



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SONORA

**“Diseño de un plan de Mantenimiento
Productivo Total para el área de
texturizado en una empresa productora de
yeso”.**

**TITULACIÓN POR TESIS
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

INGENIERO INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS

PRESENTA

FABIOLA BOJORQUEZ ESQUER

NAVOJOA, SONORA.

MAYO DE 2008.

RESUMEN

En el área de texturizado en una planta productora de yeso se detectó que en el departamento de mantenimiento existen irregularidades en la aplicación del mantenimiento preventivo: La forma de operar del departamento es que una vez que ocurre una falla generan una acción correctiva, no se cuenta con indicadores que midan el desempeño del nivel de calidad en el mantenimiento de los equipos y hay falta de conocimiento en los empleados hacia la maquinaria que se utiliza ya que no se les brinda frecuentemente capacitación del funcionamiento correcto de los equipos y como cuidar sus propias máquinas.

El objetivo principal que se pretende lograr es el diseñar un plan utilizando la herramienta de Mantenimiento Productivo Total (TPM) en el área de texturizado, para corregir defectos menores, un pobre desempeño, paradas ocasionales y la descompostura del equipo, también evitar la pérdida de eficiencia y optimizar la vida de la maquinaria.

El plan que se desarrollará es únicamente para aplicar en el área de texturizado, debido a que el plazo de la investigación es demasiado corto, presenta también un inconveniente que afecta el grado de confianza de los resultados.

El método que se propone para enfrentar esta situación es el siguiente: analizar el área de texturizado llevándose a cabo recorridos, recopilar datos de esta misma mediante la observación diaria, describir las actividades de sus trabajadores diseñándose las actividades, con lo anterior definir un catálogo de los equipos, elaborar un calendario de mantenimiento para los mismos y reconocer el deterioro

gradual de las máquinas. Se establecerán indicadores de efectividad para medir el desempeño de los equipos mismos y como punto más importante llegar a diseñar un plan de mantenimiento.

En el estudio realizado, se logró hacerle ver a la empresa la importancia de implementar el TPM; con el diseño del Plan se busca concientizar a los Trabajadores para que escuchen a sus máquinas y aprendan a interpretar su lenguaje. También se podrá integrar al operador, las máquinas que intervienen en el proceso de fabricación, técnicos especializados y los responsables del cumplimiento de los objetivos de la empresa.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	i
ÍNDICE	iii
LISTA DE TABLAS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Antecedentes.....	1
Planteamiento del Problema.....	2
Justificación.....	3
Objetivos.....	4
1.5 Limitaciones del Estudio.....	5
1.5.1 Limitaciones Generales.....	5
1.5.2 Limitaciones Específicas.....	5

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Que es el TPM.....	6
2.2 Objetivos del TPM.....	8

2.3 Metas del TPM.....	11
2.4 Ventajas y Desventajas del TPM.....	11
2.5 Beneficios del TPM.....	12
2.6 Pilares del TPM.....	13
2.6.1 Pilar 1: Mejoras enfocadas (Kaizen).....	14
2.6.2 Pilar 2: Mantenimiento Autónomo (Jishu Hozen).....	14
2.6.3 Pilar 3: Mantenimiento Progresivo o Planificado (Keikaku Hozen).....	15
2.6.4 Pilar 4: Educación y Formación	15
2.6.5 Pilar 5: Mantenimiento Temprano	15
2.6.6 Pilar 6: Mantenimiento de Calidad (Hinshitsu Hozen).....	16
2.6.7 Pilar 7: Mantenimiento en Áreas Administrativas	16
2.6.8 Pilar 8: Gestión de Seguridad	17
2.6.9 Pilar 9: Especiales (Monotsukuri).....	17
2.7 Seis grandes pérdidas	17
2.7.1 Fallas de Equipo	17
2.7.2 Pérdidas de Cambio de Modelo y de Ajuste	18
2.7.3 Pérdidas debido a Paros Menores	19
2.7.4 Reducción de Velocidad	19
2.7.5 Defectos de Proceso.	19
2.7.6 Reducción de Rendimiento	20
2.8 Mantenimiento Preventivo.....	20
2.9 Indicadores del Desempeño del Nivel de Calidad en el Mantenimiento.....	21
2.10 Porqué Implementar TPM.....	22
2.11 Implementación del TPM.....	23
2.12 Fases de la Implementación del TPM.....	27
2.12.1 Fase Preparación.....	27
2.12.2 Fase Implementación.....	27
2.12.3 Fase Evaluación.....	27
2.12.4 Fase Estandarización.....	27
2.13 Retos del TPM.....	28
2.14 Factores Claves en el Éxito del TPM.....	29

CAPÍTULO III

MÉTODO Y MATERIALES

3.1 Sujeto	30
3.2 Método.....	33
3.2.1 Análisis del Área bajo Estudio.....	33
3.2.2 Recopilación de Datos	33
3.2.3 Descripción de Actividades de los Trabajadores	33
3.2.4 Definir un Catálogo de los Equipos	33
3.2.5 Elaborar un Calendario de Mantenimiento para los Equipos	34
3.2.6 Reconocer el Deterioro Gradual de las Máquinas	34
3.2.7 Establecer Indicadores de Efectividad	34
3.2.8 Diseño del Plan de Mantenimiento	34
3.3. Materiales	34

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis del Áreas Bajo Estudio.....	36
4.2 Recopilación de Datos	37
4.3 Descripción de Actividades de los Trabajadores	38
4.4 Definir un Catalogo de los Equipos	40
4.5 Elaborar un Calendario de Mantenimiento para los Equipos	41
4.6 Reconocer el Deterioro Gradual de las Máquinas	43
4.7 Establecer Indicadores de Efectividad	44
4.8 Diseño del Plan de Mantenimiento	47
4.8.1 Seleccionar la Máquina	48
4.8.2 Limpiar la Máquina y Tomar como Referencia su Estado para Restaurarlo.	48

4.8.3 Retroalimentación Mediante el Registro de Tarjetas Rojas.....	48
4.8.4 Encontrar Causa Raíz.....	48
4.8.5 Mejorar el Estado de las Máquinas.....	48
4.8.6 Entrenamiento a los Operadores en los Métodos de Mantenimiento.....	49

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.....	50
5.2 Recomendaciones.....	51

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
--	-----------

ANEXOS.....	54
--------------------	-----------

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Catálogo de Equipos de Texturizado	40
Tabla 1. Catálogo de Equipos de Texturizado (Continuación).....	41
Tabla 2. Calendario de Actividades	42
Tabla 2. Calendario de Actividades (Continuación).....	43
Tabla 3. Deterioro Gradual de los Equipos.....	44
Tabla 4. Fórmulas para Cálculo de Indicadores.....	45
Tabla 5. Datos para cálculo de indicadores	45
Tabla 6. Indicadores Enero.....	46
Tabla 7. Indicadores Febrero.....	46
Tabla 8. Indicadores Marzo	47
Tabla 9. Formato de tarjeta Roja.....	48

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama de la Empresa	32
Figura 2. Hoja de Registro de Producción de Texturizado	37
Figura 3. Área de Texturizado Tolvas y Hornos	55
Figura 4. Área de Texturizado Bandas de Transporte.....	55
Figura 5. Área de Texturizado Productos Terminados.....	56
Figura 6. Publicación de Indicadores Mes de Febrero	56
Figura 7. Publicación de Indicadores Marzo	57
Figura 8. Área de Mantenimiento	57
Figura 9. Área de Mantenimiento	58
Figura 10. Oficina del Área de Mantenimiento.....	58
Figura 11. Oficina de Mantenimiento.....	59

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes.

En la actualidad existen muchas empresas donde cada una de ellas está compitiendo para abarcar un mayor mercado, para ello existen diferentes tipos de herramientas que ayudan a la empresa a que sea mas competitiva, debe estar siempre a la vanguardia mejorando sus instalaciones para un mejor control de mantenimiento, para evitar averías, defectos, accidentes laborales, mejorar la producción así como otros aspectos para obtener un funcionamiento mejor en la empresa.

En el contexto actual las industrias en general buscan incrementar la eficiencia de las líneas de producción y al mismo tiempo bajar el costo del mantenimiento del equipo. La visión de la gerencia está enfocada en incrementar sus ingresos mediante la gestión de los procesos y estandarización de un sistema de calidad. Los directivos relegan a segundo plano la importancia de un sistema de mantenimiento preventivo y correctivo, para evitar pérdidas que impactan en los costos de producción.

