Continua”
- Dirección y administración de la producción y de las operaciones, Capítulo 2 “Productividad y competitividad”

Manuales

- TPM- Mantenimiento productivo total, “charlas para la gestión del mantenimiento”
Fernando Espinosa Fuentes.
- Importancia del TPM mantenimiento productivo total en la automatización de procesos
“José Luis Calvo Rolle y Vicente José Lago Dopico”

ANEXOS

Figura 1: Máquina Pad 08.



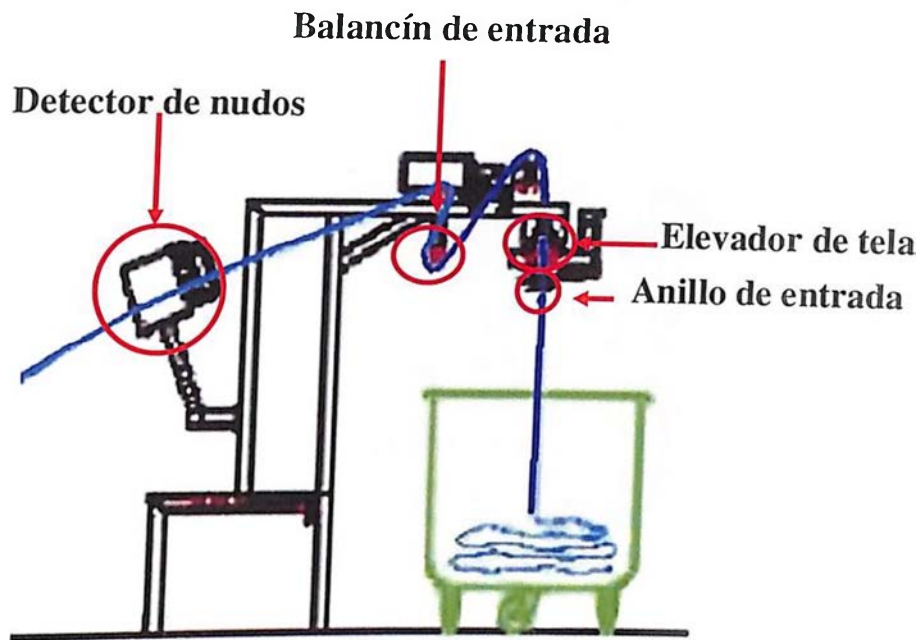


Figura2: Partes del destorcedor.

