

PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA

IMPLEMENTACIÓN DE LA FILOSOFÍA TPM (TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE) EN UNA EMPRESA LOCAL

Fernández Negueruela, Maximiliano – LU: 1010268

Ingeniería Industrial

Rumi, Federico – LU: 133082

Ingeniería Industrial

Tutor:

Camino, Andrés, UADE

Julio 23, 2014



UADE

**UNIVERSIDAD ARGENTINA DE LA EMPRESA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS EXACTAS**

Contenidos

CAPITULO I.....	5
1.1 Resumen.....	5
1.2 Abstract	6
1.3 Introducción:	7
CAPITULO II.....	9
Marco teórico	9
2.1 ¿Qué es el TPM?.....	9
2.2 Historia y evolución del mantenimiento hasta el TPM:	9
2.3 Los principales beneficios de la implementación del TPM son:.....	11
2.4 Pilares en los que se basa el TPM:.....	12
2.5 Las seis grandes pérdidas:	25
2.6 OEE y las Seis grandes Pérdidas:	28
2.7 Aplicación de las 5S como base del TPM:.....	30
CAPITULO III.....	36
Antecedentes.....	36
3.1 Cojinetes MRC	36
3.2 Asella Malt Industry.....	37
3.3 Industria Textil.....	38
CAPITULO IV.....	40
Empresa objetivo	40
4.1 Descripción general	40
4.2 Productos	41
4.3 Proceso de producción:.....	43
4.4 Situación actual	50
4.5 Cálculo del OEE actual.....	52
4.6 Lay out producción línea 1:	54
4.7 Decisión de la empresa:	55
4.8 Funcionamiento de área de mantenimiento:	56

CAPITULO V	60
Implementación.....	60
5.1 Pasos para una correcta implementación:.....	60
5.2 Diseño del programa implementado	64
5.3 Etiqueta:	72
5.4 Registro de paradas:.....	74
5.5 Sugerencias:	76
5.6 Ficha de automantenimiento	78
5.7 Check list:	82
5.8 Mantenimiento programado.....	84
5.9 Lección Puntual	85
CAPITULO VI.....	90
Resultados.....	90
6.1 Primeros resultados	90
6.2 Calculo nuevo OEE:.....	91
6.3 Beneficio obtenido	93
6.4 Resumen de resultados	94
CAPITULO VII	95
7.1 Conclusión	95
Bibliografía	98
Anexos:.....	100
Anexo A: Cronograma implementación TPM en Cerámica Martin.....	100
Anexo B: Etiqueta.....	101
Anexo C: Registro de paradas	102
Anexo D: Sugerencia	103
Anexo E: Ficha de automantenimiento. Limpieza y revisión mecánica cortadora línea 1.....	104
Anexo F: Check list.....	105
Anexo G: Cronograma mantenimiento planificado semestral.....	106
Anexo H: Lección puntual	107

INDICE DE ILUSTRACIONES 108
INDICE DE TABLAS 108
INDICE DE ECUACIONES..... 109

CAPITULO I

1.1 Resumen

El presente trabajo tiene como finalidad la implementación inicial de la filosofía TPM (Total Productive Maintenance) en una empresa constructora de ladrillos huecos de Buenos Aires, Argentina.

Se decide implementar la filosofía TPM en esta empresa con el fin de reducir el alto nivel de paradas no programadas, realizar un cambio cultural en todo el personal y fomentar la relación entre las distintas áreas.

En el trabajo se describen las características de la filosofía TPM, incluyendo la evolución histórica del mantenimiento, los beneficios que se pueden obtener con su implementación, antecedentes históricos y un amplio marco teórico.

Se detallan las características, el proceso productivo y la situación inicial de la empresa objetivo. Realizando un análisis en términos de costos incurridos por paradas no programadas y los posibles beneficios a obtener con la implementación del TPM.

Se describen los pasos necesarios para llevar a cabo la implementación, detallando las herramientas y procedimientos utilizados en cada paso.

Se incluyen los resultados obtenidos a lo largo del proyecto, describiendo los beneficios económicos y los cambios observados en la cultura del personal.

Por último se realiza una conclusión de los resultados obtenidos con la implementación del TPM.

1.2 Abstract

The present document aims the initial implementation of TPM philosophy (Total Productive Maintenance) in a hollow brick construction company in Buenos Aires, Argentina.

It was decided to implement the TPM philosophy in this business in order to reduce the high level of unscheduled stops, make a cultural change in all staff and foster the relationship between the different areas.

This work describes the characteristics of the TPM philosophy, including the historical evolution of maintenance, the benefits to be gained with this implementation, historical background and a wide theoretical framework.

Characteristics, the production process and the initial situation of the target company are detailed. An analysis is performed in terms of costs incurred for unscheduled stoppages and potential benefits to be gained with the implementation of TPM

The steps required to carry out the implementation, detailing the tools and procedures used in each step are described.

The results obtained during the project are included, describing the economic benefits and the observed changes in staff culture.

Finally, a conclusion from the results obtained with the implementation of the TPM is performed.

1.3 Introducción:

El presente trabajo tiene como objetivo final sentar las bases para la implementación de la filosofía del Mantenimiento Productivo Total (o Total Productive Maintenance, TPM) en una empresa constructora de ladrillos huecos. Con el fin de disminuir las pérdidas causadas por el deficiente mantenimiento, incluyendo desde costos de reparaciones hasta pérdidas originadas por el no funcionamiento de la línea durante las paradas no programadas.

Creemos que la situación actual mundial lleva a las empresas a revisar sus filosofías de trabajo, principalmente las de mantenimiento. Ya que continuamente se incrementa la competencia y las empresas requieren reducir sus tiempos muertos de producción y paradas, para no perder productividad. Para esto el TPM otorga una nueva forma de ver el mantenimiento, incorporando a los operarios en el mantenimiento primario de los equipos, realizando tareas tan simples como lubricación y limpieza, pero que reducen la carga en el área de mantenimiento, otorgando más tiempo para las reparaciones programadas. Junto a esto el TPM involucra a todo el personal en esta filosofía, cambiando la forma de pensar de las personas y fomentando la interrelación entre las áreas.

Como comienzo se realiza una descripción y detalle de las bases teóricas del TPM. Esta incluye la evolución del mantenimiento desde el correctivo hasta llegar al mantenimiento productivo total, el marco teórico del TPM incluyendo los pilares sobre los que este se basa y ejemplos de éxito en distintas empresas manufactureras. En adición se enuncian y detallan las seis grandes pérdidas sobre las cuales hace foco el TPM, y como se puede obtener un indicador de productividad global utilizando el OEE (Overall Equipment Effectiveness o Eficiencia General de los Equipos).

A continuación, se realiza una descripción general de la empresa donde se implementará y el proceso productivo que utiliza. Junto a esto se analiza el mantenimiento realizado y su impacto en los costos, mensurando las pérdidas relacionadas con las deficiencias del mismo. En adición se mide un OEE inicial para poder medir los avances de la implementación del TPM.

Luego se describen los 12 pasos que se deben realizar para implementar el TPM. A continuación se detalla el diseño del plan de implementación llevado a cabo, indicando las tareas

y procedimientos realizados en cada paso. Se incluye detalle de las herramientas utilizadas en esta implementación (check list, automantenimiento, lección puntual, etiqueta, etc.) y ejemplos de las mismas. Comentando su forma de utilización y ventajas de cada herramienta.

Finalmente se calculan los costos incurridos para llevar a cabo la implementación inicial del TPM, estos incluyen los gastos de capacitación inicial y técnica, mantenimiento extra y campañas de difusión. También se calculan los beneficios obtenidos de la implementación del TPM en la línea piloto. Para realizar esto se vuelven a medir los distintos indicadores que componen el OEE con el fin de analizar los cambios de estos con respecto a la medición inicial (antes de la implementación).

Luego de este proyecto de implementación inicial, en caso de haber obtenido beneficios económicos satisfactorios, la empresa continuará con la implementación de la filosofía TPM en el resto de la planta de producción. Para esto requerirá contratar más personal que se encuentre dedicado completamente en el TPM.

Como conclusión se describen los desafíos encontrados durante la implementación, comparados con la experiencia de estudios anteriores, y de los beneficios obtenidos con la conclusión de este proyecto. Detallando las ventajas que se obtienen a nivel del personal (moral, voluntad y compromiso) y los que impactan en la organización completa.

CAPITULO II

Marco teórico

2.1 ¿Qué es el TPM?

El TPM (Total Productive Maintenance) o Mantenimiento Productivo Total es una filosofía de trabajo originaria de Japón, la cual se enfoca en la eliminación de las pérdidas asociadas con las paradas de línea, la calidad y costos de mantenimiento o rotura de los equipos.

El TPM se basa, para lograr sus objetivos, en el mantenimiento autónomo, el cual se enfoca en la relación entre el operario u operador y la máquina, dándole a éste un sentido de responsabilidad sobre su equipo, permitiéndole realizar tareas de mantenimiento sencillas, como lubricación, control e inspección, entre otras, en vez de centrar todo el mantenimiento en un área o departamento específico.

El TPM se apoya, también, en la disciplina de todos los integrantes de la empresa, para lograr de esta forma un ambiente limpio y ordenado, y eliminar al máximo posible las pérdidas de mantenimiento, promoviendo además al ciclo de mejora continua.

Esto debe ser promovido por la alta gerencia determinando un comité directivo del TPM, que será el encargado de difundir la filosofía TPM dentro de la organización. Este comité es dirigido por un líder que debe velar por un cambio cultural dentro de la organización para la efectiva implementación del TPM.

2.2 Historia y evolución del mantenimiento hasta el TPM:

Hasta llegar al TPM hubo que atravesar tres fases previas. La primera de ellas es el mantenimiento reactivo o correctivo, el cual comenzó a principios del siglo XVIII y XIX durante la revolución industrial, con la aparición de las primeras máquinas. Este se basa exclusivamente en la reparación de averías o fallas cuando estas ocurren. Es la habitual reparación que se realiza a causa de una falla que obligó a detener el equipo o máquina.

Posteriormente, y como segunda fase de desarrollo, surgió alrededor de 1925 el concepto de mantenimiento preventivo, el cual tenía como objetivo evitar interrupciones en el proceso

productivo. Esta metodología se enfoca en obtener, por sobre todo, la mayor rentabilidad económica en base a la máxima producción y estableciendo para ello funciones o actividades de mantenimiento orientadas a detectar y/o prevenir averías antes de su ocurrencia.

En los años sesenta apareció lo que se denomina mantenimiento productivo, que constituye la tercera fase de desarrollo antes de llegar al TPM. El mantenimiento productivo utiliza los principios del mantenimiento preventivo, pero le agrega un plan de mantenimiento para toda la vida útil del equipo sin descuidar la fiabilidad y mantenibilidad del mismo.

Por último se llega al TPM, que comenzó a implementarse en Japón durante los años setenta en la empresa Nippon Denso (autopartista de Toyota Motor Company), esta fue una de las primeras en incorporar el mantenimiento preventivo en su planta. El Japan Institute of Plant Engineers (JIPE) apoyó y ayudó a Nippon Denso a desarrollar este modelo de mantenimiento. Posteriormente el JIPE se transformaría en el Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM), organización líder y creadora de los conceptos TPM (1971). Esta organización tiene como objetivo dar soporte a la producción, reduciendo los riesgos y mejorando el OEE de las empresas manufactureras.

A medida que aumentaba la automatización también lo hacía la necesidad de personal de mantenimiento, debido a esto la gerencia decidió que el mantenimiento de rutina fuese llevado a cabo por los mismos operarios (esto dio lugar al mantenimiento autónomo, uno de los pilares del TPM). La inclusión de este, logró que los operarios propusieran mejoras en los equipos, que a su vez dio lugar a la prevención del mantenimiento, que junto con el mantenimiento preventivo y las mejoras en mantenibilidad dieron origen al Mantenimiento Productivo Total. Este incorpora como se mencionó, una serie de nuevos conceptos como ser el mantenimiento autónomo y la implicación activa de todos los empleados, desde los altos cargos hasta los operarios en planta, en alcanzar los objetivos propuestos por la empresa y la creación de una cultura propia que estimule el trabajo en equipo y eleve la moral del personal.

El TPM adopta como filosofía el principio de mejora continua desde el punto de vista del mantenimiento y la gestión de los equipos. El TPM ha tomado conceptos relacionados con el mantenimiento basado en el tiempo MBT y el mantenimiento basado en las condiciones MBC.

El MBT intenta planificar las actividades de mantenimiento del equipo de forma periódica, reemplazando en el momento adecuado las partes que se prevean de dichos equipos, para garantizar su buen funcionamiento. Mientras que el MBC intenta planificar el control a ejercer sobre el equipo y sus partes, a fin de asegurarse de que reúnan las condiciones necesarias para una operación correcta y puedan prevenirse posibles averías o anomalías de cualquier tipo.

Seiichi Nakajima un alto funcionario del Japan Institute of Plant Maintenance, recibe el crédito de haber definido los conceptos de TPM y de ver por su implementación en cientos de plantas en Japón.

2.3 Los principales beneficios de la implementación del TPM son:

- Aumento de la productividad
- Reducción de accidentes
- Aumento en el nivel de prevención de riesgos laborales, seguridad e higiene
- Aumento en el nivel de confianza de los empleados
- Aumento de la vida útil de la maquinaria
- Menores costos de mantenimiento
- Mantener el lugar de trabajo limpio y atractivo
- Mejora en la cultura de los empleados
- Reducción del costo de producción
- Compartir conocimiento y experiencia
- Implementación horizontal de un nuevo concepto en todas las áreas de la organización
- Los operarios se apropian de su maquinaria al realizar el mantenimiento principal

2.4 Pilares en los que se basa el TPM:

El TPM se sustenta sobre 8 pilares para su efectiva aplicación. Estos a su vez se sustentan sobre la implementación de las 5S y del indicador OEE (Overall Equipment Effectiveness, o Eficiencia General de los Equipos), que permitirá conocer la eficiencia con que trabajan los equipos y procesos, que a su vez permite conocer y cuantificar las pérdidas.



Ilustración 1: Pilares TPM

Fuente: De los autores

Mejoras enfocadas o Kebetsu Kaizen:

El objetivo de estas mejoras es eliminar sistemáticamente las grandes pérdidas ocasionadas en el proceso productivo (Ver detalle de las seis grande pérdidas en el punto 2.5, página 25).

Aquí se trata de identificar los objetivos de mejora y realizar las acciones individuales y en grupo para eliminar los principales defectos de las instalaciones industriales. Si la

organización ya posee actividades de mejora similares, esta podrá incorporar a su proceso nuevas herramientas del TPM, por lo que puede mantener y mejorar estas actividades con el TPM.

Este proceso de mejora continua es similar al que se desarrolla en los proceso de TQC (Control Total de Calidad), pero con aplicación de técnicas de mantenimiento y con el objetivo de maximizar la eficiencia global del equipamiento. Para esto se requiere utilizar una metodología específica de trabajo, como puede ser el seguir los pasos del PDCA (Plan, Do, Check and Act) o en español PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar), los cuales se ilustran en el siguiente gráfico.

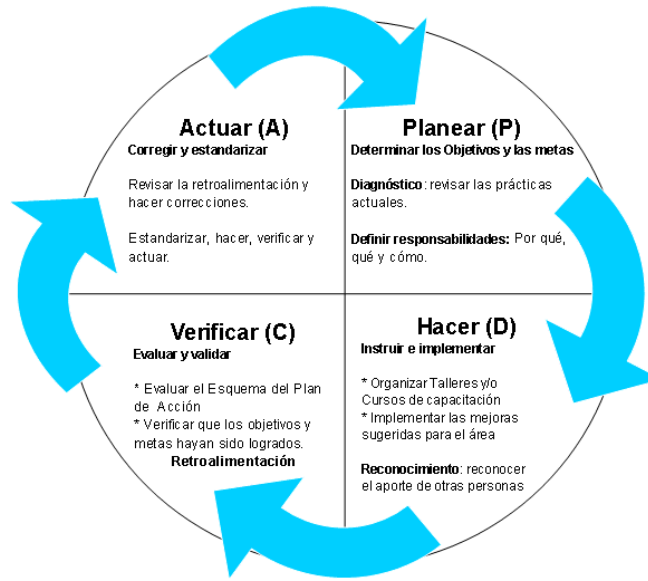


Ilustración 2: Diagrama PDCA.

Fuente: <http://seguridadindustrialgt.wordpress.com>

El desarrollo de las actividades de mejoras enfocadas se realiza siguiendo los pasos mostrados en la siguiente figura:

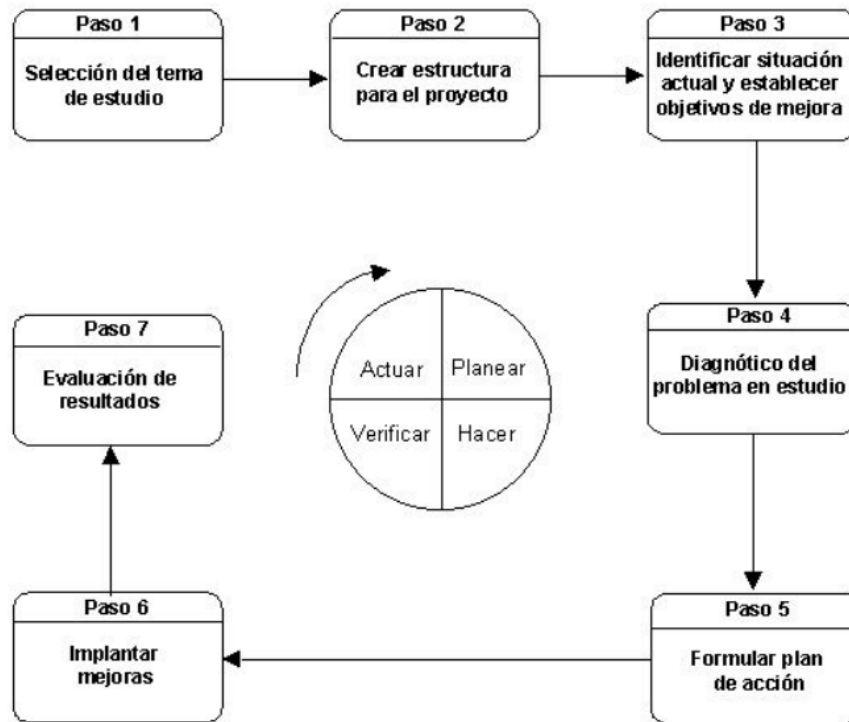


Ilustración 3: Pasos mejoras enfocadas

Fuente: <http://www.ceroaverias.com/centroTPM/mejorasenfocadas.htm>

Paso 1: Selección del tema de estudio

En este paso se debe seleccionar el tema de estudio utilizando diferentes criterios:

- Problemas de calidad y entregas de producto terminado
- Relación con otros procesos de mejora continua
- Posibilidades de utilizar la solución en otras áreas o equipos de la empresa
- Criterios organizativos

Paso 2: Crear la estructura para el proyecto

Generalmente esta estructura es la de un equipo interfuncional, interviniendo personal de distintas áreas y funciones, como ser supervisores, ingenieros, operarios, técnicos, etc.

Un factor muy importante para el éxito de este tipo de proyectos radica en la gestión del equipo de trabajo, desde su comunicación hasta como se realiza el seguimiento de las tareas.

Paso 3: Identificar la situación actual y formular objetivos

Aquí se debe realizar un análisis del problema e identificar las principales pérdidas asociadas con el mismo. Es necesario, en esta fase, recopilar toda la información pertinente al problema en estudio, como ser fallas, historial de reparaciones y otra información necesaria. Esta información debe ser consolidada para facilitar su interpretación y poder realizar un correcto diagnóstico de la situación actual.

Una vez determinada la situación actual se deben establecer los objetivos o metas que se quieren alcanzar con este proyecto.

Paso 4: Diagnóstico del problema

Como paso previo al diagnóstico del problema se deben establecer y mantener las condiciones básicas que aseguren el correcto funcionamiento del equipo. Algunas de estas condiciones son: limpieza, lubricación, ajustes diarios (tuercas, tornillos, etc.), etc. Para esto es necesario realizar actividades de mantenimiento autónomo sobre el equipo para mantener estas condiciones.