La competencia actual y en el futuro previsible es global. Sólo si se establece un proceso para satisfacer y superar las expectativas de los clientes una compañía puede aspirar a un futuro seguro. Las compañías deben esforzarse por ser las

mejores mediante la perfección y la renovación constante de sus logros. Estos objetivos se pueden alcanzar con la ayuda de la herramienta de “Mantenimiento Productivo Total” (TPM) con ello se logrará diseñar un plan de mantenimiento para el mejor aprovechamiento de los equipos dentro del área de texturizado donde se realizará el presente estudio.

En las empresas encargadas de elaborar un producto de construcción es primordial tener en excelentes condiciones cada uno de los equipos de la línea de producción porque de esa depende la calidad del producto.

1.2 Planteamiento del Problema.

En el área de texturizado en una planta productora de yeso se detectó que en el departamento de mantenimiento existen irregularidades en la aplicación del mantenimiento preventivo, la forma de operar del departamento es que una vez que ocurre una falla generan una acción correctiva, esto provoca que la maquinaria no se desempeñe adecuadamente, se acorte su periodo de vida y se generen gastos innecesarios.

El área bajo estudio no cuenta con indicadores que midan el desempeño del nivel de calidad en el mantenimiento de los equipos.

Otra causa que tiene gran influencia en la problemática de estudio es la falta de conocimiento de los empleados hacia la maquinaria que se utiliza ya que no se les brinda frecuentemente capacitación del funcionamiento correcto de los equipos y como cuidar sus propias máquinas.

No se encuentran diseñadas las actividades y responsabilidades que debe cumplir cada trabajador en su estación de trabajo correspondiente.

El equipo de mantenimiento juega un papel vital, pero debido a que éste no cumple con sus tareas ni cuenta con un catálogo de los equipos disponibles y un calendario

para brindar mantenimiento preventivo a la maquinaria, no es posible promover, ni enseñar acertadamente los métodos de reparación a los operadores, éstas son unas de las principales razones de tener tiempos de reparación prolongados gracias a la pobre organización y conocimiento de actividades de mantenimiento;

Esto causa que el costo de fabricación del producto elaborado en dicha línea se incremente y no salga con calidad.

Lo que nos lleva a plantear la siguiente interrogante:

¿Cuál será el plan de mantenimiento correcto a realizar en los equipos del área de texturizado?

1.3 Justificación.

En los países de primer mundo donde existen filosofías, que les permite un mejor aprovechamiento de sus recursos, la herramienta de Mantenimiento Productivo Total ha logrado reducir significativamente los costos de producción ayudando en el crecimiento sostenido de la empresa y el enriquecimiento profesional de las personas que laboran en ella.

Con el diseño del plan que se realizará se busca utilizar de manera factible la herramienta de Mantenimiento Productivo Total en equipos del área de texturizado. Con el enfoque de integrar al operador, las máquinas que intervienen en el proceso de fabricación del texturizado, técnicos especializados y los responsables del cumplimiento de los objetivos generales de la empresa.

La competitividad ya no es solo con empresas nacionales, sino con el mercado global, esto implica que los procesos sean similares a las empresas trasnacionales en términos de calidad y costo, para poder posicionarse en un mercado mas agresivo. Es por eso que debe tomarse como una alternativa confiable dentro de la

estrategia de crecimiento de cualquier empresa, desarrollar un programa de mantenimiento en el cual se vean reflejados los ahorros de recursos materiales, humanos, energéticos y financieros.

1.4 Objetivos.

1.4.1 Objetivo General.

Diseñar un plan utilizando la herramienta de Mantenimiento Productivo Total (TPM) en el área de texturizado en una empresa productora de yeso, para corregir defectos menores, un pobre desempeño, paradas ocasionales y la descompostura del equipo, también evitar la pérdida de eficiencia y optimizar la vida de la maquinaria.

1.4.1 Objetivos Específicos.

- Establecer un calendario de mantenimiento preventivo.
- Hacer un catálogo de los equipos existentes en el área.
- Reducir el tiempo muerto por mantenimientos correctivos.
- Incrementar el rendimiento de la máquina desde el arranque hasta la producción.
- Integrar la participación de todos los departamentos que intervienen en proceso productivo del área de texturizado.
- Responsabilidades concretas para cada actividad que ejecutan los operadores.
- Mantener el equipo en buenas condiciones.

1.5 Limitaciones del Estudio.

1.5.1 Limitaciones Generales.

El plan que se desarrollará es únicamente para aplicar en el área de texturizado de la empresa productora de yeso. Debido a que el plazo de la investigación es demasiado corto, presenta también un inconveniente que afecta el grado de confianza de los resultados.

1.5.2 Limitaciones Específicas.

La problemática a vencer en este caso y cuyo impacto ejerce un mayor énfasis de cambio, es el compromiso de la alta dirección en el beneficio de mediano y largo plazo de integrar el TPM en la empresa. Otro de los obstáculos a superar es la cultura laboral de los obreros y técnicos de mantenimiento, que puede estar influida por la dirección sindical.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Qué es el TPM.

TPM es un método para mejorar e incrementar la productividad de la fabricación. Consiste en la aplicación práctica de datos sobre disponibilidad, cumplimiento del programa y calidad del producto. Con estas mediciones, la eficiencia global del equipo. Indica el uso óptimo de recursos. El TPM no es simplemente una estrategia de mantenimiento, sino un enfoque más integral de los mejoramientos de la productividad. Pensar que es solo una estrategia de mantenimiento sería pasar por alto la complejidad del concepto y subestimar el potencial de mejoramientos.

El TPM se orienta a maximizar la eficacia del equipo (mejorar la eficiencia global) estableciendo un sistema de mantenimiento productivo de alcance amplio que cubre la vida entera del equipo, involucrando todas las áreas relacionadas con el equipo (planificación, producción, mantenimiento, etc.), con la participación de todos los empleados desde la alta dirección hasta los operarios, para promover el mantenimiento productivo a través de la gestión, de la motivación, o actividades de pequeños grupos voluntarios.

Es un enfoque innovativo para el mantenimiento que optimiza la efectividad del equipo, elimina las fallas y promueve el mantenimiento autónomo por los operadores a través de actividades día a día que incluye a todo el personal.

EL TPM se orienta a crear un sistema corporativo que maximiza la eficiencia de todo el sistema productivo, estableciendo un sistema que prevenga las pérdidas en todas las operaciones de la empresa. Esto incluye “cero accidentes, cero defectos, cero fallos en todo el ciclo de vida del sistema productivo”.

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

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

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

Finalmente llegamos al TPM el cual comienza a implementarse en Japón durante los años sesenta. El mismo incorpora una serie de nuevos conceptos a los desarrollados a los métodos previos, entre los cuales cabe destacar el Mantenimiento Autónomo, el cual es ejecutado por los propios operarios de producción, la participación activa de todos los empleados, desde los altos cargos hasta los operarios de planta. También agrega a conceptos antes desarrollados como el Mantenimiento Preventivo, nuevas herramientas tales como las Mejoras de Mantenibilidad, la Prevención de Mantenimiento y el Mantenimiento Correctivo.

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

Zandin, (2005) expresa “El TPM exige mucho trabajo, requiere atención y apoyos constantes. Las recompensas son una planta competitiva con mayor productividad, costos más bajos, mejor calidad del producto, una planta y áreas de trabajo limpias, una nueva sensación de orgullo y optimismo”.

TPM No es:

1. Un plan que se pone en práctica por una temporada y luego se deja en el olvido.
2. Un servicio de reparación general de máquinas.
3. Una tarea más que desempeñar.

Por el contrario:

1. Una nueva cultura que llega para quedarse.
2. Una forma de traer las máquinas a su óptima condición y conservarla así.
3. Una práctica que hace nuestro trabajo más fácil.

2.2 Objetivos del TPM.

Entre los objetivos principales y fundamentales del TPM se tienen:

- Reducción de averías en los equipos.
- Reducción del tiempo de espera y de preparación de los equipos.
- Utilización eficaz de los equipos existentes.
- Control de la precisión de las herramientas y equipos.

- Promoción y conservación de los recursos naturales y economía de energéticos.
- Formación y entrenamiento del personal.

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

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

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

Si se intenta mejorar el rendimiento del equipo hasta su nivel máximo. Y que el mantenimiento sea fácil, esta situación no se puede encarar de forma general. Se necesitan objetivos del TPM para establecer una dirección lógica para la instalación del TPM.