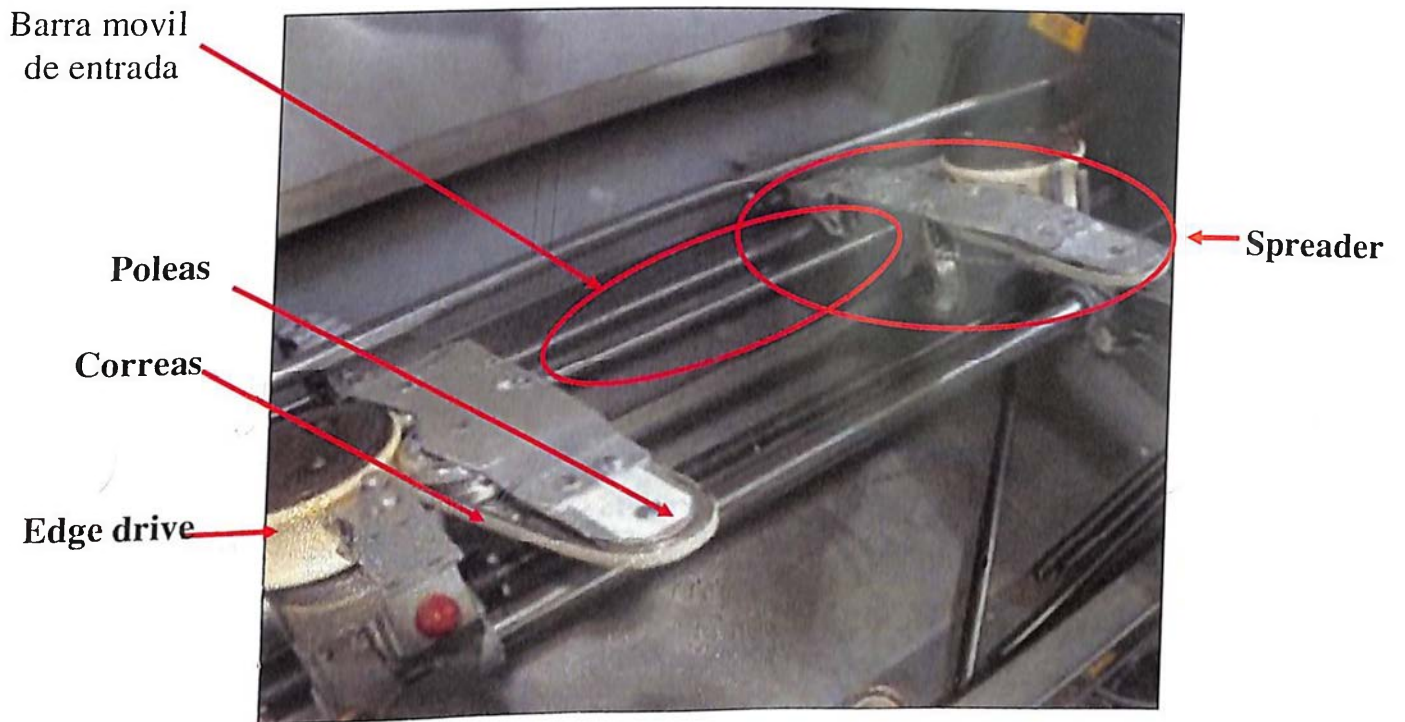


Figura 3: Alimenador.



Detectores de hoyos.

Figura 4: Detectores de Hoyos.

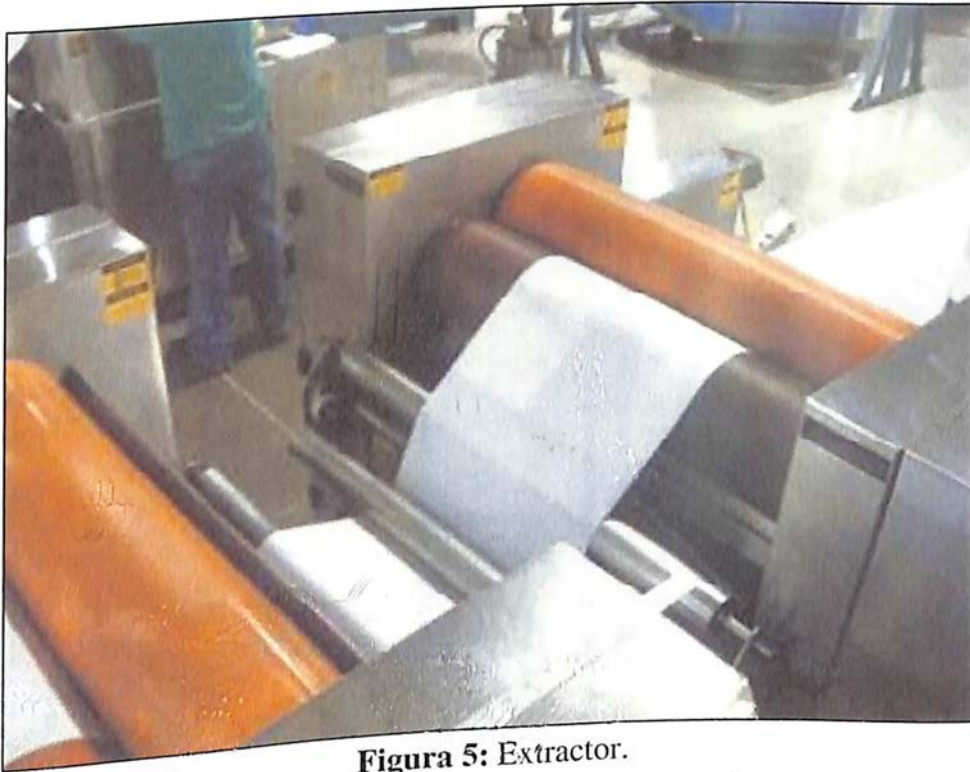


Figura 5: Extractor.