Para lograr el diagnóstico del problema se pueden utilizar distintas técnicas de la calidad, como ser:

- Análisis de causa raíz
- Método Why & Why, o de los 5 porque
- Análisis de datos
- Diagrama de Pareto, entre otras

Paso 5: Crear plan de acción

Luego de haber investigado y analizado las distintas causas del problema en estudio es necesario establecer un plan de acción para eliminar la o las causas de este. El plan debe incluir

distintas propuestas de mejoras y las actividades que deberá realizar el personal involucrado. Para esto se deben detallar las actividades asignadas a cada persona en particular.

Paso 6: Implementar mejoras

Este paso comprende la realización de las actividades de mejora definidas en el paso cinco. Es importante contar durante la implementación con la participación de todas las personas involucradas en este proyecto, incluyendo siempre al operador del equipo en cuestión (en el caso de que la mejora sea sobre un equipo).

Siempre que deban realizarse modificaciones sobre la planificación de las tareas o cambios en las mismas se debe informar a todo el personal involucrado y escuchar las opiniones que tengas.

Paso 7: Evaluar los resultados

Por último se deben evaluar los resultados obtenidos con las mejoras implementadas. Es recomendable publicar estas mejoras en carteleras dentro de la empresa para informar a todo el personal sobre las mismas.

Mantenimiento autónomo o Jishu Hozen:

Este mantenimiento es básicamente la prevención del deterioro de los equipos y componentes de los mismos, llevado a cabo por los operadores y preparadores del equipo, puede y debe contribuir significativamente a la eficacia del equipo.

Los operadores serán los encargados de llevar a cabo el mantenimiento rutinario de sus equipos. Este mantenimiento incluye lo siguiente:

- Limpieza diaria, que se tomará como un proceso de inspección
- Inspección de los puntos clave del equipo en busca de fugas, desgaste anormal, exceso o defecto de lubricación, etc.
- Lubricación periódica de puntos clave del equipo
- Detectar fallas y reportar las mismas en caso de no poder repararse en el momento de su detección

- Pequeños ajustes.

Estas actividades deben realizarse en base a estándares de trabajo creados conjuntamente entre las áreas de producción y mantenimiento, estableciendo las tareas que debe realizar el operador, su frecuencia, y las condiciones estándar del equipamiento.

Este paso requiere generalmente de una limpieza inicial antes que los operadores comiencen a realizar el mantenimiento autónomo. De esta forma se pueden observar las condiciones de limpieza en que deben mantenerse los equipos.

Los objetivos principales del mantenimiento autónomo son:

- Mejora de la moral en el trabajo
- Lograr un total sentido de pertenencia y responsabilidad del operador con su equipo
- Lograr que el operador realice análisis de problemas y proponga soluciones a los mismos
- Mejorar la seguridad
- Establecer y mantener las condiciones óptimas de trabajo del equipamiento
- Emplear el equipo como instrumento para el aprendizaje del operador.

Mantenimiento planificado o especializado (Keikaku Hozen):

El objetivo de este pilar es mantener el equipo y el proceso en condiciones óptimas. El mantenimiento planificado busca eliminar los problemas de los equipos realizando acciones de mejora, prevención y predicción de las fallas. Para esto se requiere contar con una correcta información sobre los equipos, teniendo detalladas las fallas de cada uno, su historial de servicio, y contar con las especificaciones técnicas y de funcionamiento de los mismos. Esta información sirve como base para realizar la planificación del mantenimiento, determinando que mantenimiento realizar y su frecuencia de realización.

Este pilar requiere de un grupo de personas dedicado a realizar estas actividades, su seguimiento y continua mejora de las mismas. Este plan de mantenimiento debe actualizarse en base a los datos adquiridos, realizando un análisis de los mismos y modificando las tareas y/o su frecuencia de realización.

El JIPM establece seis pasos para la implementación del mantenimiento planificado.

“El objetivo de los pasos iniciales del mantenimiento especializado es apoyar el mantenimiento autónomo y eliminar problemas de los equipos a través de análisis de la información disponible de las fallas y averías. En los pasos avanzados contribuye a mejorar los procesos de gestión y las operaciones de mantenimiento preventivo, predictivo y la utilización de tecnología para el diagnóstico de equipos.” KURATOMI, Ishiro. *Pilar TPM mantenimiento planificado*. [En línea]. Disponible en: <http://www.ceroaverias.com/pageflip/planificado11.htm> [Ref. Mayo 2014]

A continuación se detallan los seis pasos sugeridos por el JIPM:

1. Identificar el punto de partida del estado de los equipos

Aquí se debe establecer la información que se dispone de los equipo, mejorando la información disponible previamente de los mismos. Esta información permite crear la base histórica necesaria para diagnosticar los problemas de los mismos.

2. Eliminar deterioro y mejorar los equipos

Este paso busca eliminar los problemas del equipo y desarrollar acciones que eviten la presencia de fallos similares en otros equipos. Aquí se aplican acciones de mejora continua.

3. Mejorar el sistema de información

La idea principal de este paso es mejorar el sistema de información para la gestión del mantenimiento, de tal forma que se puedan identificar las fallas y averías para su eliminación.

4. Mejorar el sistema de mantenimiento periódico

Aquí se busca establecer los estándares de mantenimiento, diseñar el proceso de preparación para el mantenimiento periódico, establecer los flujos de trabajo e identificar equipos y elementos de trabajo, y definir estrategias de mantenimiento.

5. Desarrollar un sistema de mantenimiento predictivo

El paso cinco busca introducir tecnologías para la aplicación del mantenimiento basado en la condición y predictivo. En este paso también se capacitan a los operarios en las nuevas tecnologías implementadas.

6. Desarrollo superior del sistema de mantenimiento

El último paso desarrolla procesos Kaizen para la mejora del sistema de mantenimiento periódico establecido en los pasos anteriores, desde los puntos de vista técnico, humano y organizativo. En este paso se deben evaluar los resultados obtenidos a través de los distintos indicadores y los beneficios económicos obtenidos.

Mantenimiento de calidad o Hinshitsu Hozen:

Este consiste en tomar acciones preventivas para obtener un proceso y equipo sin defectos o fallas. La meta aquí, es ofrecer un producto cero defectos producto de una máquina cero paradas y esto último sólo se logra con la continua búsqueda de una mejora y optimización del equipo.

El mantenimiento de Calidad es:

- Realizar acciones de mantenimiento orientadas al cuidado del equipo para que este no genere defectos de calidad
- Prevenir defectos de calidad certificando que los equipos cumplen con las condiciones para "cero defectos" y que estos se encuentran 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.

Los principios que sigue el mantenimiento de calidad son:

- Clasificación de los defectos e identificación de las circunstancias en que se presentan, frecuencia y efectos
- Realizar un análisis PM (Mantenimiento Preventivo) para identificar los factores del equipo que generan los defectos de calidad

- Establecer valores estándar para las características de los factores del equipo y valorar los resultados a través de un proceso de medición
- Establecer un sistema de inspección periódico de las características críticas
- Preparar matrices de mantenimiento y valorar periódicamente los estándares.

El JIPM ha establecido nueve etapas para el desarrollo del Mantenimiento de Calidad, estas son:

1. Identificación de la situación actual del equipo

En esta etapa se realiza un relevamiento de la información actual utilizando estándares de calidad (Diagrama del procesos de calidad, carta de capacidades de proceso, diagramas de dispersión, diagramas X-R) e información de los defectos (Estadísticas de defectos, diagramas de Pareto, hojas estándares de trabajo)

2. Análisis de las condiciones 4M

Se realiza una tabla que relaciona los procesos con cada una de las condiciones 4M (Materiales, equipos, personas y métodos). Como ejemplo se muestra la siguiente tabla:

Tabla I: Condiciones 4M

Proceso Principal	Subproceso	Modo de defecto	Materiales		Equipos		Métodos		Personas	
Ejemplo Mezclado Resinas	Dosificación	Partículas extrañas	Porcentaje Permitido max. 100 ppm	O Δ	Malla tamizado sin oxidación	O	Verificar semanalmente	Δ	2 años de experiencia	O

O De acuerdo al estándar

Δ Estándares no empleados adecuadamente

Φ No hay estándares

X Estándares imposibles de cumplir

Fuente: <http://www.ceroaverias.com/centroTPM/MANTENIMIENTO%20CALIDAD%20para%20web.pdf>

3. Preparar lista de defectos o “fuguais”

En esta etapa se realiza una lista de todas las situaciones anormales del proceso identificándolas por tipo de problema. **Fuguais** es una palabra Japonesa que significa defecto, error o pérdida en los procesos productivos.

4. Priorizar el efecto de los problemas

Se realiza una valoración de los problemas encontrados en base a los criterios utilizados en el AMFE (Análisis de Modos de Fallo y Efectos).

5. Diagnóstico de los problemas

Se analizan los problemas empleando distintas técnicas como: Método PM y Why & Why. A continuación se muestra un ejemplo de la tabla de resultados.

Tabla II: Diagnóstico de problemas

Fenómeno	Principios Fisicos	Condiciones que producen el problema	Relación con las 4M	Condiciones Optimas
Equipo no se detiene en el punto exacto	Fuerza de fricción no es suficiente para detener el tambor	Suciedad en el volante Falta de tensión en correa	Exceso de grasa Tensor desgastado	Limpieza autonoma y lubricación quincenal 5mm de separación

Investigación	Resultados	Relación con las 4M
Existe estandar Se cumple La separación es de 10mm	ok Deficiente	Cambio de material

Fuente: <http://www.ceroaverias.com/centroTPM/MANTENIMIENTO%20CALIDAD%20para%20web.pdf>

6. Evaluar el efecto de las acciones implantadas

Se realiza una valoración del efecto de las acciones propuestas utilizando un segundo AMFE.

7. Implantar las mejoras

En este paso se implementan las mejoras sugeridas y se observa su resultado sobre la calidad del producto.

8. Revisión de las nuevas condiciones 4M

En el paso 8 se actualiza la tabla de análisis con las condiciones 4M de la etapa dos para determinar si son adecuadas y correctas estas condiciones

9. Consolidar y establecer puntos de inspección

Aquí se establecen los estándares de inspección autónoma que se deben llevar a cabo para mantener el equipo en condiciones de no generar defectos de calidad.

10. Crear una matriz de mantenimiento de calidad

Esta sirve como instrumento visual para la gestión del mantenimiento. A continuación se observa un ejemplo:

Tabla III: Matriz de mantenimiento

Elementos a inspeccionar en rutinas de mantenimiento
<p>Tambor sensor: Inspeccionar cada turno Verificar el estado del mecanismo que soporta el muelle Observar la marca del control visual que no sobrepasa la marca roja Lubricar con OKS 26 Blue de Loctite. Evitar rociar las polea y correa</p> <p>Tiempo máximo de esta tarea 2,5 minutos Emplear guantes de goma y máscara protectora Consulta OPL's para el empleo de detergentes</p>

Fuente: <http://www.ceroaverias.com/centroTPM/MANTENIMIENTO%20CALIDAD%20para%20web.pdf>

Control inicial:

Este pilar tiene como objetivo prevenir los problemas que se puedan presentar en equipos, maquinaria, productos o proyectos, desde las fases de diseño y desarrollo. En TPM se emplea para identificar y prevenir problemas potenciales que una empresa puede encontrar cuando se va a comprar, instalar y poner en marcha una máquina o proceso, o cuando una empresa está planificando la introducción de un nuevo producto al mercado.

Normalmente el control inicial cubre los siguientes campos:

Desarrollo de productos: además de desarrollar productos atractivos, los fabricantes deben proyectar productos fáciles de fabricar, reduciendo los costos de producción, facilitando la automatización, acortando los plazos de desarrollo y producción, y estabilizando la calidad.

Ingeniería de Producción: La ingeniera de producción debe generar nuevos métodos para construir equipos que sean flexibles para fabricar económicamente una diversidad de modelos de productos.

Tecnología de fabricación: Se necesita una buena base tecnológica para el desarrollar procesos de fabricación más automáticos, sofisticados y avanzados. Por tanto las empresas forman un staff de ingenieros altamente cualificados.

En base a esto, podemos definir el Pilar de Gestión Temprana y Control Inicial como el proceso encargado de establecer paso a paso el desarrollo de productos, tecnología de fabricación e ingeniería de producción.

Los objetivos de este pilar son:

- Aumentar la eficiencia en el desarrollo de nuevos productos y de inversiones en equipos
- Reducir los tiempos de aplicación de nuevos cambios tecnológicos
- Lograr arranques eficientes o verticales.

Mantenimiento en áreas administrativas:

Tiene como objetivo eliminar las pérdidas en los procesos administrativos y aumentar la eficiencia.

“Cerca del 80% del costo de un producto es determinado en las etapas de diseño del producto y de desarrollo del sistema de producción. El mantenimiento productivo en áreas administrativas ayuda a evitar pérdidas de información, coordinación, precisión de la información, etc.” EQUIPO EDITOR DE CEROAVERIAS.COM, *La esencia del TPM* [en línea]. Barcelona, España. [ref. Mayo 2014] Disponible en web: <http://www.ceroaverias.com/archivoeditorial11/articulo.htm>

Este pilar tiene como principal objetivo eliminar las pérdidas que se presentan en las áreas que dan soporte a las operaciones de la empresa, y lo que se pretende es aprovechar la experiencia obtenida a través de la implementación en las áreas operacionales y trasladarlas hacia las oficinas, almacenes y demás áreas de la empresa.

En estas áreas las siglas del TPM toman los siguientes significados:

T.- Total Participación de sus miembros

P.- Productividad (volúmenes de ventas y ordenes por personas)

M.- Mantenimiento de clientes actuales y búsqueda de nuevos

Capacitación y entrenamiento:

Este pilar busca fortalecer las capacidades y habilidades del personal, buscando mejorar la capacitación y comprensión de los factores necesarios para lograr una correcta implementación del TPM y obtener los beneficios que se pretenden con esta implementación.

En este pilar se definen las tareas que debe realizar cada persona de la organización, capacitando al personal en el uso de las herramientas y técnicas del TPM. Se logra una mejor implementación cuando los que instruyen sobre lo que se hace y cómo se hace son parte del personal de la empresa, solo se debe buscar asesoría externa cuando las circunstancias lo requieran (capacitación técnica, cursos externos, etc.).

El TPM requiere un personal que haya desarrollado habilidades para un correcto desempeño dentro de las siguientes actividades:

- Habilidad para identificar y detectar problemas en los equipos
- Comprender el funcionamiento de los equipos
- Capacidad de analizar y resolver problemas de funcionamiento y operaciones de los procesos
- Capacidad de conservar el conocimiento y transmitirlo a otros compañeros
- Habilidad para trabajar y cooperar con otras áreas.

Seguridad y medio ambiente:

Aquí se pretende crear y mantener un sistema que garantice un ambiente laboral sin accidentes ni contaminación.

Lo importante es 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.

Normalmente este pilar ya se encuentra implementado en la mayoría de las empresas en la actualidad, ya que la ley N° 19587 Argentina establece los requisitos de seguridad industrial que deben existir en cada empresa.

2.5 Las seis grandes pérdidas:

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 proceso productivo
- Funcionamiento a velocidad inferior a la capacidad de los equipos
- Productos defectuosos o mal funcionamiento de las operaciones en un equipo.



Ilustración 4: Seis grandes pérdidas

Fuente: De los autores.

Fallas en los equipos principales

Las averías causan dos problemas, pérdidas de tiempo cuando se reduce la producción, y pérdidas de cantidad, causadas por productos defectuosos. Las averías esporádicas, fallos repentinos, drásticos o inesperados del equipo, son normalmente obvias y fáciles de corregir. Las averías menores de tipo crónico son a menudo ignoradas o descuidadas después de repetidos intentos fallidos de remediarlas.

Cambios y ajustes no programados

Cuando finaliza la producción de un producto y el equipo se ajusta para atender los requerimientos de uno nuevo, se producen pérdidas durante la preparación y ajuste, al aparecer tiempos muertos y productos defectuosos como consecuencia del cambio.

Ocio y paradas menores

Una parada menor surge cuando la producción se interrumpe por una falla temporal o cuando la máquina está inactiva. Puede suceder que alguna pieza bloquee una parte de un transportador, causando inactividad en el equipo; otras veces, sensores que detectan productos defectuosos paran los equipos. Estos tipos de paradas temporales difieren claramente de las averías. La producción normal es restituida moviendo las piezas que obstaculizan la marcha y reajustando el equipo.

Reducción de Velocidad

Las pérdidas de velocidad reducida se refieren a la diferencia entre la velocidad de diseño del equipo y la velocidad real operativa. Es típico que en la operación del equipo la pérdida de velocidad sea pasada por alto, muchas veces porque siempre se “trabajo así”, aunque constituye un gran obstáculo para su eficacia. La meta debe ser eliminar la diferencia entre la velocidad de diseño y la velocidad real.

Defectos en el proceso

Los defectos de calidad y la repetición de trabajos son pérdidas de calidad causadas por el mal funcionamiento del equipo de producción. En general, los defectos esporádicos o aleatorios se corrigen fácil y rápidamente al normalizarse las condiciones de trabajo del equipo. La reducción de los defectos y averías crónicas, requieren de un análisis más cuidadoso, siguiendo el proceso establecido por la ruta de la calidad, para remediarlos mediante acciones innovadoras.

Pérdidas de Arranque

Las pérdidas de puesta en marcha son pérdidas de rendimiento que se ocasionan en la fase inicial de producción, desde el arranque hasta la estabilización de la máquina. El volumen de pérdidas varía con el grado de estabilidad de las condiciones del proceso, el nivel de mantenimiento del equipo, la habilidad técnica del operador, etc. Este tipo de pérdidas está latente, y la posibilidad de eliminarlas es a menudo obstaculizada por la falta de sentido crítico, que las acepta como inevitables.

2.6 OEE y las Seis grandes Pérdidas:

El OEE (Overall Equipment Effectiveness o Eficiencia General de los Equipos) es un indicador numérico que mide la eficiencia productiva de los equipos, teniendo en cuenta los tiempos de parada, velocidad y calidad del producto final u output del proceso. Mide que porcentaje de la producción planificada es realmente productivo. Fue diseñado para dar soporte a las iniciativas del TPM, obteniendo un seguimiento acertado del progreso en pos de lograr una “producción perfecta”. Un objetivo estratégico del TPM es maximizar efectivamente el OEE a través de la eliminación o reducción de las seis mayores pérdidas.

Internacionalmente se definen los siguientes porcentajes de OEE:

- Un OEE del 100% es una producción perfecta
- Un OEE del 85% o mayor es un estándar mundial para productores medianos a grandes
- Un OEE del 60% es un indicador bajo para los productores comunes
- Un OEE del 40% no es desconocido para los productores que no poseen programas de TPM y/o LEAN.

Tabla IV: Indicadores OEE

Indicador	Meta TPM	Tipo de medición
Disponibilidad	0 Paradas/Fallas	Toma en cuenta la reducción del tiempo de parada, el cual incluye todos los eventos que paran la línea de producción y reducen la producción planeada
Calidad	0 Defectos	La calidad se encarga de controlar la cantidad de productos que no cumplen con los estándares de calidad
Rendimiento	0 Pequeñas paradas o baja velocidad	El rendimiento tiene en cuenta las pequeñas paradas que ocurren o cuando la velocidad de producción de la línea se encuentra por debajo del estándar, produciendo a una velocidad más baja de la requerida
OEE	Producción perfecta	El OEE incluye todas las pérdidas de los tres indicadores, dando como resultado una medición de la productividad real de la línea de producción

Fuente: www.oeec.com

Cálculo:

$$OEE = Disponibilidad * Rendimiento * Calidad$$

Ecuación 1: Cálculo de OEE

Como se puede observar en la tabla I, el OEE se encuentra íntimamente ligado con las metas del TPM de “0 Fallas” (medido a través de la Disponibilidad), No paradas cortas o baja velocidad de la línea (medido por la performance o rendimiento) y 0 Defectos (medidos por la calidad).

Es muy importante realizar la correcta medición del OEE para conocer y cuantificar las pérdidas de productividad, en orden de poder observar los resultados obtenidos a través de la aplicación e implementación del TPM.

Beneficios de implementar el OEE como parte de la implementación del TPM:

A corto plazo este indicador ayuda a identificar la oportunidad de mejora que existe, para un determinado grupo de equipos o procesos (donde se realiza la medición).

A largo plazo sirve como base para guiar el proceso de implementación del TPM y observar los frutos del mismo. Además, ayuda en la determinación de objetivos o metas a futuro, de modo que es un gran indicador para mostrarle a la empresa donde se encuentra y determinar hacia dónde quiere llegar.