Estos objetivos deliberadamente ambiciosos se denominan los tres ceros:

- Cero Tiempo Improductivo no Planificado del Equipo: plantea el máximo desafío. Aunque a simple vista podría parecer imposible, se logra planificando. Cuanto tiempo se destina actividades como: tiempo improductivo planificado, mantenimiento planificado, mantenimiento predictivo, limpieza, lubricación, inspección etc. Son actividades planificadas que permitirán que el equipo mejore hacia los objetivos de tiempo improductivo no planificado.

- Cero Defectos Provocados por el Equipo: Simplemente productos de alta calidad. El equipo es la barrera para llegar a este cero. Debe recordarse que la calidad perfecta exige equipos perfectos.
- Cero Pérdidas de Velocidad del Equipo: En la mayoría de las compañías, la velocidad del equipo o el tiempo de ciclo, rara vez se compara con las especificaciones reales y el rendimiento óptimo factible. A menudo se desconoce la velocidad teórica especificada. Las pérdidas de velocidad pueden deberse a equipos desgastados, mal ajustado o mal mantenido. En muchas máquinas suelen detectarse pérdidas de velocidad del 10% esto significa que la compañía está perdiendo el 10% de la productividad (en esta máquina), lo cual aumenta el costo de fabricación y resigna el 10% de la capacidad. Cuando hay una máquina lenta en la línea del proceso, disminuirá el ritmo de toda la línea. Al principio en una forma gradual, pero con el tiempo la disminución puede transformarse en excesiva.

Otros objetivos:

1. Maximizar la efectividad del equipo mediante el esfuerzo y dedicación de todo el personal.
2. Eliminar todas las pérdidas de las máquinas, mejorando la productividad y la calidad del producto.
3. Crear un sentido de la propiedad (mi máquina).
4. Promover la mejora continua a través de actividades de pequeños grupos que involucran a todo el personal.
5. Establecer formas de análisis de la situación actual frente a la deseada.
6. Conseguir un ambiente laboral entusiasta y mejorar las habilidades de los operadores.
7. Traducir los objetivos TPM hacia la estrategia de la empresa.
8. Planificar la extensión de las mejoras conseguidas hacia otras máquinas, áreas o naves.

2.3 Metas del TPM.

García, (1998) argumento “El TPM es el sistema de Mantenimiento Productivo Total realizado por todos los empleados de la compañía a través de actividades de pequeños grupos. El TPM incluye las seis metas siguientes”:

- Crear una misión corporativa para mejorar la eficiencia de los equipos.
- Usar un enfoque centrado en productividad y mantenimiento autónomo por los operadores.
- Involucrar a todos los departamentos y todo el talento humano de la organización es la implementación del TPM.
- Implantación óptima del mantenimiento, administrado por el departamento de mantenimiento.
- Implementar las actividades de pequeños grupos basados en capacitación y adiestramiento.
- Un programa de gestión de equipos inicial para prevenir problemas que puedan surgir durante la puesta en marcha de una nueva planta o un nuevo equipo.

2.4 Ventajas y Desventajas del TPM.

El equipo sometido a TPM será elevado a su desempeño óptimo, corrigiendo cualquier discrepancia o anomalía encontrada. También será adaptado con modificaciones principalmente sugeridas por el operador y supervisores de producción, analizadas y aprobadas por el equipo de trabajo en conjunto. Esas modificaciones y mejoramientos no solo cubren la máquina misma, sino el área alrededor suyo.

Filtros o radiadores anticuados son reemplazados por unos de diseños avanzado, y con ese ejemplo muchos cambios que nos lleva a una condición ambiental superior.

Una máquina más limpia y mejor conservada tiene menor probabilidad de sufrir una falla, cualquier anomalía que pudo derivar en un problema mayor, será detectada y resuelta en sus etapas iniciales. En términos de costo monetario, el resultado de un mejor mantenimiento se traduce en utilidades.

Ventajas:

- Al integrar a toda la organización en los trabajos de mantenimiento se consigue un resultado final más enriquecido y participativo.
- El concepto está unido con la idea de calidad total y mejora continua.

Desventajas:

- Se requiere un cambio de cultura general, para que tenga éxito este cambio, no puede ser introducido por imposición, requiere el convencimiento por parte de todos los componentes de la organización de que es un beneficio para todos.
- La inversión en formación y cambios generales en la organización es costosa. El proceso de implementación requiere de varios años.

2.5 Beneficios del TPM.

1. Organizativos

- Mejora de calidad del ambiente de trabajo.
- Mejor control de las operaciones.
- Incremento de la moral del empleado.
- Creación de una cultura de responsabilidad, disciplina y respeto por las normas.
- Aprendizaje permanente.
- Creación de un ambiente donde la participación, colaboración y creatividad sea una realidad.

- Dimensionamiento adecuado de las plantillas de personal.

2. Seguridad

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

3. Productividad

- Eliminar pérdidas que afectan la productividad de las plantas.
- Mejora de la fiabilidad y disponibilidad de los equipos.
- Reducción de los costos de mantenimiento.
- Mejora de la calidad del producto final.
- Menor costo financiero por cambios.
- Mejora de la tecnología de la empresa.
- Aumento de la capacidad de respuesta a los movimientos del mercado.
- Crear capacidades competitivas desde la fábrica.

2.6 Pilares del TPM.

Los pilares o procesos fundamentales del TPM sirven de apoyo para la construcción de un sistema de producción ordenado. Se implantan siguiendo una metodología disciplinada, potente y efectiva. Los procesos fundamentales o pilares del TPM se deben combinar durante el proceso de implantación. Debe existir una cierta lógica para la implantación del TPM en la empresa y ésta dependerá del grado de

desarrollo que la compañía posea en su función productiva y de mantenimiento en relación con cada uno de los procesos fundamentales. Los pilares considerados como necesarios para el desarrollo del TPM en una organización son los que se indican a continuación:

2.6.1 Pilar 1: Mejoras Enfocadas (Kaizen).

Las mejoras enfocadas son actividades que se desarrollan con la intervención de las diferentes áreas comprometidas en el proceso productivo, con el objeto maximizar la Efectividad Global del Equipo, proceso y planta; todo esto a través de un trabajo organizado en equipos multidisciplinarios, empleando metodología específica y concentrando su atención en la eliminación de los despilfarros que se presentan en las plantas industriales.

Se trata de desarrollar el proceso de mejora continua similar al existente en los procesos de Control Total de Calidad aplicando procedimientos y técnicas de mantenimiento. Si una organización cuenta con actividades de mejora similares, simplemente podrá incorporar dentro de su proceso, Kaizen o mejora, nuevas herramientas desarrolladas en el entorno TPM. No deberá modificar su actual proceso de mejora que aplica actualmente.

2.6.2 Pilar 2: Mantenimiento Autónomo (Jishu Hozen).

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

Estas actividades se deben realizar siguiendo estándares previamente preparados con la colaboración de los propios operarios.

Los operarios deben ser entrenados y deben contar con los conocimientos necesarios para dominar el equipo que opera.

2.6.3 Pilar 3: Mantenimiento Progresivo o Planificado (Keikaku Hozen).

El mantenimiento progresivo es uno de los pilares más importantes en la búsqueda de beneficios en una organización industrial.

El propósito de este pilar consiste en la necesidad de avanzar gradualmente hacia la búsqueda de la meta "cero averías" para una planta industrial.

2.6.4 Pilar 4: Educación y Formación.

Este pilar considera todas las acciones que se deben realizar para el desarrollo de habilidades para lograr altos niveles de desempeño de las personas en su trabajo. Se puede desarrollar en pasos como todos los pilares TPM y emplea técnicas utilizadas en mantenimiento autónomo, mejoras enfocadas y herramientas de calidad.

2.6.5 Pilar 5: Mantenimiento Temprano.

Este pilar busca mejorar la tecnología de los equipos de producción. Es fundamental para empresas que compiten en sectores de innovación acelerada, Mass Customization o manufactura versátil, ya que en estos sistemas de producción la actualización continua de los equipos, la capacidad de flexibilidad y funcionamiento libre de fallos, son factores extremadamente críticos.

Este pilar actúa durante la planificación y construcción de los equipos de producción. Para su desarrollo se emplean métodos de gestión de información sobre el funcionamiento de los equipos actuales, acciones de dirección económica de proyectos, técnicas de ingeniería de calidad y mantenimiento.

Este pilar es desarrollado a través de equipos para proyectos específicos. Participan los departamentos de investigación, desarrollo y diseño, tecnología de procesos, producción, mantenimiento, planificación, gestión de calidad y áreas comerciales.

2.6.6 Pilar 6: Mantenimiento de Calidad (Hinshitsu Hozen).

Tiene como propósito establecer las condiciones del equipo en un punto donde el cero defectos es factible.