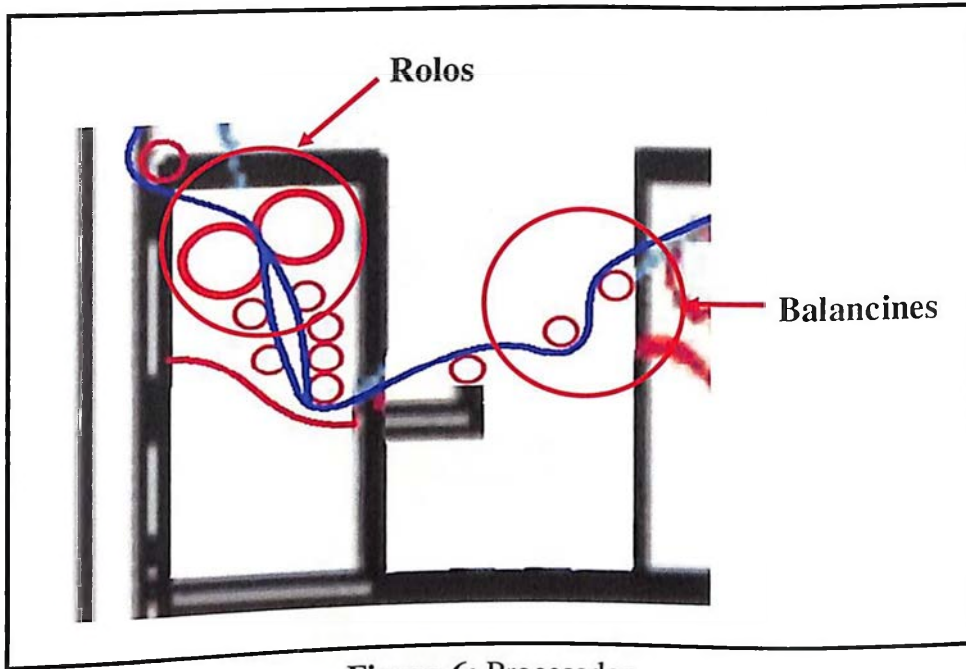


Figura 6: Procesador.