2.7 Aplicación de las 5S como base del TPM:

Es altamente recomendable, para poder llevar a cabo exitosamente la implementación de la filosofía TPM, aplicar previamente la estrategia denominada **5S**, donde se busca disciplina y orden en los empleados e instalaciones de la organización, dos conceptos fundamentales para una correcta labor sobre el TPM. Si es posible aplicar correctamente las **5S** dentro de la organización, es muy probable que se logre una exitosa implementación del TPM.

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 que se inició en Toyota en los años sesenta 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. Este método no requiere que se imparta una formación compleja al personal, ni expertos que posean conocimientos sofisticados, aunque es fundamental implantarlo mediante una metodología rigurosa y disciplinada. Se basa en gestionar de forma sistemática los elementos de un área de trabajo de acuerdo a cinco fases, conceptualmente muy sencillas, pero que requieren esfuerzo y perseverancia para mantenerlas, siendo cada una de ellas correspondida a una palabra japonesa de primera letra **S**:

- **Seiri (organizar – clasificar):** Consiste en identificar y separar los materiales necesarios de los innecesarios y en desprenderse de éstos últimos.

- **Seiton (ordenar):** 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.
- **Seiso (limpiar):** Consiste en identificar y eliminar las fuentes de suciedad, asegurando que todos los medios se encuentran siempre en perfecto estado de salud.
- **Seiketsu (estandarizar – control visual):** Es útil para distinguir fácilmente una situación normal de otra anormal, mediante normas sencillas y visibles para todos.
- **Shitsuke (disciplina):** Consiste en trabajar permanentemente de acuerdo con las normas establecidas.

De aquí el nombre de **5s**.

Las tres primeras fases, ORGANIZACIÓN, ORDEN Y LIMPIEZA, son operativas. La cuarta fase, CONTROL VISUAL, ayuda a mantener el estado alcanzado en las fases mediante la estandarización de las prácticas. La quinta y última fase, DISCIPLINA Y HÁBITO permite adquirir el hábito de su práctica y mejora continua en el trabajo diario.

Las cinco fases componen un todo integrado y se abordan de forma sucesiva una tras otra.

El objetivo de esta cultura organizacional es lograr, creando un entorno de comportamiento disciplinado y de responsabilidad con los recursos, lugares de trabajo mejor organizados, mas ordenados y más limpios de forma permanente consiguiendo una mayor productividad y un mejor entorno laboral.

Etapas:

Aunque son conceptualmente sencillas y no requieren que se imparta una formación compleja a todo el personal, ni recurrir a expertos que poseen mayores conocimientos, es fundamental implantarlas mediante una metodología rigurosa y disciplinada. Para esto se realizan rutinariamente auditorías de 5S para verificar su correcta aplicación y conocimiento.

Clasificación (*seiri*): separar innecesarios

Es la primera de las cinco fases. La misma consiste en identificar los elementos necesarios que deben encontrarse en el área de trabajo, separarlos de los innecesarios y desprenderse de estos últimos, evitando que vuelvan a aparecer. Asimismo, se debe comprobar que se disponen de todos los elementos necesarios en el área de trabajo.

Algunas normas ayudan a tomar buenas decisiones:

- Se desecha todo lo que se usa menos de una vez al año. Sin embargo, se tiene que tomar en cuenta en esta etapa de los elementos que, aunque de sean de uso infrecuente, son de difícil o imposible reposición. Ejemplo: Es posible que se tenga papel guardado para escribir y deshacerse de ese papel debido que no se utiliza desde hace tiempo con la idea de adquirir nuevo papel en caso de necesitarlo. Pero no se puede desechar una soldadora eléctrica sólo porque hace 2 años que no se utiliza, y comprar otra cuando sea necesaria. Se debe analizar esta relación entre compromiso y prioridades
- De lo que queda, todo aquello que se usa menos de una vez al mes se debe alejar del puesto de trabajo (por ejemplo, depositarlo en el almacén de la empresa).
- De lo que queda, todo aquello que se usa menos de una vez por semana se debe colocar no muy lejos.
- De lo que queda, todo lo que se usa menos de una vez por día se deja en el puesto de trabajo.
- De lo que queda, todo lo que se usa menos de una vez por hora está en el puesto de trabajo, al alcance de la mano.
- Y lo que se usa al menos una vez por hora se coloca directamente sobre el operario.

Esta clasificación del material de trabajo prepara las condiciones para la siguiente etapa, destinada al **orden (*seiton*)**.

Orden (*seiton*): situar necesarios

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 o puesto. Es útil aplicar en esta tarea el lema “un lugar para cada cosa, y cada cosa en su lugar”. En esta etapa se pretende organizar el espacio de trabajo con objeto de evitar tanto las pérdidas de tiempo como de energía del operador.

Normas de orden:

- Organizar racionalmente el puesto de trabajo (proximidad, objetos pesados fáciles de tomar o sobre un soporte adecuado, etc...)
- Definir las reglas de ordenamiento
- Hacer obvia la disposición de los elementos de los objetos
- Los objetos de uso frecuente deben estar cerca del operario
- Clasificar los objetos por orden de utilización
- Estandarizar los puestos de trabajo

Limpieza (*seisō*): suprimir suciedad

Una vez despejado (*seiri*) y ordenado (*seiton*) el espacio de trabajo, es mucho más fácil limpiarlo (*seisō*). Esta etapa 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 encuentren siempre en perfecto estado operativo. El incumplimiento de la limpieza puede tener muchas consecuencias, provocando incluso anomalías o el mal funcionamiento de la maquinaria.

Normas de limpieza:

- Limpiar, inspeccionar, detectar las anomalías
- Volver a dejar sistemáticamente en condiciones
- Facilitar la limpieza y la inspección
- Eliminar la anomalía en origen

Estandarización (*seiketsu*): señalar anomalías

Consiste en detectar situaciones irregulares o anormales 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 a diario. Para conseguir esto, las normas siguientes son de gran ayuda:

- Favorecer una gestión visual.
- Estandarizar los métodos operatorios.
- Formar al personal en los estándares.

Mantenimiento de la disciplina (*shitsuke*): seguir mejorando

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. Si esta etapa no se aplica con la rigurosidad necesaria el sistema de **5S** pierde su eficacia.

Establece un control riguroso en 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.

Pasos comunes de cada una de las etapas

La implementación de cada una de las **5S** se lleva a cabo siguiendo cuatro pasos:

- Preparación: formación respecto a la metodología y planificación de actividades.
- Acción: búsqueda e identificación, según la etapa, de elementos innecesarios, desordenados (necesidades de identificación y ubicación), suciedad, etc.
- Análisis y decisión en equipo de las propuestas de mejora que a continuación se ejecutan.

Beneficios

Implementando correctamente la estrategia de las **5S**, se pueden obtener grandes beneficios rápidamente y a un bajo costo, junto con un cambio organizacional muy importante.

Este cambio se compone principalmente en la forma de trabajo de los operarios, los cuales trabajan más ordenadamente, cuidando su espacio de trabajo y priorizando la optimización del mismo

La implantación de las **5S** se basa en el trabajo en equipo. Permite involucrar a los trabajadores en el proceso de mejora desde su conocimiento del puesto de trabajo, los trabajadores se comprometen y, se valoran sus aportaciones y conocimientos.

Manteniendo y mejorando continuamente el nivel de **5S** conseguimos una **MAYOR PRODUCTIVIDAD** que se traduce en:

- Menos descartes.
- Menos roturas.
- Menor nivel de existencias o inventarios.
- Menos accidentes.
- Menos movimientos y traslados inútiles.
- Menor tiempo para el cambio de herramientas.

CAPITULO III

Antecedentes

3.1 Cojinetes MRC

En 1996 Cojinetes MRC reconoció que poseía un problema, debido a que se encontraban con atrasos en sus órdenes y sus clientes los presionaban diariamente. (BLANN, Dale. *Caso de estudio sobre TPM*. [en línea], Marshall Institute. [ref. mayo de 2013] Disponible en web: <http://confiabilidad.net/articulos/caso-de-estudio-sobre-tpm/>)

Aproximadamente un 8% de sus horas de mantenimiento se utilizaban para realizar reparaciones de emergencia. En Octubre de 1997 se utilizaron más de 1660 horas en mantenimiento no planificado. Debido a esta situación la empresa decidió implementar el TPM ese mismo año. 10 meses más tarde el número de horas de mantenimiento no planificado se había reducido a menos de 30 horas, es decir una disminución del 99%.

Greg Folts, gerente de mejora continua en MRC, atribuye este éxito rotundo a haber tenido un grupo de mantenimiento dedicado con gran capacidad de trabajo y a la implementación de un programa de mantenimiento productivo total o TPM. Folts comentó “comenzamos despacio, empezando en un área pequeña pero crítica para nuestro proceso que experimentaba problemas crónicos. Al principio el personal era escéptico y no se encontraba interesado en involucrarse con el TPM. Pero poseíamos un grupo que se encontraba entusiasmado por el TPM y contrataron personal externo para ayudar en esta implementación”

MRC creó equipos de mejora para resolver los problemas relacionados con la maquinaria, obteniendo mejoras de hasta 60% de eficiencia en ciertos equipos gracias al trabajo de los equipos de mejora.

MRC luego expandió su filosofía TPM a las demás plantas, creando un comité de TPM y un comité de políticas para coordinar y controlar el TPM en todas las plantas.

Conclusión caso de estudio Cojinetes MRC:

Este caso real demuestra las virtudes de la filosofía TPM y de cómo una correcta implementación puede ayudar a una la empresa a mejorar su OEE. MRC demostró que no es necesario comenzar a implementar el TPM en toda la empresa o planta a la vez. Sino que se puede comenzar en puntos críticos para la producción y que haciendo foco sobre estos se pueden lograr grandes mejoras. Luego al observar los resultados se puede seguir con la implementación en el resto de la empresa.

3.2 Asella Malt Industry

Otro ejemplo de una implementación exitosa del TPM se dio en la empresa “Asella Malt Industry” en Etiopía, (MELESSE WORKNEH WAKJIRA, Ajit Pal Singh. *Total Productive Maintenance: A case study in Manufacturing Industry*. [En línea] Vol 1, issue 1. Estados Unidos. [ref. 1 de febrero de 2012]. ISSN: 2249-4596. Disponible en la web: <<http://engineeringresearch.org/index.php/GJRE/article/download/680/620>>) la cual realizó una correcta implementación obteniendo resultados positivos.

La empresa determinó que su cuello de botella se encontraba en la cocción de la malta, decidiendo medir el OEE fue calculado en este punto al inicio del estudio. Los resultados fueron los siguientes (Enero 2011):

- Disponibilidad: 90,99%
- Calidad: 92%
- Rendimiento: 83,97%

OEE = 70,29%

En este punto se realizó la implementación del TPM basándose en los 8 pilares que lo componen.

Posteriormente se realizó una nueva medición del OEE (Junio 2011) dando los siguientes resultados:

- Disponibilidad: 96,67%
- Calidad: 97,74%
- Rendimiento: 84,91%

OEE = 80,23%

Conclusión del caso “Asella Malt Industry”:

Se puede observar la mejora significativa que se obtuvo en el OEE como resultado de la implementación del TPM (aproximadamente 10%). Esta mejora muestra una reducción significativa en los defectos de calidad, re trabajos y una mejora en el rendimiento. Como resultado se obtuvo un OEE muy próximo a los estándares mundiales (OEE 85%).

A través del foco de TPM, los costos y la calidad mejoraron significativamente al reducir el deterioro y las fallas de los equipos. El costo de re trabajos se redujo debido a la reducción de productos rechazados. Adicionalmente, el deterioro de los equipos disminuyó con la utilización eficiente de los mismos. Las actividades de mantenimiento autónomo contaron con la participación de todo el personal. La inversión en entrenamiento y educación lograron mejorar la moral de los operadores y en el compromiso con los objetivos de la empresa.

3.3 Industria Textil

Un último ejemplo de un caso exitoso de implementación se basa en la experiencia de un proyecto llevado a cabo en una industria textil de la India. (SORABH, Gupta. *TPM Concept and Implementation Approach*. Hayana Engineering College, India. [ref. Julio de 2013]. Disponible en la web: <http://www.maintenanceworld.com/wp-content/uploads/2013/07/TPM-Concept.pdf>)

En este proyecto se abordaron las problemáticas actuales con la implementación de distintas herramientas de la filosofía TPM, como ser la Lección Puntual, Automantenimiento, mejora continua y demás.

En el caso del automantenimiento se utilizó una novedosa técnica, en la cual se creaba una hoja con indicaciones visuales simples que incluían tareas de limpieza, mantenimiento, reajuste y lubricación. De esta forma se logra una aceptación y uso más rápido de la herramienta por parte de los operadores.

Se utilizó el primer pilar del TPM como base inicial para reducir los defectos crónicos y no observables a simple vista de los equipos. Estableciendo, primero las condiciones ideales del equipamiento, continuando con la creación de un programa de mantenimiento con el fin de alcanzar estas condiciones.

Conclusión del caso Industria Textil

Los autores establecen que los factores necesarios para la implementación del TPM son:

- Cualidades de liderazgo y gestión del personal dedicado al TPM
- Infraestructura organizacional
- Cultura de colaboración y cooperación
- Priorización del proyecto y capacitación del personal

Los beneficios obtenidos fueron:

- Mejora en el indicador OEE
- Reducción de las quejas de los clientes

- Reducción en los costos de producción del orden del 30%
- Satisfacción del 100% de las necesidades de los clientes y reducción de los accidente
- Mejora en la confianza del personal
- Limpieza del sector de trabajo
- Cambio favorable en la actitud de los operadores.

CAPITULO IV

Empresa objetivo

4.1 Descripción general

La empresa Martin S.A. se encuentra ubicada en la zona de Isidro Casanova siendo una de las principales productoras de ladrillos huecos del mercado, produciendo un volumen mensual de 15000 toneladas entre los distintos productos. Cuenta con más de 100 años de experiencia y más de tres generaciones fabricando ladrillos, en ningún momento ha abandonado los principios fijados desde sus orígenes, mantener siempre la máxima calidad en sus productos, esto lo ha logrado gracias a una inversión constante en tecnología de vanguardia e investigación a nivel internacional y un concepto de Calidad Total, que abarca el análisis de la calidad del producto desde todas las etapas de fabricación hasta la terminación y entrega en obra. El compromiso de la empresa es brindar a los clientes los principios de calidad, innovación y servicios acordes con la misma.

La empresa cuenta con dos líneas de producción independientes, simultáneas y totalmente automatizadas y una reserva de materia prima de 5 días para satisfacer la demanda de producción.



Ilustración 5: Entrada de planta

4.2 Productos






La empresa fabrica distintos tipos de ladrillos huecos. Entre sus principales productos se encuentran los siguientes:

Cerramiento: se utilizan para la construcción de muros no portantes.



	espesor muro (cm)	cantidad x m2 de muro	peso x unidad (kg)	peso x m2 de muro (kg)	mortero x m2 de muro (ls.)	cantidad x pallet
20x18x33	20	15	6.8	125	9.9	60
18x18x50	18	10	8.7	108.6	9	60
18x18x33 T12	18	15	6.2	114.3	8.9	90
18x18x33 T9	18	15	5.8	108.3	8.9	90
12x18x50	12	10	6.6	80.4	6	96
12x18x33 T9	12	15	4.4	80.25	5.9	144
12x18x33 T6	12	15	4.0	74.25	5.9	144
8x18x33	8	15	3.3	59	3.96	216
8x15x20	8	30	1.8	62.64	3.6	360
4.5x18x33	4.5	15	2.0	35.33	2.22	288
5x12x25	5	28	1.3	44.8	3.5	576

Ilustración 6: Detalle productos 1

	 TRANSMITANCIA TERMICA	 ABSORCION DE HUMEDAD Promedio	 RESISTENCIA A LA COMPRESION Promedio	 RESISTENCIA AL FUEGO	 AISLACION ACUSTICA
20x18x33	K=1.70 w/m ² /K	13 %	4.0 MPA	3 hs.	≅ 43 Db
18x18x50	K=1.78 w/m ² /K	13 %	3.0 MPA	3 hs.	≅ 40 Db
18x18x33 T12	K=1.74 w/m ² /K	13 %	4.0 MPA	3 hs.	≅ 41 Db
18x18x33 T9	K=1.78 w/m ² /K	13 %	3.0 MPA	3 hs.	≅ 40 Db
12x18x50	K=2.07 w/m ² /K	13 %	3.8 MPA	1 hs.	≅ 37 Db
12x18x33 T9	K=2.07 w/m ² /K	13 %	3.8 MPA	1 hs.	≅ 37 Db
12x18x33 T6	K=2.31 w/m ² /K	13 %	3.0 MPA	1 hs.	≅ 36 Db

1 MPA equivale a 10.2 kg/m²

Valores de referencia típicos

Ilustración 7: Detalle productos 1

Bloque: son piezas cerámicas destinadas a la construcción de losas.



	altura bloque (cm)	cant. por m ² losa	peso por unidad (kg)	peso por m ² losa (kg)**	m ³ hormigón por m ² losa (lts)	cantidad x pallet
18x25x40	18	8	9	220	77	50
13x25x40	13	8	6.5	197	67	70
11x25x40	11	8	5.9	184	61	80
9x25x40	9	8	5.2	171	54	90

Ilustración 8: Detalle productos 3

Caravista: se utilizan para la construcción de muros a la vista.




	espesor muro (cm)	cantidad x m ² de muro	peso x unidad (kg)	peso x m ² de muro (kg)	mortero x m ² de muro (lts.)	cantidad x pallet
18x20x33 estriado	18	15	7.3	135.9	11	90
12x5x25 liso	12	56	1.8	148.8	20	492
12x5x25 estriado	12	56	1.8	148.8	20	492

Ilustración 9: Detalle productos 4

	 TRANSMITANCIA TERMICA	 ABSORCION DE HUMEDAD	 RESISTENCIA A LA COMPRESION	 RESISTENCIA AL FUEGO	 AISLACION ACUSTICA
18x20x33 estriado	K = 1.56 w/m ² /K	Promedio 11 %	Promedio 6.1 MPA	3 hs.	≅ 41 Db

Ilustración 10: Detalle productos 5

Portantes: utilizados para la construcción de muros estructurales, aptos para resistir cargas de compresión según las siguientes tablas.



	espesor muro (cm)	peso x unidad (kg)	cantidad x m2 de muro	peso x m2 de muro (kg)	mortero x m2 de muro (lts.)	cantidad x pallet
18x20x33	18	7.3	15	135.9	11	90
12x20x33	12	5.7	15	104.7	8	120

Ilustración 11: Detalle productos 6


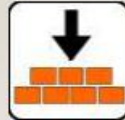
	 TRANSMITANCIA TERMICA	 ABSORCION DE HUMEDAD	 RESISTENCIA A LA COMPRESION	 RESISTENCIA AL FUEGO	 AISLACION ACUSTICA
18x20x33	K=1.56 w/m ² /K	Promedio 13 %	Promedio 8 MPA	3 hs.	≅ 42 Db
12x20x33	K=1.85 w/m ² /K	Promedio 13 %	Promedio 9 MPA	2 hs.	≅ 40 Db

Ilustración 12: Detalle productos 7

4.3 Proceso de producción:

Para la elaboración de este tipo de ladrillos cerámicos, se necesitan las siguientes proporciones de materias primas:

- Greda (78% m/m): La greda es una tierra que se encuentra en cualquier zona por debajo de los 60 cm de profundidad, por lo que su extracción es simple y económica. Es similar a la arcilla pero más tosca y con granulometría más gruesa.
- Arcilla (21% m/m): La arcilla está constituida por agregados de silicatos de aluminio hidratado, procedente de la descomposición de minerales de aluminio. Presenta diversas

coloraciones según las impurezas que contiene, siendo blanca cuando es pura. Surge de la descomposición de rocas que contienen feldespato, originada en un proceso natural que dura decenas de miles de años. Físicamente se considera un coloide, de partículas extremadamente pequeñas y superficie lisa. El diámetro de las partículas de la arcilla es inferior a 0,002 mm. En la fracción textural de la arcilla puede haber partículas no minerales, los fitolitos. Químicamente es un silicato hidratado de alúmina, cuya fórmula es: $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot H_2O$. Se caracteriza por adquirir plasticidad al ser mezclada con agua, y también sonoridad y dureza al calentarla por encima de 800 °C. La arcilla endurecida mediante la acción del fuego fue la primera cerámica elaborada por los seres humanos, y aún es uno de los materiales más baratos y de uso más amplio. Ladrillos, utensilios de cocina, objetos de arte e incluso instrumentos musicales como la ocarina son elaborados con arcilla. También se la utiliza en muchos procesos industriales, tales como en la elaboración de papel, producción de cemento y procesos químicos

- Aserrín y Cascara de Arroz (1%): Proveen elasticidad al producto.