Las acciones del mantenimiento de calidad buscan verificar y medir las condiciones cero defectos regularmente, el objeto de facilitar la operación de los equipos en la situación donde no se generen defectos de calidad.

2.6.7 Pilar 7: Mantenimiento en Áreas Administrativas.

Este pilar tiene como propósito reducir las pérdidas que se pueden producir en el trabajo manual de las oficinas. Si 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. Emplea técnicas de mejora enfocada, estrategia de 5's, acciones de mantenimiento autónomo, educación y formación y estandarización de trabajos. Es desarrollado en las áreas administrativas con acciones individuales o en equipo.

2.6.8 Pilar 8: Gestión de Seguridad, Salud y Medio Ambiente.

Tiene como propósito crear un sistema de gestión integral de seguridad. Emplea metodologías desarrolladas para los pilares mejoras enfocadas y mantenimiento autónomo.

Contribuye significativamente a prevenir riesgos que podrían afectar la integridad de las personas y efectos negativos al medio ambiente.

2.6.9 Pilar 9: Especiales (Monotsukuri)

Este pilar tiene como propósito mejorar la flexibilidad de la planta, implantar tecnología de aplazamiento, nivelar flujo, aplicar Justo a Tiempo y otras tecnologías de mejora de los procesos de manufactura.

2.7 Seis Grandes Pérdidas del TPM.

Antes de iniciar la implantación de una técnica como TPM, lo primero es medir la eficiencia global, para conocer las posibilidades de mejora existentes, además de detallar y cuantificar la pérdida de productividad debido a cada uno de los siguientes conceptos.

2.7.1 Pérdidas por Fallas.

Causadas por ambas fallas, esporádicas y crónicas. Las fallas esporádicas son por lo general obvias y fáciles de corregir (algunas cosas rotas). Las fallas crónicas con frecuencia son ignoradas o negadas después de varios intentos poco exitosos de corregir el problema.

Puesto que las fallas son responsables de un gran porcentaje de pérdidas totales, el personal de la fábrica interviene gran cantidad de tiempo en la busca de medios, para evitarlas.

Eliminarlas es extremadamente difícil, lo común es que mantenimiento lleve a cabo estudios que aumente la confiabilidad del equipo y encontrar la forma de minimizar el tiempo requerido para corregir los problemas cuando ocurren, sin embargo para maximizar la efectividad del equipo las fallas deben reducirse a cero.

Eso es en realidad posible aun sin mucho esfuerzo e inversión (aunque algo de la inversión se requiere al principio), si la actitud convencional de que las fallas es inevitable se cambia. Todos los involucrados en el proceso de mejoramiento deben entender que los defectos si se deben prevenir.

El mantenimiento adecuado tiende a prolongar la vida útil de los bienes, a obtener un rendimiento aceptable de los mismos durante más tiempo y a reducir el número de fallas. Decimos algo de fallas cuando deja de brindarnos el servicio que debía darnos o cuando aparecen efectos indeseables según las especificaciones de diseño con las que fue construido o instalado el bien en cuestión.

2.7.2 Pérdidas de Cambio de Modelo y de Ajuste.

Las pérdidas de los ajustes son resultado de tiempo de paro y producto defectuoso que surge cuando la producción de un artículo termina y el equipo se ajusta para cumplir con los requerimiento del otro artículo.

Trabajando desde una perspectiva de ingeniería industrial, los tiempos se pueden reducir considerablemente haciendo clara la diferencia entre tiempo de ajuste interno (las operaciones se llevan a cabo mientras las máquinas están paradas) y los tiempos de ajuste externo (operación que se puede llevar a cabo mientras la máquina está funcionando).

2.7.3 Pérdidas debido a Paros Menores.

Son causadas por interrupciones a las máquinas, atoramientos o tiempo de espera. En general no se pueden registrar estas pérdidas directamente, por lo que se utiliza el porcentaje de utilización (100% menos el porcentaje de utilización), en este tipo de pérdida no se daña el equipo.

2.7.4 Pérdidas de Velocidad.

Son causadas por reducción de la velocidad de operación, debido que a velocidades más altas, ocurren defectos de calidad y paros menores frecuentemente.

La velocidad reducida es la diferencia entre la velocidad fijada en la actualidad y la velocidad teórica o de diseño. En ocasiones hay una considerable diferencia entre lo que la gente cree que es la velocidad máxima y la velocidad máxima teórica. En muchos casos, la velocidad de producción se ha rebajado para evitar otras pérdidas tales como defectos de calidad y averías. Las pérdidas debidas a velocidades reducidas son por tanto en la mayoría de los casos ignoradas o infravaloradas.

2.7.5 Pérdidas de Defectos de Calidad y Retrabajos.

Son productos que están fuera de las especificaciones defectuosos, producidos durante operaciones normales, estos productos, tienen que ser retrabajados o eliminados. Las pérdidas consisten en el trabajo requerido para componer el defecto o el costo del material desperdiciado.

Los productos retrabajados son también productos que no cumplen los requisitos de calidad a la primera, pero que pueden ser reprocesados y convertidos en productos buenos.

2.7.6 Pérdidas de Rendimiento.

Son causadas por materiales desperdiciados o sin utilizar y son ejemplificadas por la cantidad de materiales regresados, tirados o de desecho.

2.7.7 Pérdidas Crónicas y Defectos Ocultos.

Las pérdidas crónicas pueden causarse por maquinaria, equipos y métodos. Si deben mejorarse las condiciones fundamentales del sistema de fabricación, es necesario eliminar completamente las pérdidas crónicas y los defectos ocultos. Hasta se ha centrado el mantenimiento en problemas esporádicos de fácil detección. Por el contrario las pérdidas crónicas son más sutiles y difíciles de detectar.

Según Nakajima, (1989) “Estas pérdidas pueden reducirse y eliminarse, aumentando la confiabilidad del equipo, reestableciendo las condiciones operativas originales, identificando cuales son las condiciones operativas óptimas y eliminando los pequeños defectos que a menudo pasan por alto”.

2.8 Mantenimiento Preventivo.

El objetivo del Mantenimiento Preventivo Duffuaa (2002) considera, “es aumentar al máximo la disponibilidad y confiabilidad de los equipos llevando a cabo un programa de mantenimiento eficaz. Una de las características fundamentales de un equipo que ha sido bien diseñado”. Es que puede mantenerse o prepararse correctamente durante el tiempo especificado para ello.

El Mantenimiento Preventivo puede estar basado en las condiciones reales del equipo, o en los datos históricos de fallas del equipo; el primer caso se conoce como (CBM) Mantenimiento Basado en Condición o Mantenimiento Predictivo y el segundo

sistema a dado origen a una nueva tecnología denominada (PMO) Optimización de Mantenimiento Preventivo.

2.9 Indicadores del Desempeño del Nivel de Calidad en el Mantenimiento.

Nakajima, (1991) explica, “Si se desea practicar un TPM rentable y perseguir una óptima efectividad del equipo, son cruciales los dos factores: se deben mantener registros precisos de la operación del equipo y se debe diseñar una escala precisa para medir las condiciones de operación del equipo”. Por lo que se necesita establecer indicadores.

Efectividad Global del Equipo (OEE). Este indicador responde elásticamente a las acciones realizadas tanto de mantenimiento autónomo, como de otros pilares TPM. Una buena medida inicial de OEE ayuda a identificar las áreas críticas donde se podría iniciar una experiencia piloto TPM. Sirve para justificar a la alta dirección sobre la necesidad de ofrecer el apoyo de recursos necesarios para el proyecto y para controlar el grado de contribución de las mejoras logradas en la planta. Las cifras que componen la Efectividad Global del Equipo nos ayudan a orientar el tipo de acciones de Mantenimiento Productivo Total y la clase de instrumentos que debemos utilizar para el estudio de los problemas y fenómenos. La Efectividad Global del Equipo sirve para construir índices comparativos entre plantas para equipos similares o diferentes. En aquellas líneas de producción complejas puede se debe calcular la OEE para los equipos componentes. Esta información será útil para definir en el tipo de equipo en el que hay que incidir con mayor prioridad con acciones TPM.

Algunos directivos de plantas consideran que obtener un valor global OEE para una proceso complejo o una planta no es útil del todo, ya que puede combinar múltiples causas que cambian diariamente y el efecto de las acciones TPM no se logran apreciar adecuadamente en la OEE. Por este motivo, es mejor obtener un valor de OEE por equipo, con especial atención en aquellos que han sido seleccionados como piloto o modelo.