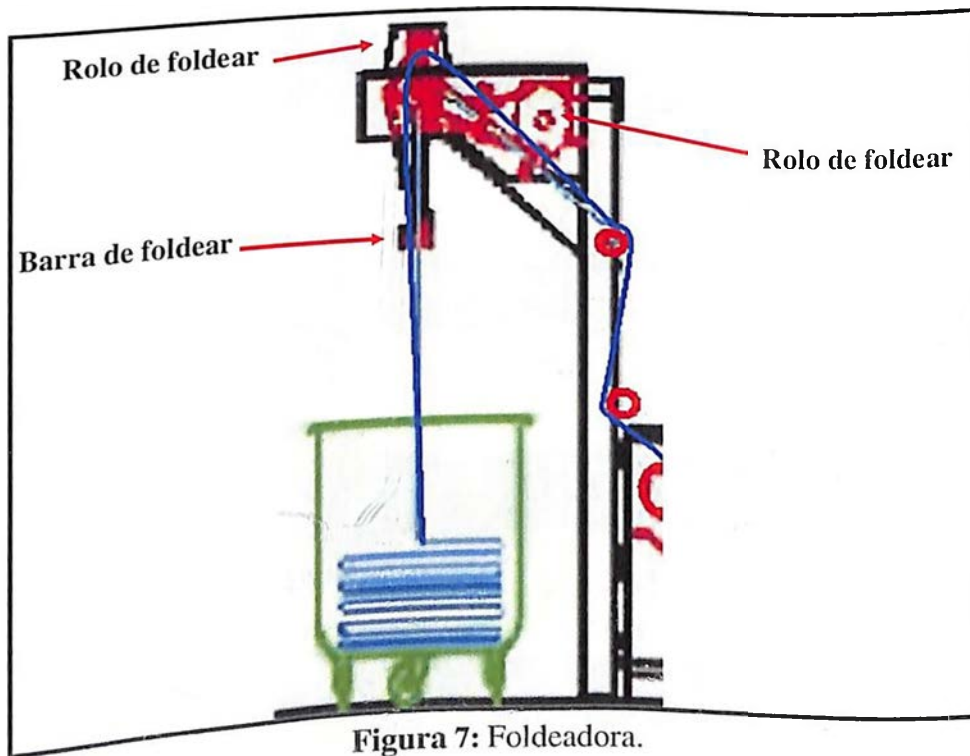
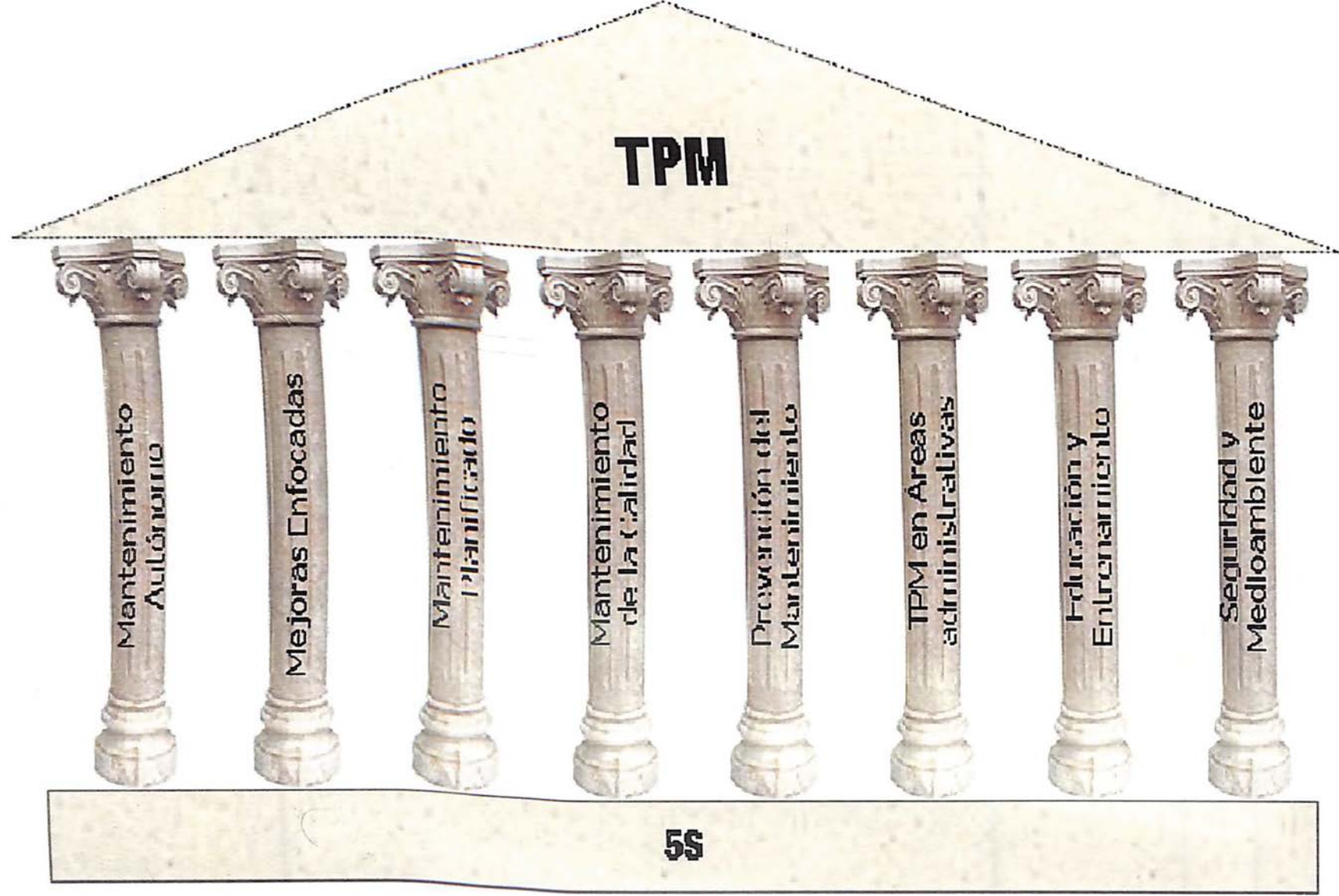


Figura 7: Foldeadora.