El proceso comienza por la carga de cada materia prima en zarandas independientes que luego distribuyen la mezcla en la proporción correcta (esto se encuentra determinado por un PLC que modifica automáticamente la mezcla si es necesario).

El producto se carga en una tolva que lo dirige hacia la zaranda la cual filtra la materia prima para lograr una mayor uniformidad de tamaño.

Luego las distintas materias primas convergen en una cinta transportadora, la cual atraviesa un imán para retirar elementos metálicos. Seguido, la mezcla entra en una amasadora donde se le agrega agua para aumentar su humedad relativa hasta un 20%.

Posteriormente pasa por dos laminadores en serie que rompen las piedras y granos de gran tamaño de arcilla y greda. Los granos salen de los laminadores con diámetros menores a 2,8 mm. Una vez que los granos se encuentran en el tamaño especificado, la mezcla se almacena en una tolva a la espera de ser requerida por el proceso (Ver ilustración 13: Acumulador de materia prima). Cuando esta tolva alcanza una cantidad mínima de mezcla, el proceso comienza automáticamente.



Ilustración 13: Acumulador de materia prima

Mediante una cinta transportadora la mezcla almacenada en la tolva se transporta hasta una amasadora (Ver ilustración 14: Cinta transportadora).



Ilustración 14: Cinta transportadora

En esta máquina el producto es inyectado con vapor de agua para incrementar su temperatura, gasoil para lubricar, evitando que la mezcla se pegue en las paredes de los equipos y con agua para aumentar la humedad relativa hasta un 30%. Posteriormente se ingresa la mezcla a una cámara de vacío, para extraer todo el aire y así comprimir el material. Luego de la cámara de vacío la mezcla atraviesa una extrusora, la cual trabaja con una presión de 23 Kg/cm². La extrusora posee un molde en la salida el cual le da forma de ladrillo a la mezcla (Ver ilustración 15: Extrusora). Este es cortado por un cable de acero y a continuación se corta nuevamente formando 4 ladrillos individuales (Ver ilustración 16: Cortadora). En caso de existir defectos en la pieza, un operario evita que estos sigan en el proceso desplazándolos hacia una rompedora, los escombros luego son reingresados en el proceso para ser reutilizados.



Ilustración 15: Extrusora



Ilustración 16: Cortadora

Las piezas una vez cortadas e individualizadas, pasan a una cinta donde son colocadas de a 5 filas para ingresar en el secadero (Ver ilustración 17: Apiladora). Esta etapa es la encargada de retirarle toda la humedad al ladrillo, debido a que si el mismo ingresa húmedo al horno puede quebrarse o disminuir su resistencia mecánica.



Ilustración 17: Apiladora

El proceso de secado actúa como un secador rotatorio, similar a una “calesita” por donde ingresan las piezas y se hacen circular por el secadero durante 6 horas (Ver ilustración 18: Quemador trasero). Luego del secado los ladrillos se cargan en una vagoneta que los transporta hacia el horno. Al llegar al horno, estos son cargados a través de pinzas que los sitúan en una vagoneta en sentido igual al que se verá posteriormente en el pallet, es decir cada piso en sentido contrario al anterior. Cada vagoneta carga una cantidad equivalente a 10 pallets de ladrillos.



Ilustración 18: Quemador trasero

Luego la vagoneta se dirige hacia un transbordador, el cual es el encargado de retirar la misma del sistema e ingresarla en el horno (Ver ilustración 19: Entrada al horno). Este trabaja por empuje, es decir cada vez que ingresa una vagoneta sale otra del horno.

El horno está compuesto por 16 quemadores horizontales y 10 verticales. Los quemadores horizontales son de llama y solo funcionan cuando no hay movimiento de vagonetas, esto es debido a que la llama debe incidir entre las vagonetas y no directamente sobre el ladrillo ya que lo fundiría.



Ilustración 19: Entrada al horno

Los quemadores verticales inyectan gas, el cual se distribuye entre los huecos de los ladrillos y a los 600°C se auto enciende cociendo a los mismos. Este proceso dura 9 horas. Luego el ladrillo cocido atraviesa una zona de enfriamiento rápido. Aproximadamente un 70% del calor de la secadora es provisto por el túnel enfriamiento rápido.

Una vez a temperatura ambiente las piezas se dirigen hacia la zona de cargado de pallets, donde a través de unas pinzas se descargan los ladrillos de la vagoneta y se colocan en los pallets normalizados. Por último se encintan y son llevados por un auto elevador hacia el depósito exterior donde esperan su transporte hacia el cliente final (Ver ilustración 20: Depósito exterior de producto terminado).



Ilustración 20: Depósito exterior de producto terminado

4.4 Situación actual

La empresa ha reducido el presupuesto de mantenimiento durante los últimos años debido, principalmente a que los inversores se encuentran enfocados en la construcción de una nueva planta para la elaboración de nuevos productos que requiere el mercado. Esta situación ha generado un aumento continuo en los costos del mantenimiento correctivo y en las paradas de línea. Se debe tener en cuenta que el proceso es extremadamente sucio, ya que continuamente se encuentran en el aire grandes volúmenes de polvo de ladrillo que tienden a obturar mecanismos y ensuciar todas las áreas y puestos de trabajo.

Esto ha llevado a una situación en la que las paradas derivadas a roturas o situaciones relacionadas con el mantenimiento deficiente (paradas no programadas) alcanzan aproximadamente 430 minutos diarios (30% del tiempo total). Para calcular el costo que acarrea esta situación, se considera que el costo de línea parada es el monto que la empresa deja de percibir por los productos no producidos durante el tiempo no productivo. Podemos conocer el caudal de producción de ladrillos de la línea piloto entera, conociendo la velocidad a la que está funcionando actualmente la cortadora a la salida de la extrusora y con los siguientes datos:

- Velocidad de corte de extrusora: 6,75 cortes por minuto
- Cada corte produce 12 ladrillos
- Se rechaza un 14% de la producción por rotura durante el proceso, piezas enviadas a reproceso o problemas de calidad
- Cada ladrillo deja una utilidad promedio de \$1,5 (pesos argentinos).

Por lo que el costo de hora de línea parada es el siguiente:

$$6,75 \frac{\text{cortes}}{\text{min}} \cdot 60 \frac{\text{min}}{\text{hora}} \cdot 12 \frac{\text{ladrillos}}{\text{corte}} \cdot 1,5 \frac{\text{pesos}}{\text{ladrillo}} \cdot 0,86 = 6269,4 \frac{\text{pesos}}{\text{hora}}$$

\$6269,4 es el costo por hora de línea parada, y según estimaciones del jefe de mantenimiento, la línea está parando en promedio 430 minutos por día, por lo tanto:

$$6269,4 \frac{\text{pesos}}{\text{hora}} \cdot 1 \frac{\text{hora}}{60 \text{min}} \cdot 430 \frac{\text{min}}{\text{día}} = 44930,7 \frac{\text{pesos}}{\text{día}}$$

Debido a paradas de línea no programadas.

Costo de mantenimiento

Actualmente se destina un presupuesto de \$500.000.- mensual al departamento de mantenimiento para las dos líneas de producción, incluidos los sueldos.

Según estimaciones, durante los primeros meses de implementación del TPM generalmente se incrementan los gastos de mantenimiento entre un 10% y 15%, debido principalmente a arreglos postergados, puesta a punto de máquinas, adquisición de herramientas, horas extras y demás (*The Cost and Cost Benefits of TPM Implementation*. [En línea], Marshall Institute. [ref. mayo de 2013] Disponible en [web:](#)

https://www.marshallinstitute.com/default.asp?Page=Maintenance_Resources&Area=Articles&ARTID=tpmcstben/).

4.5 Cálculo del OEE actual

Para el cálculo del OEE, optamos por realizarlo en la máquina extrusora/cortadora. Según el gerente de producción este equipo es el cuello de botella del proceso.

Es importante aclarar que, si bien la medición es realizada en este equipo, nuestro objetivo no es aumentar la producción eliminando el cuello de botella, si no reduciendo el tiempo perdido en paradas no programadas y demás pérdidas ocasionadas por el deficiente mantenimiento de la línea en su conjunto. Por eso, el OEE lo utilizaremos como un estimador del estado general del proceso, y no como un caso particular de la máquina.

Recordando la fórmula antes mencionada, se procede al cálculo del indicador:

- La disponibilidad resulta de dividir el tiempo que la máquina ha estado produciendo (TO) por el tiempo que la máquina podría haber producido (TPO, tiempo total menos paradas programadas).

Tabla V: Calculo de disponibilidad 1

Semana	Fechas 2013		Minutos	Paradas Minutos		Indicadores Minutos		%
	Desde	Hasta	Tiempo Total	No programadas	Programadas	TO	TPO	Disponibilidad
1	1-jun	7-jun	10080	2996	469	6615	9611	68,83
2	8-jun	14-jun	10080	2898	539	6643	9541	69,63
3	15-jun	21-jun	10080	3220	630	6230	9450	65,93
4	22-jun	28-jun	10080	2891	560	6629	9520	69,63
Total	1-jun	28-jun	40320	12005	2198	26117	38122	68,51

- El rendimiento resulta de dividir la velocidad de producción real sobre la nominal o máxima de la línea de producción.

Tabla VI: Calculo de rendimiento 1

Semana	Fechas 2013		Ladrillos/minuto	Minutos	%
	Desde	Hasta	Velocidad Ideal	Velocidad Real promedio	Rendimiento
1	1-jun	7-jun	90	79,8	88,7
2	8-jun	14-jun	90	80,16	89,1
3	15-jun	21-jun	90	80,04	88,9
4	22-jun	28-jun	90	81	90,0
Total	1-jun	28-jun	Promedio		89,2

Los datos de las velocidades fueron obtenidos de los registros automáticos del sistema, el sistema informa la velocidad de cortes por minuto de la cortadora a la salida de la extrusora, cada corte produce 12 ladrillos. Con esta información se obtiene la velocidad de producción de ladrillos por minuto.

- La calidad resulta de dividir la cantidad de piezas en especificación sobre la cantidad total de piezas procesadas (incluyendo piezas dentro y fuera de especificación). En nuestro caso es muy difícil contar los ladrillos rotos durante el proceso o vueltos a reprocesar, puesto que esto ocurre durante toda la línea constantemente, y una vez roto el ladrillo en varios pedazos es difícil contar cuantas unidades de estos se han roto. Los despachos en malas condiciones suelen rechazarse a los meses de haberse producido el producto, por lo que también es difícil hacer un control de los mismos. Los gerentes de producción y mantenimiento informaron, que estiman en promedio una pérdida (entre productos rechazados, rotos durante el proceso y reprocesados) del **14%**.

$$OEE = 0,6851 * 0,8902 * 0,86 = 52,45\%$$

Consideramos que el TPM puede influir significativamente en la mejora de la situación con un costo de inversión muy pequeño relacionado al costo actual por paradas. El principal aporte que puede dar el TPM es conseguir un mejor compromiso entre operarios y empleados con respecto al equipamiento y su mantenimiento, mejorar el orden y evitar roturas o paradas de línea

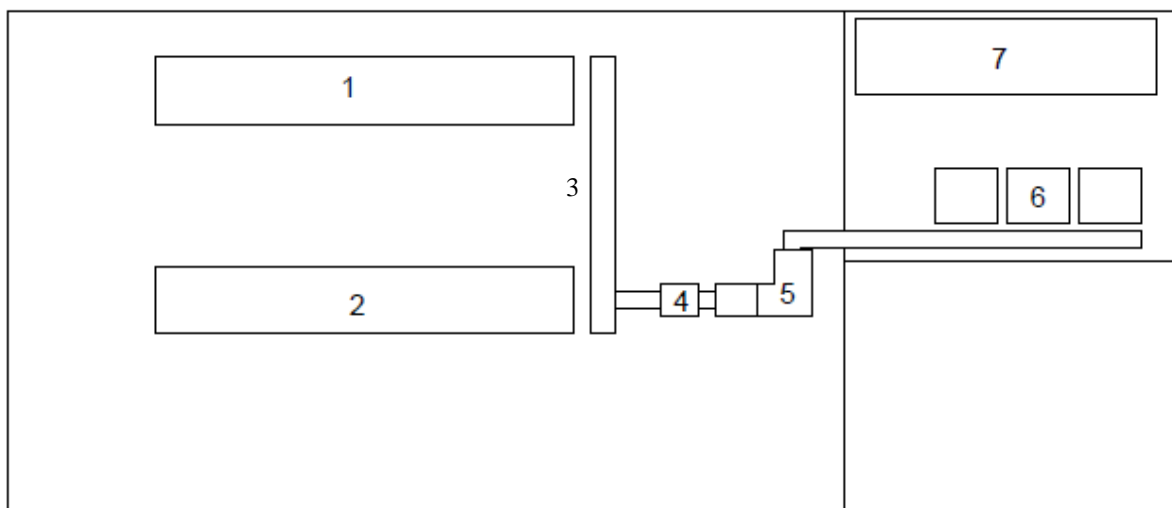
por causas insignificantes, que por olvido, mala organización o falta de habitualidad podrían ser evitadas fácilmente.

Si bien el TPM requiere capacitación y compromiso para su correcta aplicación, se conoce a raíz de la experiencia y estudios realizados en distintas empresas que siempre obtiene resultados positivos, siempre y cuando se implemente rigurosamente y con el conocimiento de todos los empleados.

Preveamos que implementar el TPM en esta empresa impactará significativamente en el nivel de disponibilidad del proceso, el cual actualmente es muy bajo y se encuentra principalmente afectado por paradas no programadas, causadas por un mantenimiento deficiente. En cuanto al rendimiento y calidad, si bien el TPM puede mejorar, no lo hará en tanta medida como con la disponibilidad, pues el rendimiento podría decirse que está en niveles aceptables y difíciles de superar, “cuando la línea funciona, funciona rápido”, y con respecto a la calidad, por las características del producto y proceso, es muy difícil evitar en gran medida las roturas de ladrillos.

Se estima con esta implementación lograr, luego de 1 año una mejora del 15% en el OEE, principalmente debida a un aumento en la disponibilidad de la línea.

4.6 Lay out producción línea 1:



Referencias:

1. Horno
2. Secador
3. Apiladora
4. Cortadora
5. Extrusora
6. Zarandas materia prima
7. Depósito materia prima

4.7 Decisión de la empresa:

Se realizó una presentación a los directivos de la empresa detallando los beneficios y ventajas que se obtendrían en el caso de aplicar la filosofía del TPM. Para lo mismo se obtuvo un gran apoyo por parte del gerente de mantenimiento, el cual conocía esta filosofía y sus ventajas pero nunca había podido implementar la misma.

La implementación de esta filosofía estaba en la agenda de la empresa, pero había sido atrasada sistemáticamente por falta de tiempo, por lo que tuvo una gran aceptación por parte de la gerencia.

La implementación propuesta se basa en aplicar la filosofía TPM en una línea piloto (línea de producción N°1), para posteriormente extender la misma en toda la empresa. Este último punto se encuentra fuera del alcance de nuestro proyecto, ya que el mismo plantea las bases y el comienzo de la ejecución en la línea piloto.

4.8 Funcionamiento de área de mantenimiento:

Organigrama Mantenimiento:

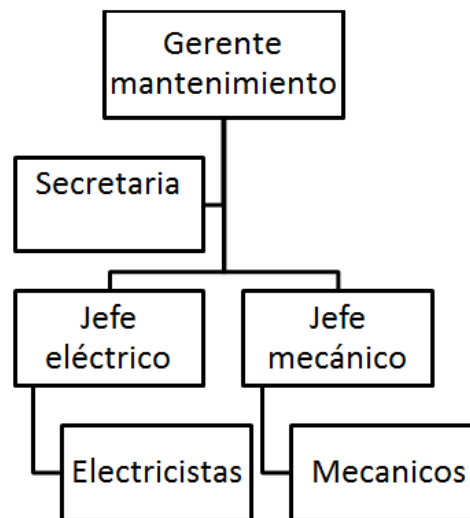


Ilustración 21: Organigrama de mantenimiento

La estructura del área de mantenimiento se encuentra dividida en dos áreas, una eléctrica y otra mecánica. Contando la plantilla de personal con 2 técnicos electricistas y 2 electromecánicos para el área eléctrica y 7 técnicos mecánicos para el área mecánica.

Las tareas del personal del área mecánica son realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos y maquinarias de las dos líneas de producción (L1 y L2).

Las tareas específicas son:

- Mantenimiento y reparación de moldes de producción de ladrillos
- Engrase de los distintos equipos
- Lubricación de equipos y elementos rotantes
- Limpieza de filtros
- Mantenimiento general de todo el equipamiento
- Mantenimiento y reparación de hélices de mezclado de materia prima.

El jefe de mantenimiento mecánico se encarga de realizar la programación y seguimiento de las actividades de los mecánicos, determinando las tareas a asignar y estableciendo la prioridad de las mismas en caso del mantenimiento correctivo. Así mismo realiza reportes semanales de la situación de mantenimiento y del estado general del mismo, elevando estos reportes al gerente de mantenimiento para su posterior difusión al personal de producción y planeamiento y control de producción.

Las tareas del personal del área eléctrica son realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos. Junto a estas tareas realizan un monitoreo diario del equipamiento controlando sensores (termocúplas, nivel de materia prima, velocidad de línea, etc.) para verificar su correcto funcionamiento, ya que la planta dispone de un sistema de monitoreo integral de la producción. Este informa continuamente el nivel de producto en los distintos sectores, la velocidad de la línea y temperatura en los distintos sectores del horno de secado, por lo que su correcto funcionamiento es esencial para un control veraz de la producción y de producto en proceso.

El mantenimiento preventivo se divide principalmente en:

- Mantenimiento diario
 1. Lubricar los equipos y máquinas esenciales para la producción que no sean responsabilidad del operador
 2. Inspeccionar el estado general de los equipos
 3. Elevar cualquier información pertinente a los jefes de mantenimiento
 4. Controlar estado y existencia de las herramientas.

- Mantenimiento semanal / quincenal / mensual
 1. Inspeccionar todas las máquinas y equipos de producción
 2. Limpieza general de los equipos
 3. Controlar niveles de aceite, filtros de aceite y aire, y retirar elementos que se encuentren obturando equipos o puedan a futuro hacerlo
 4. Realizar un control de inventario de herramientas y repuestos

5. Controlar el stock de los repuestos más utilizados y realizar pedidos en caso de ser necesario

El mantenimiento preventivo se realiza en base a una planificación ya existente donde se detallan que equipos y su frecuencia de mantenimiento (semanal, quincenal, mensual, trimestral y en algunos casos semestral).

Situación actual de la línea de producción N° 1:

Como línea piloto se seleccionó la línea de producción N°1, ya que es la que presenta mayor cantidad de paradas de las dos líneas. Se realizó un relevamiento para determinar los principales problemas, encontrándose los siguientes:

- La mayoría de los equipos se encuentran con grandes depósitos de polvo de ladrillo sobre los mismos
- Fugas de lubricante
- Gran cantidad de producto (no terminado) en el suelo
- Poca iluminación en zonas clave como ser acceso al horno, molde de ladrillos, tolva de materia prima
- Objetos y elementos extraños en los mecanismos, principalmente en los rodillos de las cintas transportadoras y en los filtros de materia prima
- Ejes de rodillos de cintas transportadoras flojos o con desgaste excesivo
- Falta de planillas de control e inspección de equipos
- Conformismo por parte de los operarios de la situación actual, ya que la misma viene existiendo hace bastante tiempo
- Herramientas y elementos fuera de su lugar

En base al relevamiento realizado se consultó a los técnicos, operarios y jefes de mantenimiento sobre las posibles causas, determinándose las siguientes:

- La gran cantidad de polvo de ladrillo depositado sobre los equipos es una situación normal debido al tipo de proceso productivo instalado. Sin embargo las distintas personas consultadas concuerdan en que esta cantidad se puede reducir considerablemente aumentando la limpieza superficial de los equipos, la que actualmente es muy baja y no se les exige realizar a los operarios
- Fugas de lubricante causadas por el deterioro de los equipos y la antigüedad de los mismos
- No existe un programa de implementación de 5S para mantener el orden y limpieza en el trabajo
- El excesivo desgaste de los elementos rodantes se debe a una serie de causas, como ser un proceso productivo continuo, gran cantidad de polvo depositado sobre los mismos y, principalmente poco mantenimiento debido a que en las paradas programadas se realiza otro tipo de mantenimiento. Solo se trabaja a rotura con estos elementos, es decir cuando fallan son reemplazados.
- Las tareas de mantenimiento que realizan los técnicos muchas veces no son registradas en las planillas correspondientes, ni indicadas al personal de producción. Esto se debe a un bajo control por parte de los jefes de mantenimiento y la baja exigencia del área de producción sobre esta información.