Es frecuente que la información se encuentre fragmentada en los diferentes departamentos de la empresa y no se calcule el Aprovechamiento del Equipo (AE) y OEE. Esto conduce a que cada departamento cuide sus índices. Sin embargo, el efecto multiplicativo de la disponibilidad, rendimiento y niveles de calidad producen un deterioro del AE y OEE, no siendo observado por los directivos de la empresa.

Es frecuente que el personal de mantenimiento se encargue de controlar la disponibilidad de los equipos ya que éste mide la eficiencia general del departamento. La disponibilidad es una medida de funcionamiento del equipo. Sin embargo, en el área de mantenimiento es frecuente desconocer los valores del nivel de rendimiento de estos equipos. Si se llega a deteriorar este nivel, se cuestiona la causa y frecuentemente se asume como causa aquellos problemas que operativos y que nada tienen que ver con la función de mantenimiento. Esta falta de trabajo en equipo y con intereses comunes, hace que sea más difícil obtener las verdaderas fuentes de pérdida. Por este motivo, si en una empresa existen comportamientos frecuentes como "yo reparo el equipo y tú lo operas", va a ser imposible mejorar la OEE de una planta.

Los indicadores para medir el desempeño del nivel de la calidad en el mantenimiento de los equipos que se utilizan son:

- Productividad Total Efectiva del Equipo (TEEP).
- Eficacia Global del Equipo (OEE).
- Eficacia Neta del Equipo (NEE).
- *Mean Time Before Failure* (MTBF) Tiempo Promedio Entre Fallas.
- *Mean Time to Repair* (MTTR) Tiempo Promedio Entre Reparación.

2.10 Porque Implementar TPM.

Para iniciar la aplicación de los conceptos de TPM en actividades de mantenimiento de una planta, es necesario que los trabajadores se enteren de que la gerencia del

más alto nivel tiene un serio compromiso con el programa. Hay tres razones principales para que la mayoría de las empresas multinacionales y algunas nacionales hayan adoptado los programas de TPM.

- Resultados tangibles significativos: Luego de una inversión en tiempo, recursos humanos y financieros se logra una drástica reducción de datos en los equipos, minimización de tiempo en vacío y pequeñas paradas, disminución de defectos de calidad, elevación de la productividad, reducción de los costos de personal, inventarios y accidentes.
- Transformación del entorno de la planta: A través del TPM una planta sucia, cubierta de aceite y grasa, con fugas de vapor, aire comprimido, desperdicios, puede transformarse en un entorno de trabajo grato y seguro. Los clientes y visitantes quedan gratamente impresionados por estos cambios y aumenta su confianza en los productos y en la calidad de la gestión de la empresa.
- Transformación de los trabajadores de la planta: A medida que las actividades de TPM empiezan a rendir resultados concretos. Los trabajadores se motivan, aumenta su integración en el trabajo y proliferan las sugerencias de mejora.

2.11 Implementación del TPM.

Para iniciar la aplicación de los conceptos de TPM en actividades de mantenimiento de una planta, es necesario que los trabajadores se enteren de que la gerencia del más alto nivel tiene un serio compromiso con el programa.

El primer paso en este esfuerzo es designar o contratar un coordinador de TPM de tiempo completo. Será la labor de ese coordinador “vender” los conceptos y bondades del TPM a la fuerza laboral a base de un programa educacional. Se debe

convencer al personal de que no se trata del nuevo “programa del mes”, simplemente esa culturización puede tomar hasta más de un año.

Una vez de que el coordinador está seguro de que toda la fuerza laboral ha “comprado” el programa de TPM y que entiende su filosofía e implicaciones, se forman los primeros equipos de acción. Los equipos de acción tienen la discrepancia u oportunidades de mejoramiento, la forma más adecuada de corregirlas o implementarlas e iniciar el proceso de corrección o de mejoramiento. Posiblemente no resulte fácil para todos los miembros del equipo el reconocer las oportunidades e iniciar las acciones, sin embargo otros tal vez tengan experiencia de otras plantas o casos previos en la misma y gracias a lo que hayan observado en el pasado y las comparaciones que puedan establecer, se logrará un importante avance.

El establecimiento de estas comparaciones que a veces puede implicar visitar otras plantas se denomina “benchmarking” o sea “comparación sobre la mesa” como cuando tenemos dos aparatos de las mismas características y los ponemos sobre la mesa para comparar cada parte en un proceso de funcionamiento. Esta es una de las grandes ventajas del TPM.

A los equipos se les anima a iniciar atacando discrepancias y mejoras menores y a llevar un registro de sus avances. A medida que alcanzan logros, se les da reconocimiento de parte de la gerencia. A fin de que crezca la confianza y el prestigio del proceso, se da la mayor publicidad que sea posible a sus alcances. A medida de que la gente se va familiarizando con el TPM, los retos se van haciendo mayores ya que se emprende proyectos de más importancia.

Para la implementación de TPM se deben seguir la siguiente metodología:

1) Comunicar el Compromiso de la Alta Gerencia para Introducir el TPM.

- Se debe hacer una declaración del ejecutivo de más alto rango en la cual exprese que se tomó la resolución de implantar TPM en la empresa.

2) Campaña Educativa Introdutoria para el TPM.

- Para esto se requiere de la impartición de varios cursos de TPM en los diversos niveles de la empresa.

3) Establecimiento de una organización promocional y un modelo de mantenimiento de Máquinas.

- Esta organización debe estar formada por: Gerentes de la planta, Gerentes de departamento y sección, Supervisores y Personal.

4) Fijar Políticas Básicas y Objetivos.

- Las metas deben ser por escrito en documentos que mencionen que el TPM será como un medio para alcanzar las metas.

5) Diseñar el plan maestro de TPM.

- La mejor forma es de una manera lenta y permanente. Se tiene que planear desde la implantación hasta alcanzar la certificación (Premio a la excelencia de TPM).

6) Lanzamiento Introdutorio.

- Involucra personalmente a las personas de nivel alto y medio, quienes trabajan en establecer los ajustes para el lanzamiento, ya que este día es cuando será lanzado TPM con la participación de todo el personal.

7) Mejoramiento de la Efectividad del Equipo.

- En este paso se eliminarán las 6 grandes pérdidas consideradas por el TPM.

8) Establecimiento de un programa Mantenimiento Autónomo para los Operadores.

- El mantenimiento autónomo requiere que los operadores entiendan o conozcan su equipo Deming, (1986) decía “que ese orgullo es el derecho básico que se ha siempre robado a los trabajadores”.
- Un claro entendimiento del criterio para juzgar condiciones normales y anormales.
- Un estricto esfuerzo para mantener las condiciones del equipo.
- Una rápida respuesta a las anomalías (habilidad para reparar y restaurar las condiciones del equipo).

9) Preparación de un Calendario para el Programa de Mantenimiento.

- El propósito del programa es mejorar las funciones de: conservación, prevención, predicción, corrección y mejoramiento tecnológico.

10) Dirigir el entrenamiento para mejorar la operación y las habilidades del mantenimiento. El entrenamiento consiste en los siguientes temas:

- Técnicas de diagnóstico en general.
- Técnicas de diagnóstico para equipo básico.
- Reglas de inspección general.

11) Desarrollo de un programa inicial para la administración del equipo. El cual tendrá como objetivos:

- Garantizar al 100% la calidad del producto.
- Garantizar el costo previsto inicial y de operación.
- Garantizar operatividad y eficiencia planeada del equipo.

12) Complementar y apoyar los Objetivos.

- Planeación y reparación de la implantación de TPM.
- Instalación piloto.

2.12 Fases de Implementación del TPM.

2.12.1 Fase 1: Preparación.

- Decisión de aplicar el TPM en la empresa.
- Campaña de información.
- Formación de comités.
- Análisis de condiciones existentes diagnóstico.
- Planificación.

2.12.2 Fase 2: Implantación.

- Capacitación.
- Implantación de las 3Y`s: motivación, competencia y entorno del trabajo.
- Determinación y cálculo de indicadores.
- Aplicación del Mantenimiento Autónomo.
- Aplicación del Mantenimiento Planificado.

2.12.3 Fase 3: Evaluación.

- Análisis de resultados obtenidos.

2.12.4 Fase 4: Estandarización.

- Se estandarizan los resultados obtenidos.

- Se da comienzo a un nuevo proceso de Mejora Continua en materia de fiabilidad y durabilidad.