Figura 8: Pilares TPM



BOLETÍN DE MEJORA

Mejora:		Equipo #:
		Fecha:
		Maquina:
Condiciones antes de la mejora:	Condiciones despues de la mejora:	
Detalles:		

Hoja de Fallas

Tarjeta de Inspección

Fecha: _____ Turno: _____

de Máquina: _____ Operador: _____

Tipo de Máquina: _____

Descripción de la Falla _____

Orden #: _____

Documento en prueba

TPM Scan

Fecha: _____ Planta: _____ Linea/Equipo: _____ Equipo: _____

Sistemas	Parte	Puntuación			Puntos			
		1 a 4	5 a 8	9 a 10				
Partes Principales (1)	Condiciones Generales	Sucia	Limpia	Limpia & Pintada				
	Pernos de Anclajes	Flojos o faltantes	Propiamente ajustados	Con marcas de registros.				
	Tornillos y Pernos de la máquina.	Flojos o faltantes	Propiamente ajustados	Con marcas de registros.				
	Equipos Auxiliares	Sistemas obsoletos presentes.	Marcos, soportes y otros obsoletos.	No hay partes innecesarias.				
Sistema Elctrico (2)	Paneles y Cajas	Sucios, flojos, abiertos, bloqueados, filtros sucios.	Limpios, pintados, ajustados.	Cables debidamente organizados, identificados.				
	Cables	Cables desgastados o flojos	Cables no están debidamente organizados.	Cables limpios, marcados, organizados				
	Motores	Sucios	Limpios.	Limpias y visualmente controlados.				
	Contadores	No funcionan.	Algunas veces funcionan	Funcionando apropiadamente.				
	Luces Indicadoras	Obsoletas y destrozadas.	No hay luces indicadoras.	Todas funcionando correctamente.				
	Controladores de temperatura/switches	No funcionan.	Funcionan algunas veces.	Funcionando apropiadamente.				
Air Systems (3)	Líneas centrales de aire	Liqueos de aire o con líneas obsoletas	Codificada con colores, no hay líneas obsoletas.	Dirección de aire identificada.				
	Válvulas de aire.	Rotas y/u obsoletas	Funcionan, pero no son visibles.	marcada en la posición correcta & visibles				
	Filtros	Sucios o difíciles para accesar	Limpios, pero difíciles de cambiar.	Limpios & fáciles de cambiar.				
	Mangueras de aire	Desgastadas y liqueando	Desorganizadas	Limpias y organizadas				
	Sopladores de aire	Limpios	Limpios & se filtran adecuadamente.	el sistema de sopladore completamente limpio.				
	Cilindros Neumáticos	Sucios, no funcionando adecuadamente, liqueando.	limpios, pero fallan con frecuencia	Limpios & funcionando correctamente.				
	Lubricadores Neumáticos	Liqueando, más/menos lubricado.	Propiamente lleno	Funcionando correctamente, Código de color para el				
	FRL's	No se mantiene	Se mantiene no accequible	Se mantiene, accequible, Código de color.				
	Solenoides	Sucio, no funcionan u obsoletas.	Operando apropiadamente, no obsoleta.	Limpias,debidamente identificadas.				

Systems	Parte	Puntuación			Puntos			
		1 a 4	5 a 8	9 a 10				
Sistemas de Lubricación (4)	Alimentadores de Grasa	Sucia o pintado encima , difícil para acceder	Codificado por colores pero difícil de acceder	Facil acceso/ Codificado por colores/colectores				
	Tazas de aceite	Liqueando.	No liqueos.	Codificado por colores & etiquetados.				
	Reservas de Aceite	Dificil de acceder, Liqueando.	Facil de acceder y de leer el nivel de aceite.	Visores marcados por el nivel y el tipo de aceite.				
	Bombas de aceite.	Liqueando, más / menos lubricadas.	Propiamente llenas.	Funcionando correctamente, Código de color.				
	Líneas de grasa y aceite	Algunas no conectadas	Todas conectadas, algunas liqueando.	Las líneas no liquean				
sistemas de accionamiento (5)	Engranajes	Dientes rotos, exceso de uso.	Dientes desgastados, medio uso.	No desgastados, no usados, lubricados propiamente.				
	Poleas/Piñones	Flojos y Desgastados.	No usado	No desgastadas, propiamente lubricado.				
	Correas transportadoras	Desgastados, agrietados, flojos.	Buenas Condiciones	Propiamente ajustados, Acceso Visual /Control				
	Ejes transportadores	Tambaleantes, rodamientos flojos.	Sin daños visibles	Completamente limpios, lubricados apropiadamente.				
	Cadenas trsantportadoras	Desgastados	Flojos	No desgastados; Propiamente ajustados.				
	Guardas	Sistema ocultos o no fáciles de ver.	Etiquetados con dir. & Información de correas y	Fácil de remover y de ver a traves de.				
	Cojinetes/bujes	Impropriamente lubricado; Engranajes desgastados.	Propiamente lubricados, medio uso. ruido.	Propiamente lubricados, no uso. no ruido.				
hidráulicos (6)	Filtros	Sucio	Limpio	Fácil de acceder, codificado por color.				
	Tanques	Sucio	Limpio	Codificado por color.				
	Cilindros	Sucios o liqueando.	Visiblemente bien.	No liqueos/ Codificación de colores.				
	Líneas	desgastado, dañadas, liqueando.	No daños/liqueos.	Ajustado Apropiadamente/ Codificado por color.				