CAPITULO V

Implementación

5.1 Pasos para una correcta implementación:

Según C&K Consultancy Corporation, para lograr una correcta implementación del TPM se deben seguir 12 rigurosos pasos (*How To Implement TPM*. [En línea], C&K Consultancy Corporation [ref. mayo de 2013]. Disponible en web http://www.ckaizen.com/en/means.asp?newsid=141&c_id=21). Estos deben ser conocidos por todos los participantes de la implementación y los directivos.

Aquí se detallará que incluye cada paso para, posteriormente indicar las acciones y medidas tomadas en cada paso.

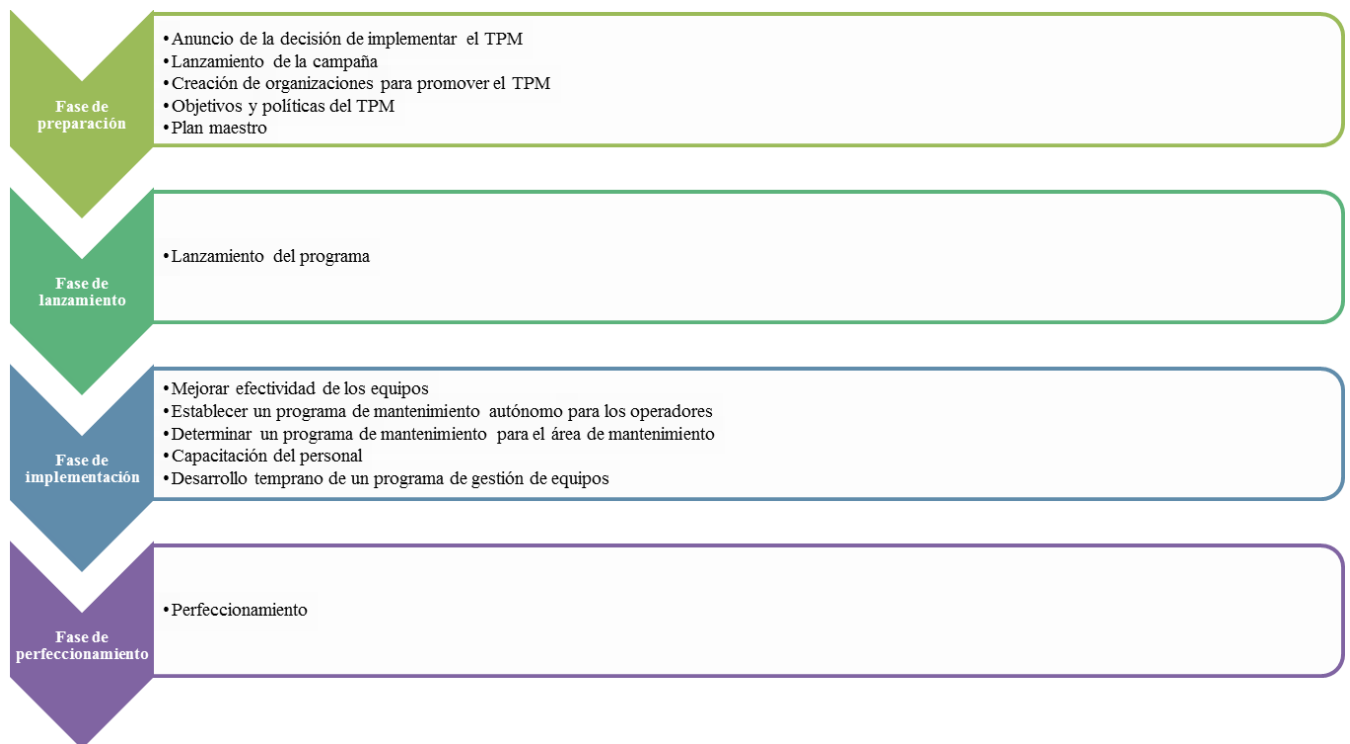


Ilustración 22: Pasos de implementación del TPM

Fuente: De los autores

Paso 1: Anuncio de la alta dirección de la decisión de introducir el TPM

El primer paso consiste en el anuncio, por parte de la dirección, de su decisión de implementar el TPM en la empresa.

Para que la implementación sea exitosa se necesita el compromiso de todo el personal y principalmente de la alta dirección, ya que será esta la que decida sobre los recursos a destinar al proyecto.

Los directivos responsables deben tener claro, como primer punto, que el TPM es un proyecto que afecta a toda la organización. No debe ser visto como un programa más de la función de mantenimiento, o un plan para asignar responsabilidades de mantenimiento a los operarios. El TPM es un proceso de mejora de la productividad de todo el negocio de ahí su nombre de “total”. LAVERDE, Humberto Álvarez. Pasos Iniciales en el Desarrollo del TPM. [En línea]. Barcelona, España, Advance Productive Solutions, S.L., 2003. 5p. Disponible en la web:<http://www.ceroaverias.com/centroTPM/articulospublicados/PDF/pasos%20iniciales%20TPM.pdf>

Paso 2: lanzamiento de la campaña

En este paso se busca explicar y dar a conocer lo que conlleva el TPM y romper la resistencia al cambio que se tiene naturalmente en una gran empresa. Esta resistencia es cuanto mayor dependiendo de la antigüedad del personal e inversa a la capacitación del mismo.

Aquí se debe realizar una correcta difusión informando a todo el personal del nuevo proyecto, las ventajas y oportunidades que este otorga a la empresa, y principalmente que todo el personal se verá involucrado en el mismo. De este modo, se debe hacer un gran énfasis en el compromiso de todo el personal, desde los operadores hasta los directores, para la eficaz implementación y seguimiento del proyecto.

Paso 3: creación de organizaciones para promover el TPM

Este paso consiste en crear grupos en la empresa que sean lo promotores del TPM, capacitando al personal, quebrando el antiguo esquema de trabajo e incorporando el TPM como una de las herramientas básicas para el desarrollo de las personas y la empresa misma.

Se debe designar un comité del TPM, el cual estará encargado de fomentar el proyecto en todos los niveles, asignar los recursos necesarios y ayudar en el cambio filosófico que se requiere.

Asignando personal directivo o de alta jerarquía al comité del TPM ayuda a mostrar el compromiso de la organización con la implementación y correcto desarrollo posterior del TPM.

Paso 4: establecer políticas y objetivos para el TPM

Para la correcta implementación, ya sea del TPM o una filosofía de trabajo, la empresa necesita establecer los objetivos que quiere obtener con la implementación, para poder determinar su efectividad y los beneficios obtenidos. Para esto, la empresa debe tener una política fuerte y que de soporte a su decisión de implementar el TPM, demostrando el compromiso que esta posee con el éxito del proyecto.

Paso 5: plan maestro

Ningún proyecto puede llevarse a cabo sin una correcta planificación de las tareas requeridas. Este paso consta en la determinación de todas las tareas que involucran la implementación del TPM y las posteriores. Estas últimas son las requeridas luego de la implementación inicial del proyecto, en las fases de perfeccionamiento y mejora.

Paso 6: lanzamiento

El lanzamiento es la presentación formal del TPM, donde se presenta el plan oficialmente a todos los empleados, dando una correcta descripción de que es el TPM, las ventajas que trae y los desafíos que todos tendrán que afrontar para su correcta implementación.

El lanzamiento debe ser llevado a cabo por los directores, demostrando de esta forma, su compromiso y participación con el proyecto.

Paso 7: mejorar efectividad de los equipos

Este paso consiste en implementar un plan de mejoras en los equipos, realizando un análisis detallado de la situación actual de la maquinaria y equipos más críticos, identificando las fallas más comunes y sus posibles causas.

Este paso tiene como fin determinar la situación actual e implementar mejoras en la efectividad de los equipos, a través de distintas herramientas de análisis y determinando soluciones factibles.

Paso 8: establecer un programa de mantenimiento autónomo para los operadores

El mantenimiento autónomo se basa en la realización por parte del operario de tareas primarias de mantenimiento, tales como lubricación, ajustes, limpieza. Siendo esta una de las principales bases del TPM.

Cuanto más antigua es una empresa más dificultosa es una correcta implementación de este paso, causada principalmente por la resistencia al cambio de los operarios, los cuales no realizan tareas de mantenimiento, las cuales “siempre” las realizan los técnicos de mantenimiento.

Con este paso se busca cambiar esa filosofía e incorporar tareas básicas y simples de mantenimiento a los operarios, siendo estos los que realizan el mantenimiento primario de sus equipos y máquinas. De esta forma los técnicos pueden enfocarse en reparaciones mayores o en la realización del mantenimiento planificado y/o preventivo.

Paso 9: determinar un programa de mantenimiento para el área de mantenimiento

Este paso tiene como fin definir un programa de mantenimiento planificado para los equipos y maquinaria de la línea. Generalmente las empresas ya disponen de planes de mantenimiento, pero en su mayoría estos se definen una vez y raramente se revisan. Debido a esto, los planes de mantenimiento pueden enfocarse en reparar equipos que no son los más críticos, o que en el momento de determinar el plan lo eran y ahora no. Por lo que este paso busca determinar un nuevo plan de mantenimiento, tomando como base la información técnica de los equipos y la recolectada con los pasos anteriores, para luego analizar la misma y crear de este modo, un plan que sirva para la mejora continua y la reducción de las paradas no planificadas. Este plan debe determinarse en concordancia con las tareas de mantenimiento autónomo que realizan los operarios.

Paso 10: capacitación del personal

La capacitación es el eje de crecimiento de cualquier empresa y principalmente de las personas. Este paso se basa en la continua capacitación del personal, por lo cual la organización debe ofrecer y dictar cursos sobre el TPM, la utilización de las herramientas y demás tópicos necesarios para mejorar continuamente la capacitación del personal.

Paso 11: desarrollo temprano de un programa de gestión de equipos

Cuando se monta una máquina nueva en el lugar de trabajo, muchas veces ocurren problemas imprevistos durante la instalación, puesta en marcha u operación del equipo. Esto conlleva pérdidas de tiempo, dinero y puede ocasionar que los encargados del montaje u operarios se desmoralicen empeorando las cosas. El objetivo de esta etapa es lograr prever, de la mejor manera posible estos problemas durante y luego del montaje.

Paso 12: Perfeccionamiento

El paso final del programa de desarrollo del TPM es la mejora continua del mismo y la fijación de metas futuras más elevadas que las actuales.

5.2 Diseño del programa implementado

Paso 1: Anuncio de la alta dirección de la decisión de introducir el TPM

Para esto se plantearon a los directivos las ventajas de implementar esta filosofía, considerando principalmente la metodología de mantenimiento utilizada, en la cual se trabajaba a rotura, contribuyendo al aumento de costos debido a las continuas reparaciones y los altos tiempos de parada de planta. Estos costos eran muy importantes, considerando además que la producción de la planta es continua, por lo que fallas en equipos críticos paralizaban alguna de las dos líneas de producción.

Considerando estos puntos la dirección evaluó y posteriormente aceptó la propuesta de implementar el TPM inicialmente en el área de producción. Ya que el presente proyecto incluía la implementación inicial del TPM en la empresa junto con la participación de los empleados y la

transferencia de conocimientos para, posteriormente dejar la mejora del TPM y la implementación en las distintas áreas a cargo de la empresa.

Posteriormente a la decisión de implementar el TPM se realizó una difusión hacia el personal de la empresa a través de la cartelera de difusión, correo electrónico y a los jefes, para que estos transmitan al personal las ventajas de esta filosofía hacia la empresa y a ellos mismos.

Paso 2: lanzamiento de la campaña

Para el lanzamiento se realizaron una serie de charlas informativas con todo el personal involucrado (ejecutivos, jefes y operarios), colocando publicidad en carteleras y medios electrónicos.

La planificación de las reuniones se detalla a continuación:

Tabla VII: Planificación de reuniones

Planificación de reuniones			
Reunión	Temas a tratar	Duración	Fecha
1	Que es el TPM Beneficios Involucrados Preguntas de ambas partes	60 minutos	01-02-03-04 Julio 2013
2	Mantenimiento autónomo Mantenimiento planificado 5 S Preguntas de ambas partes	60 minutos	08-09-10-11 Julio 2013
3	Funciones de los involucrados Herramientas a utilizar Lección puntual, check list, PDCA Preguntas de ambas partes	60 minutos	15-16-17-18 Julio 2013

Las reuniones se realizaron para cada turno una hora antes de su horario laboral. Si bien las reuniones no fueron llevadas a cabo por nosotros, participamos en el armado de las mismas y como apoyo del gerente de mantenimiento (expositor en las reuniones), ya que el mismo posee la autoridad y confianza necesarias para dar las mismas al personal involucrado. Durante las mismas se observó resistencia al cambio por parte del personal, principalmente de los operarios, ya que estos realizarían tareas de mantenimiento que previamente eran realizadas por los técnicos (ver paso 8). Esta resistencia decreció con el tiempo, al realizarse otras reuniones y con las respuestas a dudas dadas por nosotros y los ingenieros de mantenimiento. Se contaba con la ayuda de los jefes de turno, que habían comprendido las necesidades de estas tareas y ayudaron en gran medida en señalar las necesidades y ventajas de las mismas.

Al término de cada reunión se envió información sobre lo visto en la misma a todo el personal involucrado.

Paso 3: creación de organizaciones para promover el TPM

Para la concreción de este paso se decidió que el comité de TPM estaría constituido por el gerente de producción y el de mantenimiento, los cuales tendrían el apoyo directo de los jefes de producción, y mantenimiento eléctrico y mecánico.

Se tomó esta opción al considerarla la más adecuada ya que los operarios se encuentran ocupados totalmente y no disponen de tiempo suficiente para participar en la promoción, evaluando principalmente la mayor capacitación con la que disponen los gerentes y jefes. De esta forma se demuestra un mayor compromiso por parte del personal jerárquico y de la organización hacia el logro de los objetivos propuestos y la correcta implementación del TPM.

Las tareas de promoción incluyeron respuestas a dudas presentadas por el personal, colocación de gráficos informativos como carteles y afiches en la planta, promoción boca a boca de las ventajas y posibles mejoras con la aplicación del TPM e identificación de puntos críticos para la implementación inicial. Junto a estas tareas se programaron reuniones diarias de 10 minutos como máximo, que tenían como objetivo responder a dudas en grupo y mejorar el uso de las herramientas y filosofía del TPM.

Este grupo de personas antes mencionado quedó como encargado de la promoción continua de la necesidad de un cambio de filosofía en la empresa, promoviendo continuamente la correcta utilización y mejoramiento en el uso de las herramientas del TPM.

A continuación se detallan las responsabilidades y tareas de los principales miembros involucrados:

Servicio externo (coordinadores del proyecto)

- Dar apoyo en el dictado de las políticas del TPM
- Brindar información necesaria para la implementación del TPM
- Revisar los avances del TPM en planta
- Fomentar el compromiso con el proyecto, destacando los beneficios del mismo

- Participar en la creación y utilización de las herramientas de TPM (check list, lección puntual, etiquetas, etc.).

Comité de TPM (Gerente de mantenimiento y Gerente de producción)

- Dictar las políticas necesarias para facilitar la implementación del TPM
- Supervisar y revisar los avances del TPM en planta
- Brindar reconocimiento de los logros al personal involucrado
- Fomentar el compromiso y participación de los trabajadores
- Servir como intermediarios para la resolución de conflictos.

Gerente de Mantenimiento (*Piloto de TPM **)

- Asignar los recursos necesarios para la implementación del TPM
- Garantizar el cumplimiento del mantenimiento preventivo de los equipos
- Entregar indicadores de costo de mantenimiento de los equipos
- Controlar y revisar el plan de mantenimiento preventivo de los equipos
- Controlar los costos de implantación del TPM
- Informar en el comité los avances en su área
- Fomentar el compromiso con el proyecto, destacando los beneficios del mismo
- *Coordinar la preparación de los cursos y asegurar la capacitación a todo el personal involucrado*
- *Apoyar la capacitación de los trabajadores*
- *Apoyar en la difusión del material referente a TPM*
- *Ejecutar auditorias TPM.*

**La figura de “Piloto TPM” se la encarga al Gerente de Mantenimiento, ya que es una persona instruida en esta filosofía y motivada por el proyecto. Idealmente esta figura debe ser una persona diferente. La empresa se comprometió a que si el TPM tiene buenos resultados en el mediano plazo, luego se contratará a personal especialmente dedicado al tema para alivianar las tareas del Gerente de Mantenimiento.*

Gerente de Producción

- Crear las directivas necesarias para la ejecución adecuada del TPM en su área
- Informar al comité los avances en su área
- Asegurar la disponibilidad de los equipos para el mantenimiento preventivo
- Asignar los recursos necesarios para la implementación del TPM en su área (estos mismos se decidirán junto al piloto de TPM)
- Fomentar el compromiso con el proyecto, destacando los beneficios del mismo y promoviendo mejoras en el área.

Jefe de mantenimiento mecánico

- Llevar el control de los indicadores de TPM de la sección
- Revisar y mantener actualizados los programas de mantenimiento autónomo, junto con el personal de producción
- Generar las órdenes de trabajo a partir de las inspecciones y llamadas de los operadores y técnicos
- Realizar el seguimiento de las órdenes de trabajo realizadas
- Supervisar el cumplimiento del mantenimiento autónomo
- Supervisar el cumplimiento de las reuniones de grupos de TPM
- Brindar las herramientas y materiales necesarios para el mantenimiento autónomo
- Fomentar el compromiso con el proyecto, destacando los beneficios del mismo.

Jefe de mantenimiento eléctrico

- Llevar el control de los indicadores de TPM de la sección
- Revisar y mantener actualizado los programas de mantenimiento autónomo, junto con el personal de producción
- Generar las órdenes de trabajo a partir de las inspecciones y llamadas de los operadores y técnicos
- Realizar el seguimiento de las órdenes de trabajo realizadas

- Supervisar el cumplimiento del mantenimiento autónomo
- Supervisar el cumplimiento de las reuniones de grupos de TPM
- Brindar las herramientas y materiales necesarios para el mantenimiento autónomo
- Fomentar el compromiso con el proyecto, destacando los beneficios del mismo.

Técnicos de Mantenimiento (eléctrico y mecánico)

- Brindar asesoramiento a los operadores para realizar correctamente el mantenimiento autónomo y reparaciones básicas
- Participar en las reuniones de TPM
- Brindar apoyo en la confección del programa de mantenimiento autónomo
- Realizar el mantenimiento específico de su área.

Operadores

- Aplicar las 5S en su equipo y puesto de trabajo
- Realizar el mantenimiento autónomo asignado
- Conservar y controlar los recursos asignados
- Comprometerse al proyecto
- Analizar posibles mejoras en el equipo
- Comunicar oportunamente fallas, anomalías y problemas en su equipo.

Paso 4: establecer políticas y objetivos para el TPM

Los objetivos establecidos por la empresa son:

- Lograr un programa de mantenimiento programado acorde a las necesidades de planta
- Crear un programa de mantenimiento autónomo e involucrar a todos los operarios en el mismo
- Promover la aplicación de las 5S como complemento a la implementación del TPM
- Reducir considerablemente el tiempo de paradas aumentando la productividad

- Reducir los costos de mantenimiento

Junto a los objetivos es necesario establecer las políticas con las cuales se guiará la empresa. A continuación se detallan las adoptadas por la empresa:

“Cerámica Martin se compromete a promover la concientización de todo el personal en la filosofía TPM y sus ventajas, fomentando el compromiso y la mejora continua. Para alcanzar altos estándares de calidad y niveles de producción.”