2.13 Retos del TPM.

El TPM enfrenta la reacción natural que todo ser humano siente hacia el cambio. De hecho cualquier alteración en nuestras vidas es siempre motivo de preocupación.

El TPM representa un cambio y aunque este sea muy positivo, los empleados no siempre lo ven de esa manera, por tal motivo en los primeros intentos de entrenamiento hallaremos tal resistencia, especialmente por parte de la gente con menor nivel de educación.

Para compensar estas actitudes, necesitaremos crear un ambiente de credibilidad y buena voluntad.

Es esencial generar un flujo de comunicación con operadores, supervisores, gerentes, etc. Cuando ellos perciban nuestro sincero propósito de proveerles con un equipo en mejor estado y ambiente de trabajo, la mayoría de los obstáculos desaparecerán.

A veces hallaremos resistencia de los supervisores de producción a soltar a su gente para el esfuerzo del TPM porque tienen demasiado trabajo. Ellos todavía piensan en que mantenimiento se debe hacer cargo del equipo, el planteamiento de “nosotros lo componemos y ustedes lo descomponen”. Mantenimiento ya no debe de ser visto como un gasto necesario.

Debemos verlo como un recurso clave para llegar a nuestros objetivos del nuevo siglo. Es una actividad productiva.

2.14 Factores Claves en el Éxito del TPM.

Compromiso de la dirección.

Como en todos los sistemas de gestión modernos la dirección debe dejar claro su compromiso con la implantación del TPM.

El sistema de información.

Al hablar de un sistema de información no nos referimos únicamente al software informático, sino a la captación de datos, elaboración, preparación de la información y al flujo, tratamiento y aprovechamiento de la misma así como de los receptores y emisores de informes, además de sus contenidos.

El diseño de un adecuado sistema de información y la selección de un software para la gestión de mantenimiento son dos puntos clave para el éxito en la consecución de los objetivos de la empresa.

Gestión de Stocks (inventarios) de repuestos.

Utilización de sistemas modernos de gestión de stocks en el tratamiento de los repuestos y piezas necesarias para las labores de mantenimiento.

CAPÍTULO III

MÉTODO Y MATERIALES

3.1 Sujeto.

Yeso Industrial de Navojoa, S.A. de C.V. (YINSA), Fue incorporada en 1978 e inició operaciones en 1982. El objetivo principal de la empresa es la explotación y procesamiento de Yeso y sus derivados.

Esta cuenta con sus depósitos propios de Yeso, lo cual tiene garantizada reservas para operar por décadas en el futuro.

Misión

Elaborar productos de calidad para la industria de la construcción y la agricultura, con un precio justo para el cliente; con el esfuerzo y dedicación de los miembros de la empresa y de esta manera lograr satisfacer la demanda de los clientes y posicionarse en el mercado nacional e internacional.

Visión

Ser una empresa líder en la elaboración de productos para la construcción y la agricultura en el mercado nacional e internacional, y que nuestro producto cumpla con las características que el cliente demande, realizado con la mejor tecnología.

Objetivo de la Empresa

Implementar en sus procesos los avances tecnológicos que incremente su competitividad, así como desarrollar nuevos productos de calidad y con tecnología, que se puedan comercializar tanto en el mercado nacional e internacional.

Los productos que se elaboran son:

Yeso

- Mocuzari para construcción.
- Agrícola.
- Moldeo.

Muroblock

- Muroblock.

Adhesivos

- Pegamax.
- Vitromax.

Texturas

- Textumax.

En la elaboración de los diferentes productos de texturizado, morteros, adhesivos, yesos, texturas exteriores, se siguen los siguientes pasos:

1. Cribar arena.
2. Revisar inventarios.
3. Indicar al mezclador el tipo de producto a elaborar para que pese los Aditivos correspondientes.

4. Ajustar los supersacos de consumibles y proveer de consumibles las mesas que se utilizarán para el producto que se va a elaborar.
5. Programar la fórmula del producto a elaborar en el Programador Lógico Controlable (PLC).
6. Colocar un supersaco en la criba-mesa.
7. Mezclado.
8. Ensacado.
- a) Toma de muestras.
- b) Evaluación del laboratorio.
9. Entarimado y protección plástica.
10. Acomodo en el área del producto terminado.
11. Embarque de premezclas (texturizados).

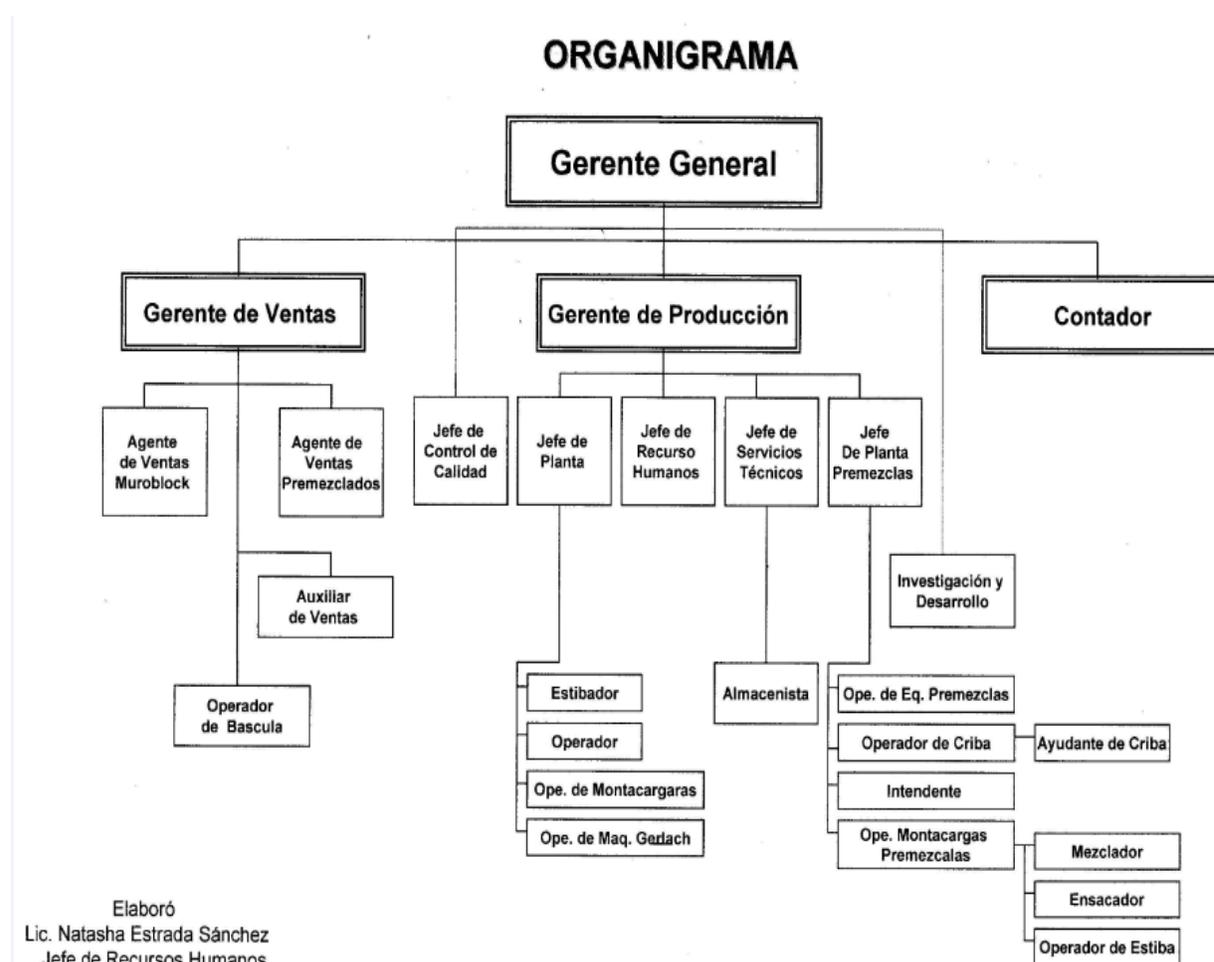


Figura 1. Organigrama de la Empresa

3.2 Método.

El procedimiento empleado para el logro del objetivo del presente estudio fue el siguiente:

3.2.1 Análisis del Área Bajo Estudio.

Se asumió que el sistema bajo estudio sería el área de texturizado, se llevaron a cabo recorridos para conocer su funcionamiento, es decir, dar un seguimiento de los productos desde que entra la materia prima hasta su empaque, ya que en esa área se fabrican alrededor de 19 productos distintos, con el fin de ver el desempeño, sus fallas y que tipo de mantenimiento se les brinda.