Comentarios:

Sistemas	Parte	Puntuación			Puntos			
		1 a 4	5 a 8	9 a 10				
Las estaciones de trabajo y paneles de Actividad (7)	Area general	Sucio	Limpio	Limpios y Organizados				
	Herramientas	Sucio	No organizado	Organized and visually controlled				
	Medidores de Calidad	No presentes	En la línea pero no con una localidad específica.	En la línea, con una localidad designada.				
	OEE (MTBF, MTTR)	No hay evidencia de OEE	Información Histórica de OEE en las líneas	OEE es usado y posteado por operadores.				
	SOP's (OPL'S)	No SOPs en las líneas	SOPs presentes, probablemente no usados.	SOPs mantenidos en los manuales y en uso.				
	Estándar Provisionales (limpiar, inspeccionar, lubricar)	No presentes	Presentes, pero no hay evidencia de uso	Documentado, usado.				
	Imágenes	No presentes	Fotos de Antes en el área	Fotos del Antes y Después en el área.				
	Resumen de Anormalidades & etiquetas	No presentes	Presentes pero incompletos.	Completamente documentados.				
	Resumen de Mejoras & etiquetas	No presentes	Presentes, pero no registradas.	Completas, documentadas, boletines de mejoras				
[Puntos Totales + (10 x Número de líneas usadas)] x 100 =					%	%	%	%

Comentarios:

Hoja de Resumen de Fallas

Número de Tarjeta	Fecha	Turno	Máquina	Descripción de Anormalidades (Sea Específico)	Inspector	Día para completar

* Esto es requerido siempre y cuando mantenimiento tenga alguna pregunta.

Comentarios:

Firma del Líder

CALCULO OEE

Disponibilidad 99.58%

<p>Tiempo total de funcionamiento: 24 hrs X 60 min. paradas planificadas</p>	<p>86400 2 Months 9000</p>
<p>no planificado</p>	<p>Tiempo neto de explotación 77400</p> <p>correccion de falla electrica 55.2 Reemplazo de rolos 150 ajuste del globador metalico 10.2 revision de cable de comunicacion 75 maguera defectuosa 34.8 Otros Tiempo de duración 77074.8</p>