Paso 5: plan maestro

El plan maestro se encuentra en el anexo A.

Paso 6: lanzamiento

Para el lanzamiento se realizó una presentación formal junto a todo el personal de planta, en la que se informó que, a partir de esa reunión se comenzaría a implementar el TPM. Se aclara que todo el personal ya estaba informado de la decisión de esta implementación, pero lo realizado hasta este momento solo abarcaba la capacitación inicial, creación de herramientas y estándares a utilizar, etc.

Paso 7: mejorar efectividad de los equipos

En este paso se debe recolectar información pertinente a los equipos críticos de producción. La misma debe ser analizada a través de distintos métodos y herramientas (Diagrama de Pareto, análisis causa raíz, etc.) para identificar las posibles causas de las mismas e implementar cambios y mejoras para prevenirlas.

En esta implementación se utilizaron tres de las herramientas más importantes de las que dispone el TPM. Las mismas son las etiquetas, el registro de paradas y las sugerencias.

A continuación se detallan el uso y las características de las herramientas implementadas.

5.3 Etiqueta:

Es una de las herramientas con más aceptación y uso del TPM. Se utiliza para indicar fallas o posibles mejoras encontradas en los equipos o máquinas.

Esta consiste en una ficha de papel que se coloca (generalmente atada) al equipo al que pertenece. Para la aplicación de esta herramienta se realizan campañas de etiquetado, donde se reúne personal de distintos cargos y tareas (operario, jefe de turno, ingenieros de mantenimiento, ingeniería, etc.), las cuales se congregan alrededor de un equipo o puesto determinado con la finalidad de encontrar fallas o visualizar posibilidades de mejora en el mismo.

Con esta herramienta se pueden encontrar fallas o situaciones donde la falla sea próxima en los equipos o máquinas y visualizar posibles mejoras en los procesos (ergonomía, distribución o lay out, etc.). En las reuniones se da prioridad a las sugerencias u opiniones del operario del puesto, ya que es el que más conocimiento tiene acerca del funcionamiento y operación del equipo, pudiendo otorgar valiosa información para la correcta utilización de la herramienta.

ETIQUETA N°	
Descripción de Anomalia: _____	

Causa probable: _____	
Fecha: _____	Sector: _____
Equipo: _____	
Etiqueta elaborada por: _____	
Responsable de reparación: _____	
Plazo de Reparación: _____	
Nivel de urgencia: (tachar lo que no corresponde)	
Normal	Crítico
No esencial	Moderado

Ilustración 23: Etiqueta

Objetivos de las etiquetas:

- Desarrollar la capacidad de los operarios de detectar, localizar y señalar las fuentes anunciadoras de fallas de funcionamiento para evitar las paradas
- Favorecer la apropiación de los medios por los operarios
- Mejorar la relación entre los sectores involucrados en la creación y resolución de las etiquetas

Puntos a completar en las etiquetas:

- Descripción de la anomalía donde la persona describe lo más detalladamente posible la falla o mejora propuesta
- Causa probable: si la persona conoce la causa aquí describe la misma, para que el encargado de resolverla pueda corregir el problema desde la causa raíz
- Fecha
- Sector de la empresa
- Equipo o máquina donde se coloca la etiqueta
- Etiqueta elaborada por: persona que creo la etiqueta
- Responsable de reparación: puede ser una persona o sector (por ejemplo ingeniería o mantenimiento)
- Plazo de reparación: si la persona encargada de resolver la falla se encuentra presente en el momento de crear la etiqueta, esta misma decide junto al personal del sector el plazo de resolución. En caso contrario se coloca una fecha máxima para solucionar la falla
- Nivel de urgencia: esta es una indicación visual que indica que tan crítica es la falla. Para indicar el nivel se tachan todos los que no corresponden. De esta forma se hace más visible el nivel de urgencia que se presenta.

Ejemplo utilización etiqueta:

A continuación se muestra una etiqueta realizada en la línea de apilado, donde se encontró que el rodillo del tensor se encontraba roto. La causa probable es por desgaste a causa de baja lubricación.



Ilustración 24: Ejemplo de uso de etiqueta

5.4 Registro de paradas:

Esta es una de las herramientas más importantes del TPM, la cual se basa en una planilla para el seguimiento de anomalías de la maquinaria o de producción, detallando el tiempo, causa y cantidad.

La planilla posee las causas más comunes de fallo (determinadas previamente) para obtener un registro diario de las mismas y poder analizarlas en pos de buscar soluciones o mejoras. El operador debe anotar las anomalías haya paradas o no.

Dependiendo de los requerimientos del supervisor, la planilla puede utilizarse para registrar defectos en los productos y no necesariamente fallas o paradas en la maquinaria. De esta

forma se puede trabajar en conjunto con el área de calidad para detectar lo antes posible fallas o defectos en los productos en proceso.

Ventajas de la herramienta:

- Considera cada parada como una anomalía, aunque el operario sepa resolverla con una intervención puntual
- Contribuye a obtener un mejor conocimiento de la maquinaria por parte del operador
- Provee a mantener un registro preciso y confiable de las fallas de funcionamiento para tratar las causas y evitar que vuelvan a producirse.
- Refleja el estado general de la línea

Utilización de la herramienta:

- Los operarios puntúan todas las anomalías, haya paradas o no
- Anotar las paradas en hojas diarias y después en cuadros recapitulados
- El tratamiento se efectúa con un trabajo del personal de fabricación y apoyo a la producción
- Tratar los problemas asignándoles un piloto y un plazo
- Efectuar un seguimiento del número de anomalías y su tratamiento.

En adición a esta herramienta se debe confeccionar un registro de paradas totales, detallando en el mismo sólo los minutos que paró la línea o equipo cada semana. De esta forma se puede ver a simple vista el estado de la línea sin profundizar en mayores detalles, en caso de necesitarlo se dispone del historial de paradas para su consulta y análisis.

Esquema registro paradas totales:

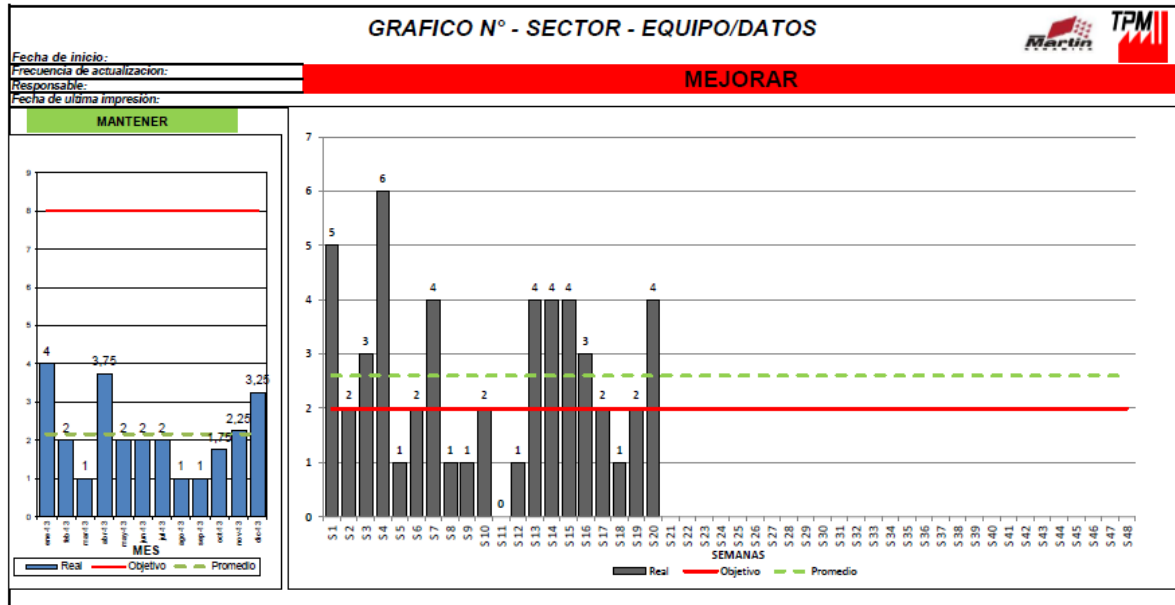


Ilustración 25: Ejemplo de registro de paradas

5.5 Sugerencias:

Esta si bien es una herramienta simple y no requiere capacitación alguna, es de mucha utilidad. En la misma se realizan sugerencias de distinto tipo, como ser problemas o posibilidades de mejora en equipos, procesos, seguridad, calidad, etc.

No solo mejora la calidad y operación de los equipos y procesos, sino que participan todas las áreas, con lo que las posibilidades de mejora son muy amplias (seguridad, mantenimiento, procesos, administración, compras, etc.).

Ventajas:

- Anónimas o personales
- Fácil utilización
- Pronto análisis de las mismas

- Independientemente si se concreta o no la propuesta incluida en la sugerencia, en caso de no ser anónima se le agradece al sugerente y se le comunica que su aporte es tenido en cuenta y analizado.

Esquema de sugerencia aplicado en la empresa:


SUGERENCIA DE MEJORA		
Nombre y Apellido (puede ser anónima):		
Puesto y/o Cargo:		
Fecha		
Tipo de megora:		
<i>(tachar las que no corresponden)</i>	Seguridad	Productividad
	Ergonomia	Confort
	Otros	
Descripcion del tema y propuesta:		

Ilustración 26: Sugerencia de mejora

Para la correcta utilización de estas tres herramientas se decidió la creación de distintos equipos de mejora continua. Estos se encargan de realizar el análisis de la información recolectada a través de estas herramientas, y en base a esta proponer e implementar soluciones y/o mejoras.

Para esto se crearon tres equipos multidisciplinarios (uno por turno), los cuales tienen como objetivo el comunicar problemas recurrentes de la línea, discutir sobre los mismos, proponer soluciones y promover el uso de estas tres herramientas. Estos equipos se encargan de encontrar soluciones definitivas o en su defecto temporarias a los problemas encontrados. Las soluciones temporarias se realizan en los casos en que la solución definitiva no pueda realizarse

en el corto plazo, o sea imposible por otras causas (económicas, falta de repuestos, equipo fuera de producción o imposibilidad de resolución técnica), quedando la misma como definitiva.

Estas reuniones se llevan a cabo una vez por semana al inicio de la misma, a las cuales asisten el jefe de turno, un operario (a definir por el jefe de turno), por los menos uno de los técnicos, uno de los jefes de mantenimiento y un técnico o ingeniero del área de ingeniería. En caso de no encontrarse solución a algún problema particular se realiza una reunión junto con el gerente de mantenimiento a fin de encontrar la misma, o definir una medida paliativa definitiva.

Ventajas de los equipos de mejora continua:

- Mejora en la interrelación de las áreas
- Reconocimiento de los operarios al informar los problemas
- Tratamiento de problemas que de otra forma no serían considerados
- Resolución de distintos problemas (fallas repetitivas, problemas de ergonomía en operaciones, etc.)
- Propuesta de mejoras en los procesos
- Reducción de paradas.

5.6 Ficha de automantenimiento

Paso 8: establecer un programa de mantenimiento autónomo para los operadores

El mantenimiento autónomo se basa en la realización por parte del operador de tareas primarias de mantenimiento, restando tareas a los técnicos de mantenimiento, aumentando el tiempo en que estos pueden trabajar en el mantenimiento mayor. El principal inconveniente que aquí se presenta es el rechazo por parte de los operarios a la realización de tareas de mantenimiento, que antes realizaban los técnicos, considerando que incurren en la realización de tareas que no les corresponden, aumentando su carga de trabajo. Para resolver este inconveniente se demostró a los operarios que estas tareas extras podrían realizarse a lo largo del turno de trabajo, determinando una frecuencia de cumplimiento (las tareas se pueden subdividir en sub tareas para realizarse en distintos momentos del turno).

Estas tareas pueden realizarse a lo largo del turno de trabajo, es decir se fija una frecuencia pero no todas deben realizarse al mismo tiempo, pudiendo completarlas a lo largo del turno, o en caso de una parada durante la misma. Solo debe realizarla un turno, por lo que no debe haber diferencias y que siempre sea un turno el que realice estas tareas, ya que tienen que participar todos los operarios.

Se definen para los equipos más importantes las tareas básicas de mantenimiento, su frecuencia (generalmente semanal o quincenal), los elementos a utilizarse, elementos de protección necesarios y tiempo estimado de trabajo de mantenimiento.

Ventajas:

- Mayor sentido de pertenencia y responsabilidad hacia el equipo por parte del operador
- División de tareas de mantenimiento, los técnicos se encargan del mantenimiento más complejo
- Desarrollan las competencias técnicas de los operadores
- Sirve como integración entre el mantenimiento y la producción

¿Cómo funciona la herramienta?

- Las fichas de automantenimiento se elaboran conjuntamente entre el personal de producción, mantenimiento e ingeniería. Estas son validadas por un jefe de turno, el jefe de mantenimiento y un ingeniero del área de ingeniería
- Se elaboran en función de las necesidades de mantenimiento de cada equipo
- Se revisan trimestralmente teniendo en cuenta los comentarios de los operadores
- Poseen un tiempo definido de realización de cada tarea

El uso de esta herramienta en un principio es auditado por personal de mantenimiento, el cual capacita en la realización del mismo, responde a consultas y verifica la correcta realización del automantenimiento.

Se estableció que las tareas de automantenimiento deben realizarse por todos los turnos de trabajo, es decir cada turno debe realizar el automantenimiento una vez y hasta que no lo completen los demás turnos (siempre respetando la frecuencia) no debe volver a realizarla. Esto se utiliza para que todos los operarios se comprometan en la utilización de esta herramienta y mejoren su comprensión.

Cuanto más antigua es una compañía, más dificultad se encuentra a la hora de implantar el mantenimiento autónomo, debido a que los operarios y el personal de mantenimiento encuentran penoso el apartarse del concepto: “Yo opero-tu reparas”. Los operarios están acostumbrados a dedicarse a tiempo completo a la producción, y el personal de mantenimiento espera asumir la plena responsabilidad del mismo.

Ejemplo de utilización de ficha de automantenimiento:

		Ficha de Automantenimiento		Nombre sector o área	
				Foja Nº	ATM-2014-004
TITULO:		Limpieza y Revisión Mecánica cortadora línea 1		Frecuencia	Semanal
				Tiempo	20 minutos
Elementos / Herramientas necesarias	Trapo	Escoba			
	Solvente dieléctrico	Lubricante			
ELEMENTOS DE SEGURIDAD: guantes de goma, anteojos, zapatos e indumentaria de trabajo.					
Los procedimientos que se detallan a continuación solo deben realizarse en caso de una parada programada o cuando haya una parada no programada y el personal de mantenimiento de el visto bueno para realizar estas tareas					
1- Abra los paneles laterales para habilitar el acceso a las guías, rodillos y alambres					
1-1 Destrabe manualmente las puertas naranjas					
2- Retire con un trapo limpio los restos de polvo depositados sobre guías y ejes					
2-1 Para limpiar utilice el trapo embebido en solvente dieléctrico no inflamable					
3- Controle el estado de las mangueras neumáticas (color azul)					
3-1 Limpie las mangueras con el trapo embebido en solvente dieléctrico					
4-1 Lubricar guías entrada					
4-1 Lubricar las guías y elementos móviles utilizando el lubricante provisto por mantenimiento					
5- Limpie el piso del puesto de trabajo de los elementos que puedan encontrarse sobre el					
Barra con la escoba del puesto y retire cualquier elemento que no corresponda al área					
					
Una vez finalizado el trabajo coloque los residuos en los depósitos correspondientes.					
Creada por:		Aprobado por:		Fecha creación: 18/08/2013	
Jefe mecánico, Jorge Esteban		Jefe de turno, Daniel Soto		Actualización:	
				Versión 1	
				Hoja 1-1	

Ilustración 27: Ficha de automantenimiento

5.7 Check list:

El check list o lista de chequeo es una planilla que se encuentra en el puesto, con el fin de que el operador verifique ciertos puntos clave del equipo o puesto de trabajo al inicio de su turno de producción. Estos puntos son claves para la seguridad del operador y la continuidad de la operación.

En caso de encontrar alguna anomalía el operario debe dar aviso al jefe de turno para que el mismo evalúe cada situación y de aviso al personal de mantenimiento. En el caso de que sea una anomalía grave, de ser necesario se procederá a la detención del equipo.

Modo de uso de la herramienta:

- Diariamente los operadores, al inicio del turno, controlan ciertos puntos predefinidos referentes al equipo y/o puesto de trabajo
- Por cada voz se marca el estado en el que se encuentra el punto a chequear (sin anomalía, con anomalía, anomalía reparada)
- El jefe de turno realiza una ronda relevando las planillas
- Se otorga un retorno de información acerca de la denuncia realizada por el operario, es decir si fue tomada en cuenta por mantenimiento o ya se resolvió
- Se efectúa el seguimiento de las anomalías pendientes o repetitivas
- Continúa optimización de la planilla, agregando voces nuevas y eliminando las innecesarias.

Ventajas:

- Foco en la seguridad del operador
- Detección de fallas o anomalías en un período más corto de tiempo que el normal
- Mayor sentido de responsabilidad hacia el equipo por parte de su operador
- Mayor cuidado del equipo
- Mejora en la relación entre las áreas de mantenimiento y producción.

Esta herramienta tiene como foco principal la seguridad del personal, controlando puntos clave para evitar o disminuir los riesgos de seguridad. Se confecciona en conjunto con el personal de mantenimiento, seguridad e higiene laboral y producción, y se revisan semestralmente para mejorar las voces o en casos urgentes se modifica de ser necesario. Siempre debe darse aviso al personal cuando se realiza un cambio, por qué se realizó y como deben controlarse los nuevos puntos.

Ejemplo de check list:


 CHECK LIST N° 01 Sector MOLDEO		Elaborado por: Maximiliano Fernández, TPM. Verificado por: Esteban Franco, Jefe moldeo																																			
		MES																																			
Equipos:		Turno / Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31				
Moldeo																																					
Verificar estado y correcto funcionamiento embrague amasadora y extrusora	TM																																				
	TT																																				
	TN																																				
Verificar estado bomba de gasoil y vacío (pérdidas, funcionamiento, estado)	TM																																				
	TT																																				
	TN																																				
Guillotina																																					
Estado componentes guillotina (cables, rodillos y elementos neumáticos)	TM																																				
	TT																																				
	TN																																				
Estado visual estado rodillos	TM																																				
	TT																																				
	TN																																				
Estado banda de entrada	TM																																				
	TT																																				
	TN																																				
Estado guías	TM																																				
	TT																																				
	TN																																				
Estado y funcionamiento motores de alimentación	TM																																				
	TT																																				
	TN																																				
Estado componentes neumáticos (pérdidas de aire, funcionamiento, etc.)	TM																																				
	TT																																				
	TN																																				
Banda de salida y mesa agrupadora																																					
Estado visual banda y rodillos	TM																																				
	TT																																				
	TN																																				
Estado cadenas mesa agrupadora	TM																																				
	TT																																				
	TN																																				
Estado y correcto funcionamiento transmisión	TM																																				
	TT																																				
	TN																																				
Simbolos:		✓	= Sin anomalía	✗	= Anomalía identificada	☒	= Anomalía reparada	/	Turno sin trabajo	Ficha de modificación: 18/11/2013										Version: 1																	
Ante cualquier duda consulte a su supervisor																																					

Ilustración 28: Check list

5.8 Mantenimiento programado

Paso 9: determinar un programa de mantenimiento para el área de mantenimiento (ver Anexo E):

Este plan se puede determinar en base al historial de mantenimiento (si se encuentra disponible), utilizando la información recolectada con las herramientas de los pasos anteriores (etiquetas, registro de paradas, etc...) y la información técnica de los equipos. La información debe analizarse y determinar cuáles son los equipos críticos en cuanto a paradas, es decir los que más fallan o que no pueden fallar según el proceso productivo.

El área de mantenimiento ya disponía de un plan de mantenimiento programado, el cual había sido creado por la misma área sin el tratamiento previo con el área de producción. Debido a esto, se decidió realizar una serie de reuniones entre ambas áreas para relevar todo el plan, junto a la nueva información obtenida con la utilización de las herramientas del TPM. A través de estas reuniones se pudo determinar, que si bien el plan original de mantenimiento incluía a los equipos más críticos, los tiempos programados se encontraban muy alejados entre sí, lo que contribuía a que las fallas que se querían prevenir ocurriesen antes de los tiempos previstos de mantenimiento.