3.2.2 Recopilación de Datos.

La información obtenida del área de texturizado, fue mediante la observación diaria en el área bajo estudio, comprende desde que entra la materia prima hasta la salida del producto terminado; para ver el comportamiento de los equipos, también para establecer indicadores y saber la utilización que se tiene en el área de texturizado se usaron las hojas de registro diario que se elaboran ahí mismo.

3.2.3 Descripción de Actividades de los Trabajadores.

Se diseñaron las actividades y responsabilidades que debe cumplir cada trabajador en su estación de trabajo correspondiente.

3.2.4 Definir un Catálogo de los Equipos.

Se reunió la información de todos los equipos para integrarla en un catálogo, que contenga la descripción, modelo y por consiguiente saber el número de equipos con que cuenta el área.

3.2.5 Elaborar un Calendario de Mantenimiento para los Equipos.

Con la información del catálogo y de los manuales de los equipos se realizó un calendario para dar mantenimiento preventivo a las máquinas.

3.2.6 Reconocer el Deterioro Gradual de las Máquinas.

Se estableció una tabla para que los operadores y los responsables del mantenimiento reconocieran en que estado se encuentran los equipos.

3.2.7 Establecer Indicadores de Efectividad.

Se establecieron indicadores para medir el desempeño de los equipos; ya que el área no contaba con ellos, por lo tanto no se tenían datos históricos para ver tendencias.

3.2.8 Diseño del Plan de Mantenimiento.

Con la información de los puntos anteriores, se diseñó el plan de mantenimiento productivo total. De acuerdo a las necesidades del área de texturizado.

3.3 Materiales.

Insumos:

- Casco.
- Cubre bocas.
- Computadora.
- Hojas blancas.

- Impresora.
- Lápiz.
- Calculadora.
- Cuaderno de anotaciones.
- Rotulador.
- Cronómetro.
- Marcador.
- Escritorio.
- Sillas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Análisis del Área Bajo Estudio.

Se asumió que el sistema bajo estudio sería el área de texturizado, porque en esa área también se está realizando el proyecto de prácticas.

Se llevaron a cabo recorridos para conocer su funcionamiento, es decir, dar un seguimiento de los productos desde que entra la materia prima hasta su empaque, ya que en esa área se fabrican alrededor de 19 productos distintos, con el fin de visualizar el desempeño de los equipos, sus fallas, que tipo de mantenimiento se les brinda; para detectar las necesidades que éstos presentan (Ver Anexos. Figura 3 a la 5. Área de Texturizado).

Se detectó que en el departamento de mantenimiento no realizan mantenimiento preventivo, la forma de operar de ellos es que hasta que ocurre una falla generan una acción correctiva.

En el departamento de mantenimiento no cuentan con un calendario de actividades a seguir para realizar los mantenimientos preventivos, en el área se desconoce la utilización de los equipos ya que no cuentan con indicadores que midan la utilización de la maquinaria. Dando como resultado equipos utilizados indebidamente y pérdidas

de producción y económicas en la organización, por los paros que se producen por la falta de mantenimiento. O en su defecto trato incorrecto de los operadores hacia las máquinas por falta de capacitación y descripción correcta de sus actividades y responsabilidades con que cuenta cada uno.

4.2 Recopilación de Información.

La información obtenida del área de texturizado, fue mediante la observación diaria en el área bajo estudio, comprende desde que entra la materia prima hasta la salida del producto terminado; para ver el comportamiento de los equipos, también para establecer indicadores y saber la utilización con que cuenta el área de texturizado se usaron las hojas de registro diario que se elaboran ahí mismo.

Para realizar el catálogo de equipos y el calendario para brindar mantenimiento se utilizaron los manuales de cada uno de los equipos.

La hoja de registro diario que se utilizó es la siguiente:

REGISTRO DIARIO DE PRODUCCION DE PREMEZCLAS

CLAVE: REYINPR-01 REVISION: 01

FECHA: _____ RESPONSABLE: _____
 HORA DE INICIO: _____ HORA DE TERMINO: _____ DURACIÓN: _____

PRODUCCIÓN DE PREMEZCLAS								
NOMBRE DEL PRODUCTO	CANTIDAD DE BACHADAS	KILOS POR BACHADA	TOTAL PRODUCCIDAS EN TON.	NO. DE BACHADAS DE MERMAS	NO. DE SACOS ENVASADOS	TONELADAS EN TOLVA RECEPCION	SACOS ROTOS	NO. SACOS ENV. PRODUCCION ANTERIOR

REPROCESO DE PREMEZCLAS				
NOMBRE DEL PRODUCTO A REPROCESAR	REPROCESO DE SACOS		REPROCESO DE SUPERSACOS	CAUSA DEL REPROCESO
	SACOS REPROCESADOS	CANTIDAD EN TONELADAS	CANTIDAD EN TONELADAS	

TIEMPOS DE PARO														
TIPO DE PARO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
DURACIÓN														

1.- ENSACAR PROD ANTERIOR 2.- INVENTARIO 3.- FALTA DE MONTACARGAS 4.- MANTENIMIENTO PREVENTIVO 5.- MANTENIMIENTO CORRECTIVO 6.- FALLA DE OPERACION 7.- FALTA DE SUMINISTROS 8.- ACARREO Y ACOMODO DE SUMINISTROS 9.- CAPACITACIÓN / INSTRUCCIONES DE TRABAJO 10.- TIEMPO DE COMIDA 11.- LIMPIEZA POR CAMBIO DE PRODUCTO 12.- LIMPIEZA GENERAL 13.- TIEMPO ENSACADO DESPUES DE PROD 14.- OTRAS CAUSAS
 ESPECIFICAR OTRAS CAUSAS:

OBSERVACIONES:

Figura 2. Hoja de Registro de Producción de Texturizado.

4.3 Descripción de Actividades de los Trabajadores.

En esta área laboran 10 personas y la descripción de puestos es la siguiente:

- Operador de Equipo de Premezclas. Opera el equipo PLC utilizando el proceso de producción de premezclas y apoyar en las actividades de abastecimiento y distribución de los consumibles a utilizar.

Jefe inmediato: Auxiliar de producción.

Puestos bajo su cargo: Ninguno.

- Operador de Criba. Coordinar el proceso de criba de arena, realizar el traslado de supersacos de arena cribada a su lugar asignado, depositar la arena que será cribada en la tolva receptora de arena, llenar con apoyo del ayudante de criba los supersacos con arena cribada en sus distintos tamaños y realizar las pruebas de granulometría a la arena cribada.

Jefe inmediato: Auxiliar de producción.

Puestos bajo su cargo: Ayudante de criba.

- Ayudante de Criba. Apoyar en las actividades de criba tales como llenar los supersacos con arena cribada en sus distintos tamaños, así como clasificarlos de acuerdo al tamaño de arena.

Jefe inmediato: Operador de Criba.

Puestos bajo su cargo: Ninguno.

- Intendente. Mantener limpia el área de premezclas y conservar limpios los supersacos que se utilizan en la elaboración de productos.

Jefe Inmediato: Auxiliar de Producción,

Puestos bajo su cargo: Ninguno.

- Operador del Montacargas. Operar el montacargas durante el proceso de elaboración de premezclas y abastecimiento de consumibles a las mesas y colocar el producto terminado en el área correspondiente, acomodar los supersacos de consumibles en su área y cargar el producto terminado en las unidades de transporte.

Jefe Inmediato: Auxiliar de Producción.

Puestos bajo su cargo: Operador de Estiba, Ensacador, Mezclador.

- Mezclador. Realiza las actividades de pesar y agregar los aditivos a la mezcladora, para la elaboración de los productos de premezclas y de habilitar y deshabilitar el sistema de producción cuando sea necesario.

Jefe Inmediato: Operador de Montacargas.

Puestos bajo su Cargo: Ninguno.

- Ensacador. Operar la máquina ensacadora para llenar los sacos de los diversos productos de premezclas y controlar que los sacos cumplan con el peso especificado.

Jefe Inmediato: Operador de Montacargas.

Puestos bajo su Cargo: Ninguno.

- Operador de Estiba.- Realizar las actividades pertinentes a la estiba y acomodo de los sacos de producto terminado sobre las tarimas, verificar que el peso de los sacos sea el especificado, proteger tarimas completas y controlar el contenido de materiales de los sacos rotos.

Jefe Inmediato: Operador de Montacargas.

Puestos bajo su Cargo: Ninguno.