Rendimiento 89.56%

Calidad 99.32%

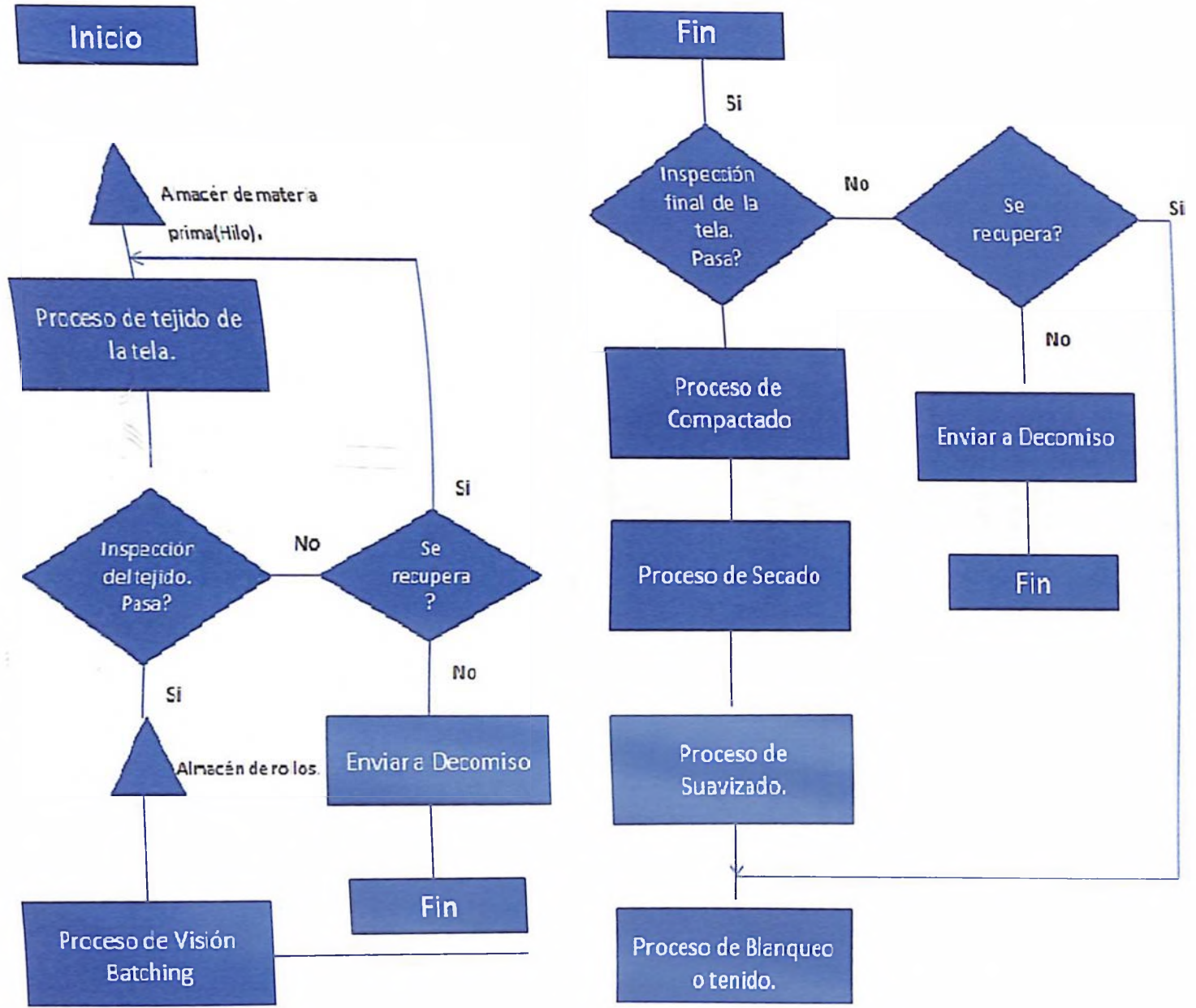
libras producidas	1714496
Defects	11652
libras buenas producidas	1702844

OEE 88.58%


Fuentes de contaminación/Áreas inaccesibles

No.	Area/Fuente del problema	Mejora	Quien	Cuando	OK
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					


Diagrama de flujo de proceso.



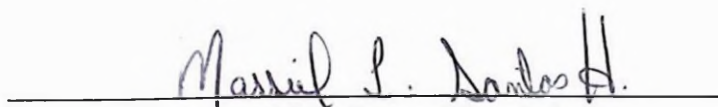
HOJA DE EVALUACION



Jorge Gómez Núñez
Sustentante



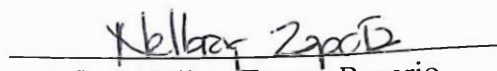
Ing. Eduardo Oller
Consejero



Ing. Massiel L. Santos Hernández
Presidente del Jurado



Ing. Melissa Díaz Ovalle
Miembro del Jurado



Ing. Nelbry Zapata Rosario
Miembro del Jurado

Ing. Miguel R. Mustafá Medina
Director Escuela Ingeniería Industrial

Calificación Numérica 93

Calificación Alfabética A

Fecha: / /