Gracias a esta decisión se pudo mejorar el plan de mantenimiento programado, observando una disminución de estas fallas a lo largo del proyecto y una mejora de las relaciones entre ambas áreas gracias a esta situación.

Este plan debe ser continuamente actualizado utilizando la información obtenida diariamente y durante la realización de las tareas de mantenimiento, para optimizarlos continuamente y promover el análisis de todas las fallas.

Paso 10: capacitación del personal

Para mejorar las capacidades de operación y mantenimiento de los operadores se realizan reuniones o cursos sobre diversos temas. Al inicio se realizaron capacitaciones sobre el TPM, beneficios de su implementación, utilización y ventajas de cada herramienta en particular.

Junto con la dirección se definió que deben realizarse reuniones trimestrales sobre el TPM (durante el primer año), para ayudar en el cambio organizacional que conlleva esta práctica,

reducir la resistencia al cambio de las personas y obtener una retroalimentación sobre la implementación, y las dificultades y sugerencias observadas durante el proceso.

En adición, se realizaron otras reuniones sobre el correcto uso de las herramientas de mantenimiento y los beneficios que otorga la realización del mantenimiento primario que pueden llevar a cabo los operadores.

Durante las reuniones se observó gran resistencia por parte de los operarios, debido al cambio de tareas que supone esta práctica (automantenimiento) en los operadores y técnicos. Luego de varias reuniones se observó una mejora en el uso de esta herramienta (a través de las auditorías) y un aumento en la predisposición del personal al uso de la misma.

Se estableció junto a los directivos la necesidad de continuar ofreciendo cursos y reuniones de capacitación, ya que esta es la base para el crecimiento de cualquier empresa, promoviendo el desarrollo personal y profesional de los empleados y mejorando el ánimo general de los mismos.

5.9 Lección Puntual

En esta etapa de capacitación se incorpora una nueva herramienta denominada One Point Lesson o Lección Puntual. Esta herramienta es una de las más importantes para la implementación del TPM, se utiliza cuando se necesita establecer un procedimiento para cualquier tipo de acción, por ejemplo, usos correctos e incorrectos de herramientas, correcta lubricación de un equipo o herramienta, como realizar ajustes, cambios de herramienta, etc. Los procedimientos indicados deben ser secuenciales, concisos, y fáciles de entender y realizar.

Es imprescindible que en la hoja de la lección puntual se encuentren:

- El sector o área de la máquina o equipo al que pertenece
- Características que indican el estado normal o anormal, sus posibles causas y consecuencias
- Instrucciones para resolver la anormalidad o falla

Durante la creación de la lección puntual deberían participar todos operadores e involucrados de la máquina o equipo en cuestión, la primera etapa termina cuando se consigue la aprobación de todo el personal involucrado. Una vez terminada la lección puntual, esta debe colocarse en un área visible, cerca de la máquina o equipo, pero que no estorbe con la operación normal del mismo.

Ejemplo lección puntual implementada en quemador trasero línea 1:

		Lección Puntual de Trabajo		Secado L1	
				Lección N°	LP-2014-003
TEMA:		Reseteo manual quemador trasero L1			
DESCRIPCIÓN			ILUSTRACIÓN		
En caso de encontrarse apagado el quemador trasero L1 sonara una alarma (alarma roja en tablero)					
Pasos para el reseteo manual del sistema de alarma:					
1° Abra el tablero 2° Visualice la caja negra (reseteador) 3° Abra y resetee manualmente presionando el botón blanco durante 10 segundos					
Causas probables de activación alarma:					
a) El sensor de piloto sensa que no hay llama (piloto apagado)					
b) El sensor de llama no sensa la existencia de llama (ubicado luego del sensor de piloto)					
c) En ciertas ocasiones ante una corriente de aire el sensor de piloto puede no sensar la presencia de llama incluso cuando esta existe.					
Si no puede resetar el sistema revise las posibles causas y de aviso a su supervisor					
Ante cualquier duda consulte a su supervisor					
Creado por:		Aprobado por:		Fecha creación: 10/12/2013	
Jefe Mecánico, Jorge Esteban		Jefe de turno, Daniel Soto		Actualización: 10/12/2013	
				Versión 1	
				Hoja 1-1	

Ilustración 29: Leccion puntual

Paso 11: desarrollo temprano de un programa de gestión de equipos

Durante la implementación del TPM no hubo necesidad de usar este paso ya que no se realizaron compras de equipamiento ni de nueva maquinaria. Pero se sentaron las bases para la compra de nuevos equipos.

De este modo se definió el siguiente procedimiento en caso de compra de nuevo equipamiento:

- Se debe realizar una reunión, con el nuevo equipo presente, junto a uno de los jefes de mantenimiento, un jefe de producción y el operador del nuevo equipo
- Detallar todos los posibles inconvenientes a encontrarse durante la instalación del equipo y su posterior uso
- Analizar posibles mejoras a futuro, como ser en ergonomía, disposición de elementos auxiliares, cableado, iluminación, etc.

Aunque esta práctica tiene un costo para la organización, debiendo reunir al personal y realizar mejoras, tiene como foco la reducción de costos a futuro y evitar distintos problemas para los operarios y usuarios del equipo.

Paso 12: Perfeccionamiento

Este período se considera que puede durar algún tiempo dependiendo del nivel de dedicación de la empresa, el tamaño de esta, el personal involucrado y las expectativas de la gerencia.

En este proyecto consideramos un mínimo de 2 años para una implantación total en la empresa (en las distintas áreas). Esta fase será llevada a cabo por la propia empresa, teniendo nuestro apoyo previo en la implementación de los 11 pasos anteriores. Sentando de esta forma las bases para la implementación en las distintas áreas de la empresa.

De ser posible, en el futuro la empresa debería implementar el uso de los indicadores MTBF y MTTR. El MTBF es el acrónimo de Medium Time Between Failures o tiempo medio entre fallas, que mide el tiempo promedio entre cada parada debida a una falla específica (sirve para determinar la falla más probable). El MTTR es el acrónimo de Medium Time To Repair, el cual mide el tiempo medio de la reparación de una falla específica (se utiliza para determinar la

falla más grave). Estos indicadores en la teoría se deberían haber implementado durante el paso 11, pero para poder utilizarlos correctamente era necesario tener un completo historial de las fallas y tiempos de reparaciones de los equipos, con el cuál no se contaba al inicio del proyecto.

En adición a estos indicadores se debe continuar con la medición del OEE velando por el incremento del mismo. Se espera que el mismo mejore un 10% dentro del año siguiente a la finalización de nuestra participación.

CAPITULO VI

Resultados

6.1 Primeros resultados

Luego de pasados 6 meses de haber comenzado con la implementación de las herramientas TPM en Cerámica Martin S.A (principios de septiembre 2013), se calculó nuevamente el OEE, anteriormente calculado antes de implementar el TPM, con el fin verificar algún cambio en el indicador y se relevaron los costos incurridos en la implementación.

Costos de comienzo de implementación.

Los costos de este proyecto, incluyeron:

- Las horas extras para las reuniones de lanzamiento
- Las horas extras para las capacitaciones técnicas
- Gastos varios para impresión de planillas y herramientas TPM (check list, lección puntual, etc.)
- Gastos de la campaña de difusión.
- El jefe de mantenimiento fue consultado e informó un gasto mensual adicional promedio de **\$23.000.-** durante los primeros 6 meses que lleva la implementación. Se prevé que estos costos comiencen a disminuir ya que son debido a arreglos postergados, adquisición de herramientas y demás.

En total, se llevaron a cabo 3 reuniones de una hora con cada grupo de los 4 turnos de personal, en cada turno hay 12 operarios, lo que hace un total de 144 horas extra, valuadas por la empresa en un total de **\$10.760.-**

Las horas extras para las capacitaciones técnicas fueron distribuidas y dirigidas por el gerente de mantenimiento y los dos jefes, informaron un total de 100 horas valuadas por la empresa en **\$7750.-** Muchas de las capacitaciones técnicas fueron realizadas durante la jornada laboral en tiempos muertos.

Los gastos para la impresión de las herramientas TPM se estiman en **\$300.-** por mes-

Los gastos de la campaña de difusión, los cuales corrieron a cuenta exclusiva de la empresa y a su criterio, fueron informados por un total de **\$600.-**, los mismos incluyen cartelera y folletos.

Luego de terminado este proyecto, si la empresa continua implementando el TPM como es planeado, deberá incorporar una persona con la figura de “piloto TPM”, se estima que su sueldo bruto será de unos **\$12.000.-**

Por lo tanto, podemos resumir los costos estimados de la manera siguiente:

- Costo único inicial de implementación (costo reuniones + costo campaña de difusión)
 $10.760.- + 7750.- + 600 = \mathbf{\$18.510.-}$
- Costo mensual (costo de herramientas TPM + sueldo piloto TPM, opcional recomendado + adicional gasto de mantenimiento temporario)
 $300.- + 12.000.- + 23.000.- = \mathbf{\$35300.-/mes}$

6.2 Calculo nuevo OEE:

Se vuelve a calcular el OEE en la extrusora / cortadora.

- Disponibilidad:

Tabla VIII: Calculo de disponibilidad 2

Fechas 2014		Minutos	Paradas Minutos				%
Desde	Hasta	Tiempo	No programadas	Programadas	TO	TPO	Disponibilidad
13-ene	19-ene	10080	2058	518	7504	9562	0,78
20-ene	26-ene	10080	2387	574	7119	9506	0,75
27-ene	2-feb	10080	2072	420	7588	9660	0,79
3-feb	9-feb	10080	2261	497	7322	9583	0,76
13-ene	9-feb	40320	8778	2009	29533	38311	77,09

Podemos observar que la disponibilidad ha crecido en 8,58 puntos porcentuales, con respecto a la calculada en junio del 2013 antes de implementar la filosofía TPM.

- Rendimiento:

Tabla IX: Cálculo de rendimiento 2

Semana	Fechas 2014		Ladrillos/ Minuto		%
	Desde	Hasta	Velocidad Ideal	Velocidad Real	Rendimiento
1	13-ene	19-ene	90	80,4	89,3
2	20-ene	26-ene	90	78	86,7
3	27-ene	2-feb	90	82,8	92,0
4	3-feb	9-feb	90	84	93,3
Total	13-ene	9-feb	Promedio		90,3

Se aumentó el rendimiento en 1 punto porcentual con respecto al cálculo anterior. No es un número muy significativo, pero debemos tener en cuenta que la velocidad objetivo establecida en la línea es de 81 ladrillos por minuto, el mismo objetivo se mantuvo desde julio del 2013 hasta ahora, por lo que es correcto no notar grandes mejoras en el rendimiento.

- Calidad:

Como mencionamos anteriormente, la calidad es muy difícil de medir, ya que los ladrillos son productos de una calidad muy “gruesa”, por lo que solo se consideran malos los ladrillos rechazados por clientes y los ladrillos rotos o reprocesados en la línea. Este dato anteriormente fue estimado por el gerente de producción y el de mantenimiento, los cuales siguen manteniendo su postura en que el porcentaje de ladrillos malos sigue siendo del 14% aproximadamente. Debido a que no han notado cambios significativos o notorios en la cantidad de ladrillos rotos y reprocesados. Además, preferimos ser conservadores y no arriesgar en alguna cifra optimista.

$$OEE_2 = 0,7709 * 0,903 * 0,86 = 0,5987$$

La diferencia del nuevo OEE con respecto al calculado antes de la implementación del TPM es:

$$\Delta OEE = OEE_2 - OEE_1$$

$$0,5987 - 0,5245 = \Delta 0,0742$$

Podemos ver que en estos 6 meses de implementación del TPM se mejoró el OEE global de la línea piloto en **7,42 puntos porcentuales**.

6.3 Beneficio obtenido

A continuación se presenta un cálculo para aproximar con cuánto dinero contribuye el aumento de la disponibilidad a la empresa.

El seteo de la velocidad de la línea sigue siendo el mismo que el calculado antes de implementar el TPM, la ganancia por ladrillo producido/vendido se mantiene constante (precios constantes para poder comparar, pesos de Junio del 2013), la calidad también es constante según el gerente de producción y mantenimiento, adoptando una actitud conservadora, por lo tanto:

$$6,75 \frac{\text{cortes}}{\text{min}} \cdot 60 \frac{\text{min}}{\text{hora}} \cdot 12 \frac{\text{ladrillos}}{\text{corte}} \cdot 1,5 \frac{\text{pesos}}{\text{ladrillo}} \cdot 0,86 = 6269,4 \frac{\text{pesos}}{\text{hora}}$$

El tiempo diario de paradas no programadas, podemos calcularlo como la cantidad de minutos parados no programados relevados en el cálculo de la disponibilidad anterior, el cual suma 8778 minutos para 28 días, lo que es un promedio de 313,5 minutos de paradas no programadas por día.

$$6269,4 \frac{\text{pesos}}{\text{hora}} \cdot 1 \frac{\text{hora}}{60 \text{min}} \cdot 313,5 \frac{\text{min}}{\text{día}} = 32757,62 \frac{\text{pesos}}{\text{día}}$$

Esto significa una reducción de pérdidas por paradas no programadas, o un ahorro de:

$$\text{Ahorro} = \text{Pérdidas}_1 - \text{Pérdidas}_2$$

$$44930,7 - 32757,62 = 12173,08$$

El ahorro generado por el aumento de disponibilidad es de **\$12.173,08.- diarios**

6.4 Resumen de resultados

A continuación se incluye un cuadro con el resumen de la variación de los indicadores analizados en el proyecto.

Tabla X: Resumen de resultados

	Indicadores				Costo por paradas no programadas	
	Disponibilidad	Rendimiento	Calidad	OEE	Diario	Mensual
Antes	68,51%	89,17%	86,00%	52,45%	\$ 44.930,70	\$ 1.347.921,00
Luego	77,09%	90,30%	86,00%	59,87%	\$ 32.757,62	\$ 982.728,60
Variación	8,58%	1,13%	0,00%	7,42%	-\$ 12.173,08	-\$ 365.192,40

CAPITULO VII

7.1 Conclusión

Como se observa, el proyecto de implementación de la filosofía TPM en la empresa Cerámica Martin S.A. ha obtenido buenos resultados. Se logró una mejora en el indicador OEE de 7,42 puntos porcentuales, impulsado principalmente por el incremento en la disponibilidad de 8,58 puntos porcentuales, ahorrando de esta manera \$12173,08 en concepto de paradas diarias. Esto en un lapso de tan solo 6 meses de implementación (desde la utilización de las herramientas de TPM). Es importante destacar, que este gran aumento en la disponibilidad es ayudado por la deficiente situación anterior en la se encontraba la organización, era tal el desorden (en la gestión del mantenimiento) que realizando un esfuerzo no demasiado grande ya se podían lograr mejoras. Es de esperar que en los próximos meses, mientras la empresa siga implementando la filosofía TPM, la tasa de mejora del indicador OEE vaya disminuyendo, pues cada vez será más difícil mejorar y optimizar el mantenimiento, cada vez habrá menos que ordenar.

Observando los beneficios económicos obtenidos con esta implementación se ve que si se lleva a cabo un proyecto de esta envergadura, con el personal necesario, se pueden lograr en poco tiempo grandes mejoras a nivel humano y económico. Cabe destacar que en esta situación no hubo personal absolutamente dedicado. Esto se debió a que la empresa lo utilizó como una prueba piloto.

A través de la implementación tuvimos que superar distintas dificultades, principalmente debidas a la resistencia al cambio por parte de algunos grupos del personal.

Con respecto a los técnicos y gerentes de mantenimiento, prácticamente no hubo problemas de resistencia al cambio. Debemos destacar que la situación en la que se encontraba inicialmente la empresa con respecto al mantenimiento, antes de la decisión de implementar el TPM, era muy estresante para el personal involucrado en el mismo. Las reiteradas paradas diarias y el gran tiempo perdido en ellas generaban tensión entre los técnicos, como también con los jefes y el gerente de mantenimiento. El gerente diariamente instaba a los jefes, que a su vez presionaban a los técnicos a encontrar y solucionar el desperfecto que originaba la parada lo antes

posible (recordar que los tiempos por paradas no deseadas se encontraban en el orden de los 430 minutos diarios). Los técnicos debido al nivel de presión al que se encontraban sometidos transmitían su estrés y tensión en todo el grupo de trabajo, llevando a una situación de estrés a todo el equipo, prácticamente a diario. Se podría decir que en el área de mantenimiento ya existía la idea de “esto así no va más”. Podemos decir que toda el área de mantenimiento (incluyendo los técnicos) estaba deseosa de poder realizar un programa o plan de mantenimiento más constante, pero relajado en el día a día, para evitar estas situaciones de estrés diario.

Distinta fue la situación con los operarios de producción, los cuales no querían realizar tareas de mantenimiento, alegando que las mismas les correspondían a los técnicos. Se podría decir que también la resistencia al cambio por parte de este personal se basaba en que ellos no recibirían un beneficio directo de la implementación de esta filosofía (como si el área de mantenimiento).

Para poder vencer la resistencia al cambio en esta área de la empresa, fue fundamental que los operarios vieran y percibieran de forma eficaz, el compromiso del gerente de producción, que a su vez instaba a los supervisores a llevar a cabo la implementación. Como primer paso para este cambio organizacional fue necesario llevar a cabo la implementación de las 5S, los primeros en implementarlas fueron los gerentes y jefes en sus puestos de trabajo (oficinas), mostrando a todo el personal que con pocos elementos y tiempo se pueden implementar y mantener las 5S. Esto se decidió así ya que los mandos superiores tienen que conocer y manejar la filosofía de las 5S antes de requerir su conocimiento e implementación a sus subordinados.

Nunca se dejó de consultar a los operarios en su puesto de trabajo, acerca de posibles mejoras y su opinión sobre la situación de la empresa y de los equipos que operaban. En varias ocasiones el mismo gerente de producción tomaba nota de los comentarios y opiniones de los operadores (quienes son los que más conocen la maquinaria y sus problemas) con el fin de mostrar su compromiso con el proyecto. Cuando se comenzó a implementar el auto-mantenimiento y el llenado de etiquetas, notamos que los operarios comenzaron a involucrarse más activamente en el TPM y mejoró su predisposición a realizar las nuevas tareas. Esto se debe, posiblemente a que vieron enriquecida su tarea, y como las etiquetas que ellos confeccionaban eran atendidas con alto grado de compromiso por el área de mantenimiento. El personal de

producción pudo ver que sus tareas resultaban en pequeñas pero ciertas mejoras en la producción y el ambiente de la organización.

También es importante aclarar que la empresa no cuenta con una estructura organizacional grande, por lo que fue más fácil “penetrar” con la idea del TPM a todos los involucrados. El tema era motivo de charla diariamente, y al ser pocas las personas involucradas, se generó un ámbito de trabajo en equipo generalizado.

Creemos que toda empresa debería en algún punto implementar esta filosofía para poder mantener su posición en el mercado y escalar sobre los competidores que no hayan implementado la misma. Esta filosofía logra mejorar la moral de los empleados, al ver que con pequeñas acciones, como el mantenimiento autónomo, pueden contribuir significativamente con el desarrollo de la organización. También logra mejorar las interrelaciones entre las distintas áreas como mantenimiento y producción, al fomentar la comunicación entre las mismas y la resolución de problemas en conjunto, sacando la filosofía de trabajar por separado.

Para la realización del presente trabajo utilizamos el conocimiento obtenido de distintas materias dictadas durante la carrera. Por ejemplo las materias de costos industriales, fundamentos de economía y gestión financiera, nos sirvieron como base para el cálculo del beneficio otorgado a través de la implementación del TPM y de los costos en los que incurría la empresa antes de la ejecución de este proyecto. También utilizamos el conocimiento aportado por las materias de dirección de empresas, organización de la producción, procesos industriales e higiene, seguridad y medio ambiente. Estas nos ayudaron en la gestión del proyecto, comunicación con el personal, gestión de los recursos humanos, implementación y optimización de las distintas herramientas propuestas.

Bibliografía

1. BLANN, Dale. *Caso de estudio sobre TPM*. [en línea], Marshall Institute. [ref. mayo de 2013] Disponible en web: <<http://confiabilidad.net/articulos/caso-de-estudio-sobre-tpm/>>
2. BORRIS, Steven. *Total Productive Maintenance*. Estados Unidos: McGraw-Hill, 2005. 448p. ISBN: 0-07-146733-5
3. *Centro para la Excelencia del TPM*, [en línea] Apsoluti Group S.E., Barcelona, España. [ref. junio 2013] Disponible en la web: <<http://www.ceroaverias.com/>>
4. *Continuing kaizen for the better* [en línea], C&K Consultancy, Shenzhen, provincia de Cantón, República Popular China. [ref. junio 2013] Disponible en web: <<http://www.ckaizen.com/en/>>
5. CUATRECASAS, Lluís, TORREL, Francesca. *TPM en un entorno Lean Management*. España: Profit, 2010. 412p. ISBN: 97-884929-561-28.
6. *El portal latinoamericano de mantenimiento*, [en línea], Mantenimiento Mundial. Buenos Aires. [ref. abril de 2013] Disponible en la web <<http://www.mantenimientomundial.com/>>
7. *How To Implement TPM*. [En línea], C&K Consultancy Corporation [ref. mayo de 2013]. Disponible en web <http://www.ckaizen.com/en/means.asp?newsid=141&c_id=21>
8. *International Research Journal Consortium*. [en línea], Estados Unidos [ref. agosto 2013], Disponible en web: <<http://www.irjournals.org/>>
9. *Industry Forum*, [en línea] Reino Unido, [ref. agosto 2013] Disponible en web: <<http://www.industryforum.co.uk/>>
10. KNEZEVIC, Jezdimir. *Mantenimiento*. Cuarta edición. España, Isdefe, 1996. 211p. ISBN: 84-893338-09-4.
11. KURATOMI, Ishiro. *Mantenimiento planificado*. [en línea], Barcelona España [ref. junio del 2013]. Disponible en web: <<http://www.ceroaverias.com/pageflip/planificado11.htm>>
12. LAVERDE, Humberto Álvarez. *Pasos iniciales en el desarrollo del TPM*. [En línea]. Barcelona, España, Advance Productive Solutions, S.L., 2003. 5p. Disponible en la web: <<http://www.ceroaverias.com/centroTPM/articulospublicados/PDF/pasos%20iniciales%20TPM.pdf>>
13. LAVERDE, Humberto Álvarez. *Mantenimiento autónomo*. [En línea]. Barcelona, España, Advance Productive Solutions, S.L., 2003. 1p. Disponible en la web: <<http://www.ceroaverias.com/centroTPM/mantenimientoautonomotpm.htm>>
14. LAVERDE, Humberto Álvarez. *Mejoras enfocadas*. [En línea]. Barcelona, España, Advance Productive Solutions, S.L., 2003. 1p. Disponible en la web: <<http://www.ceroaverias.com/centroTPM/mejorasenfocadas.htm>>
15. LAVERDE, Humberto Álvarez. *Pilar Mantenimiento de Calidad (Hinshitsu Hozen)*. [En línea]. Barcelona, España. Disponible en: <<http://www.ceroaverias.com/centroTPM/mantenimientocalidad.htm>> [Citado el 15 de Agosto de 2008]
16. *Maintenance World*. [en línea], WordPress. Estados Unidos. [ref. Mayo 2013]. Disponible en web: <<http://www.maintenanceworld.com/>>

17. *Marshall Institute*. [en línea], Estados Unidos [ref. Septiembre 2013]. Disponible en web: <http://www.marshallinstitute.com/>
18. MELESSE WORKNEH WAKJIRA, Ajit Pal Singh. *Total Productive Maintenance: A case study in Manufacturing Industry*. [en línea] Vol 1, issue 1. Estados Unidos. [ref. 1 de febrero de 2012]. ISSN: 2249-4596. Disponible en la web: <http://engineeringresearch.org/index.php/GJRE/article/download/680/620>
19. SARANG, Katkamwar. “*Study of Total Productive Maintenance & Its Implementing Approach in Spinning Industries*”. Volume 4. Estados Unidos: International Journal of Engineering Trends and Technology, 2013,1750-1754p. ISSN 2231-5381
20. *Soporte y creación de planes de mantenimiento*, [en línea] Mantenimiento Planificado, Buenos Aires. [ref. Julio 2013]. Disponible en la web: <http://www.mantenimientoplanificado.com/>
21. SORABH, Gupta. *TPM Concept and Implementation Approach*. Hayana Engineering College, India. [ref. Julio de 2013]. Disponible en la web: <http://www.maintenanceworld.com/wp-content/uploads/2013/07/TPM-Concept.pdf>
22. *SPC Consulting Group*. [en línea], Ciudad de Mexico, Mexico. [ref. Julio 2013]. Disponible en web: <http://spcgroup.com.mx/>
23. *The Cost and Cost Benefits of TPM Implementation*. [en línea], Marshall Institute. [ref. mayo de 2013] Disponible en la web: https://www.marshallinstitute.com/default.asp?Page=Maintenance_Resources&Area=Articles&ARTID=tpmcstben/
24. *The Society for Maintenance and Reliability Professionals*. [en línea], Atlanta, Estados Unidos [ref. octubre de 2013] Disponible en web: <http://www.smrp.org/>
25. *TPM Consulting Service*. [en línea], POMORSKI, Thomas. Bangkok, Thailand. [ref. agosto 2013] Disponible en la web: <http://www.tpmconsulting.org/>

Anexos:

Anexo A: Cronograma implementación TPM en Cerámica Martin

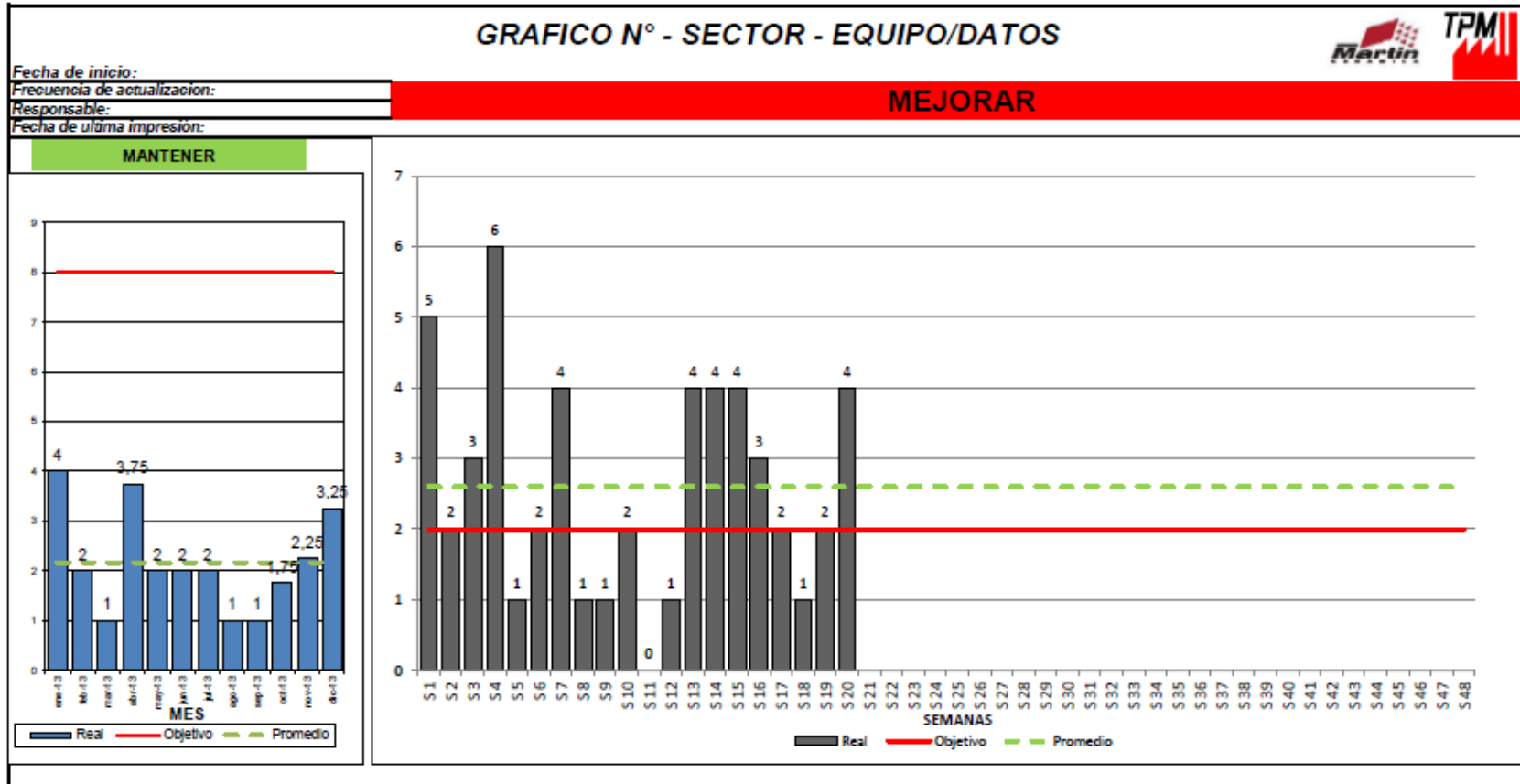
		CRONOGRAMA IMPLEMENTACIÓN TPM EN CERÁMICA MARTIN																														
Actividades	Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Analizar situación actual (programa de mantenimiento, recursos humanos). Medición OEE	■	■	■	■	■																											
Determinar equipos críticos y principales fallas de los mismos			■	■	■	■	■	■																								
Estimar costos implementación TPM y su factibilidad			■	■	■	■	■	■																								
Definición del contenido de capacitación inicial en TPM y realización de reuniones			■	■	■	■	■	■	■	■																						
Campaña de difusión y capacitación en la filosofía TPM					■	■	■	■	■	■	■	■																				
Distribución de responsabilidades (creación del comité de TPM y responsables)									■	■																						
Creación de estándares de herramientas de TPM (automantenimiento, check list, etiqueta, etc.)									■	■	■	■																				
Reunión de lanzamiento oficial											■																					
Reuniones de capacitación y uso de herramientas de TPM													■	■	■	■																
Creación de grupos de mejora continua													■	■	■	■																
Capacitación técnica en mantenimiento autónomo													■	■	■	■	■	■														
Comenzar a implementar herramientas de TPM en los equipos y sectores de la línea piloto																	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Revisión y mejora del programa de mantenimiento preventivo													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Auditorías de uso de herramientas de TPM y relevamiento indicadores																	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Traspaso de herramientas y responsabilidades																													■	■	■	■

Anexo B: Etiqueta


ETIQUETA N°	
Descripción de Anomalia: _____	
Causa probable: _____	
Fecha: _____	Sector: _____
Equipo: _____	
Etiqueta elaborada por: _____	
Responsable de reparación: _____	
Plazo de Reparación: _____	
Nivel de urgencia: <i>(tachar lo que no corresponde)</i>	
Normal	Critico
No esencial	Moderado



Anexo C: Registro de paradas




Anexo D: Sugerencia

SUGERENCIA DE MEJORA		
Nombre y Apellido (puede ser anónima):		
Puesto y/o Cargo:		
Fecha		
Tipo de mejora:		
<i>(tachar las que no corresponden)</i>	Seguridad	Productividad
	Ergonomia	Confort
	Otros	
Descripcion del tema y propuesta:		

Anexo E: Ficha de automantenimiento. Limpieza y revisión mecánica cortadora línea 1.

		Ficha de Automantenimiento		Nombre sector o área	
				Foja Nº	ATM-2014-004
TITULO:	Limpieza y Revisión Mecánica cortadora línea 1			Frecuencia	Semanal
				Tiempo	20 minutos
Elementos / Herramientas necesarias	Trapo	Escoba			
	Solvente dieléctrico	Lubricante			
ELEMENTOS DE SEGURIDAD: guantes de goma, anteojos, zapatos e indumentaria de trabajo.					
Los procedimientos que se detallan a continuación solo deben realizarse en caso de una parada programada o cuando haya una parada no programada y el personal de mantenimiento de el visto bueno para realizar estas tareas					
1- Abra los paneles laterales para habilitar el acceso a las guías, rodillos y alambres					
1-1 Destrabe manualmente las puertas naranjas					
2- Retire con un trapo limpio los restos de polvo depositados sobre guías y ejes					
2-1 Para limpiar utilice el trapo embebido en solvente dielectrico no inflamable					
3- Controle el estado de las mangueras neumáticas (color azul)					
3-1 Limpie las mangueras con el trapo embebido en solvente dieléctrico					
4-1 Lubricar guías entrada					
4-1 Lubricar las guías y elementos móviles utilizando el lubricante provisto por mantenimiento					
5- Limpie el piso del puesto de trabajo de los elementos que puedan encontrarse sobre el Barra con la escoba del puesto y retire cualquier elemento que no corresponda al área					
					
Una vez finalizado el trabajo coloque los residuos en los depósitos correspondientes.					
Creada por:		Aprobado por:		Fecha creación: 18/08/2013	
Jefe mecánico, Jorge Esteban		Jefe de turno, Daniel Soto		Actualización:	
				Versión 1	
				Hoja 1-1	




Anexo F: Check list

 CHECK LIST N° 01 Sector: MOLDEO		Elaborado por: Maximiliano Fernández, TPM. Verificado por: Esteban Franco, Jefe mecánico																															
		MES																															
Equipos:	Turno / Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Moldeo																																	
Verificar estado y correcto funcionamiento embrague amasadora y extrusora	TM																																
	TT																																
	TN																																
Verificar estado bomba de gasoil y vacío (pérdidas, funcionamiento, estado)	TM																																
	TT																																
	TN																																
Guillotina																																	
Estado componentes guillotina (cables, rodillos y elementos neumáticos)	TM																																
	TT																																
	TN																																
Estado visual estado rodillos	TM																																
	TT																																
	TN																																
Estado banda de entrada	TM																																
	TT																																
	TN																																
Estado guías	TM																																
	TT																																
	TN																																
Estado y funcionamiento motores de alimentación	TM																																
	TT																																
	TN																																
Estado componentes neumáticos (pérdidas de aire, funcionamiento, etc.)	TM																																
	TT																																
	TN																																
Banda de salida y mesa agrupadora																																	
Estado visual banda y rodillos	TM																																
	TT																																
	TN																																
Estado cadenas mesa agrupadora	TM																																
	TT																																
	TN																																
Estado y correcto funcionamiento transmisión	TM																																
	TT																																
	TN																																
Simbolos:	<input checked="" type="checkbox"/> = Sin anomalía	<input checked="" type="checkbox"/> = Anomalia identificada	<input checked="" type="checkbox"/> = Anomalia reparada	/ Turno sin trabajo	Fecha de modificación: 18/11/2013	Version: 1																											
Ante cualquier duda consulte a su supervisor																																	

Anexo G: Cronograma mantenimiento planificado semestral

		Cronograma mantenimiento planificado semestral																													
Equipos	Sector Torre	Mes 1				Mes 2				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
Compresor Aire Sullair 75 hp	A/Comp				M				M					M				M				M					M				M
Compresor Aire Atlas	A/Comp				M				M					M				M				M					M				M
Compresor de aire Atlas 20 Hp	A/Comp				M				M					M				M				M					M				M
Reguladora de gas 1 Planta	Planta								S																						
Reguladora de gas 2 Planta	Planta								S																						
Rotación de válvulas reguladoras	Gas				M				M					M				M				M					M			M	
Filtro de gas reguladora 1	Planta													T																T	
Engrase secadero 1 (Limpieza)	1				M				M					M				M				M					M			M	
Engrase secadero 2 (AB)	2				M				M					M				M				M					M			M	
Bomba de pozo 1 y 2 Preve.	Planta				M				M					M				M				M					M			M	
Bomba de pozo rotación	Planta				M				M					M				M				M					M			M	
Aceite análisis trafo 1, 2 y 3	Planta				A																										
Mant. Preventivo Transformadores	Planta													A																	
Caldera Revisión anual	Caldera																														
Limpieza desincrustante Aquaterm	Caldera																														
Quemadores de bóveda Homo 1 Gral.	Homo 1		M						M					M				M				M				M				M	
Quemadores laterales control presiones	Homo 1	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	
Quemadores laterales control presiones	Homo 2	X	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	
Aspiradoras de vagonetas L1	L1				M				M					M				M				M					M			M	
Desagües Limpieza					T																										
Vagonetas Línea 1 alineamiento pasajuegos		S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	
Luz laminador común		S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	
Luz laminador 1		S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	
Control pernos cadenas cajones LC		Q	Q		Q	Q		Q	Q		Q	Q		Q	Q		Q	Q		Q	Q		Q	Q		Q	Q		Q	Q	
Control pernos cadenas cajones L1		Q	Q		Q	Q		Q	Q		Q	Q		Q	Q		Q	Q		Q	Q		Q	Q		Q	Q		Q	Q	
Rascadores de bandas y baberos					M				M					M				M				M					M			M	
Cambio de hélices extrusora 1									B									B									B				
Mantenimiento paletas mezcladora					B									B								B								B	
Mantenimiento de paletas y conos extrusora 1									B									B									B				
Etiquetadora línea 1		M				M								M								M					M				

Anexo H: Lección puntual

 	Lección Puntual de Trabajo		Secado L1	
			Lección N°	LP-2014-003
TEMA: <i>Reseteo manual quemador trasero L1</i>				
DESCRIPCIÓN			ILUSTRACIÓN	
<p>En caso de encontrarse apagado el quemador trasero L1 sonara una alarma (alarma roja en tablero)</p>				
<p>Pasos para el reseteo manual del sistema de alarma:</p>				
<p>1° Abra el tablero</p> <p>2° Visualice la caja negra (reseteador)</p> <p>3° Abra y resetee manualmente presionando el botón blanco durante 10 segundos</p>				
<p>Causas probables de activación alarma:</p> <p>a) El sensor de piloto sensa que no hay llama (piloto apagado)</p> <p>b) El sensor de llama no sensa la existencia de llama (ubicado luego del sensor de piloto)</p> <p>c) En ciertas ocasiones ante una corriente de aire el sensor de piloto puede no sensar la presencia de llama incluso cuando esta existe.</p>				
<p>Si no puede resetar el sistema revise las posibles causas y de aviso a su supervisor</p>				
Ante cualquier duda consulte a su supervisor				
Creada por:		Aprobado por:		Fecha creación: 10/12/2013
Jefe Mecánico, Jorge Esteban		Jefe de turno, Daniel Soto		Actualización: 10/12/2013
				Versión 1
				Hoja 1-1

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Pilares TPM.....	12
Ilustración 2: Diagrama PDCA.	13
Ilustración 3: Pasos mejoras enfocadas	14
Ilustración 4: Seis grandes perdidas	26
Ilustración 5: Entrada de planta.....	40
Ilustración 6: Detalle productos 1	41
Ilustración 7: Detalle productos 1	41
Ilustración 8: Detalle productos 3	42
Ilustración 9: Detalle productos 4	42
Ilustración 10: Detalle productos 5	42
Ilustración 11: Detalle productos 6	43
Ilustración 12: Detalle productos 7	43
Ilustración 13: Acumulador de materia prima.....	45
Ilustración 14: Cinta transportadora	46
Ilustración 15: Extrusora	47
Ilustración 16: Cortadora.....	47
Ilustración 17: Apiladora.....	48
Ilustración 18: Quemador trasero	49
Ilustración 19: Entrada al horno	49
Ilustración 20: Depósito exterior de producto terminado.....	50
Ilustración 21: Organigrama de mantenimiento.....	56
Ilustración 22: Pasos de implementacion del TPM	60
Ilustración 23: Etiqueta	72
Ilustración 24: Ejemplo de uso de etiqueta	74
Ilustración 25: Ejemplo de registro de paradas	76
Ilustración 26: Sugerencia de mejora	77
Ilustración 27: Ficha de automantenimiento	81
Ilustración 28: Check list.....	83
Ilustración 29: Leccion puntual.....	87

INDICE DE TABLAS

Tabla I: Condiciones 4M.....	20
Tabla II: Diagnóstico de problemas	21
Tabla III: Matriz de mantenimiento	22
Tabla IV: Indicadores OEE	29
Tabla V: Calculo de disponibilidad 1.....	52
Tabla VI: Calculo de rendimiento 1	53
Tabla VII: Planificacion de reuniones.....	66
Tabla VIII: Calculo de disponibilidad 2.....	91
Tabla IX: Cálculo de rendimiento 2	92

Tabla X: Resumen de resultados94

INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Cálculo de OEE29