4.4 Definir un Catálogo de los Equipos.

Se recopilò información de todos los equipos para crear un catálogo, que contenga la descripción, modelo y por consiguiente saber el número de equipos con que cuenta el área.

El catálogo quedó de la siguiente manera:

Tabla 1. Catálogo de Equipos de Texturizado

No. Equipo	Grupo	Descripción	Modelo
1	Alimentadoras	Alimentador de plato a criba Gosag	08-AP-01
2	Bandas Transportadoras	Banda Transportadora llenadora de supersacos de recicle	08-BT-05
3		Banda Transportadora a 90 grados	08-BT-03
4		Banda Transportadora arena a elevador de canguilotes	08-BT-01
5		Banda Transportadora limpiadora de ensacadora	08-BT-02
6		Banda Transportadora producto terminado	08-BT-04
7	Bombas	Bomba de sólidos wilden	08-BO-01
8	Colectores	Colector de polvos texturizado	08-CV-01
9	Cribas	Criba móvil	08-CR-02
10		Criba texturizado gosag tms 6128	08-CR-01
11	Elevadores	Elevador de canguilones texturizado	08-EC-01
12		Elevador de carga yale 2 ton	08-EV-01
13	Ensacadoras	Ensacadora 1 texturizado	08-EN-01
14		Ensacadora 2 texturizado	08-EN-02
15		Ensacadora manual texturizado	08-EN-03
16	Estractores	Estractor de polvos planta piloto	08-EP-01
17	Mezcladoras	Mezcladora 1 texturizado	08-ME-01
18		Mezcladora 2 texturizado	08-ME-02

Tabla 1. Catalogo de Equipos de Texturizado (Continuación).

19		Mezcladora de muestras	08-ME-03
20	Tolvas	Tolvas alimentadora criba gosag	08-TO-10
21		Tolvas alimentadora de ensacadoras	08-TO-09
22		Tolvas báscula de producto	08-TV-01
23		Tolvas arena 1	08-TO-11
24		Tolvas arena 2	08-TO-12
25		Tolvas arena 3	08-TO-13
26		Tolvas arena 4	08-TO-14
27		Tolvas arena 5	08-TO-15
28		Tolvas arena 6	08-TO-16
29		Tolvas de recepción de arena	08-TO-08
30		Tolvas de recepción materias primas 1	08-TO-01
31		Tolvas de recepción materias primas 2	08-TO-02
32		Tolvas de recepción materias primas 3	08-TO-03
33		Tolvas de recepción materias primas 4	08-TO-04
34		Tolvas de recepción materias primas 5	08-TO-05
35		Tolvas de recepción materias primas 6	08-TO-06
36		Tolvas de recepción materias primas 7	08-TO-07
37		Tolva de recuperación	08-TO-17
38	Transportadores	Transportadora de gusano tolva de recepción 1	08-GT-01
39		Transportadora de gusano tolva de recepción 2	08-GT-02
40		Transportadora de gusano tolva de recepción 3	08-GT-03
41		Transportadora de gusano tolva de recepción 4	08-GT-04
42		Transportadora de gusano tolva de recepción 5	08-GT-05
43		Transportadora de gusano tolva de recepción 6	08-GT-06
44		Transportadora de gusano tolva de recepción 7	08-GT-07
45		Transportadora de gusano debajo de mezcladoras 1 y 2	08-GT-08
46	Válvulas	Válvula direccional del elevador de canguilones festo	08-VD-01
47		Válvula direccional de mezcladora festo	08-VD-02

4.5 Elaborar un Calendario de Mantenimiento para los Equipos.

Con la información del catálogo y de los manuales de los equipos. Se realizó un calendario para dar mantenimiento preventivo a las máquinas, definir las actividades a realizar y con que frecuencia debe de hacerse, así los responsables de mantenimiento se basen en el calendario para darles mantenimiento a los equipos.

Tabla 2. Calendario de Actividades.

EQUIPOS	ACTIVIDADES A REALIZAR	FRECUENCIA
Alimentadora de plato	revisar chumaceras	1 mes
	revisar amperaje	1 semana
	revisar baleros	1 mes
Bandas transportadoras	revisar chumaceras con estetoscopio	1 mes
	revisar rodillos de carga	1 mes
	revisar nivel de aceite	1 semana
	chechar amperaje	1 semana
	cambio de aceite	criterio del mecánico
Banda 90 grados	revisar chumaceras con estetoscopio	1 mes
	revisar rodillos de carga	1 mes
	revisar nivel de aceite	1 semana
	chechar amperaje	1 semana
	cambio de aceite	criterio del mecánico
	revisar cadena de banda	1 mes
Colectores de polvo	chechar válvulas	3 meses
	chechar baleros	3 meses
Criba de arena	revisar estructura de las mallas	1 mes
	revisar baleros con estetoscopio	1 mes
	chechar el estado en que se encuentra las mallas	1 mes
Criba de arena gosag planta piloto	revisión de amperaje del motor de la criba	1 semana
	chechar el estado en que se encuentra las mallas	1 mes
Elevadores	chechar nivel de aceite	semana
	revisar estructura (condiciones que se encuentra)	1 mes
	chechar estado de canguilones	3 meses
	revisar chumaceras con estetoscopio	1 mes
Ensayadoras	revisar amperaje	1 semana
	revisar pistones	1 semana
	limpiar silenciadores	1 semana
	calibrar bascula	1 mes
	limpieza de taza de filtro	1 semana
Ensayadora manual	revisar amperaje	1 semana
	chechar desgaste de poleas	3 meses
	chechar desgaste de gusano	3 meses
	revisar bandas	1 mes
	revisar chumaceras	1 mes
	revisar interruptores	1 mes

Tabla 2. Calendario de Actividades (Continuación).

Estractor de polvos	revisar el ventilador	2 meses
	chechar amperaje	1 mes
	chechar baleros	1 mes
Mezcladoras	chechar aceite	1 semana
	revisar chumaceras	1 mes
	chechar espirales	2 meses
	chechar amperaje	1 semana
	cambio de aceite	criterio del mecánico
	hacer pruebas de homogenización	1 mes
Mezcladora de pruebas	chechar pintura	3 meses
	revisar catarinas	2 meses
	revisar bandas	1 mes
	revisar baleros	1 mes
	revisar cadenas	1 mes
Tolvas	revisar las fugas de material	1 mes
	chechar pintura de la estructura	3 meses
Válvulas	chechar aceite	1 semana
	ajuste del sensor	3 meses
	fugas de aire	1 mes
Gusanos	chechar amperaje	1 semana
	ajuste de las bandas	1 mes
	revisar chumaceras	1 mes

4.6 Reconocer el Deterioro Gradual de las Máquinas.

Todos los equipos presentan síntomas antes de descomponerse, es importante que tanto el operador, como los responsables de mantenimiento reconozcan en que estado se encuentra cada una de sus máquinas.

Los equipos hablan a través de los síntomas que presentan y es mejor detectar a tiempo los defectos menores que llegar a la descompostura de la máquina.

A continuación se presenta una tabla de los estados que puede presentar cada máquina.

Tabla 3. Deterioro Gradual de los Equipos

Estado 1	Defecto menor latente	Partes ajustadas empiezan a aflojarse.
Estado 2	Aparente defecto menor	Vibración y ruido, fugas de aceite, agua o aire.
Estado 3	Desempeño Pobre de la máquina	Variación de la precisión y tolerancias, ocupa más ajuste, menor número de unidades producidas.
Estado 4	Paradas intermitentes	Paradas ocasionales para reparaciones menores o reiniciar.
Estado 5	Descompostura	Deterioro gradual de las partes, la máquina se detiene.

4.7 Establecer Indicadores de Efectividad.

Se establecieron indicadores para saber cómo se encuentra el área en cuanto a fallas por mantenimiento, fallas por operación y la utilización que comprende. Los cálculos de los indicadores se hicieron mediante registros diarios que se llevan en el área de texturizado (Ver Figura 2).

El tiempo disponible se calculó sumando las horas diarias que trabajan en los días laborados, tomando en cuenta que los sábados se trabaja cinco horas y media y los domingos son día de descanso.

El tiempo de paro por mantenimiento y paros por operación se toma de los registros diarios ya que en el registro viene el tipo de paro y la duración, se suman las duraciones y ese sería el tiempo de mantenimiento y tiempo por operación.

El número de paros por mantenimiento y número de paros por operación también se toman de los registros, sumando todos los paros ocurridos en el mes.

El tiempo total de paros se calculó mediante la suma de todos los paros ocurridos en el mes desde paros de mantenimiento, operación, falta de suministro, limpieza por cambio de producto y otras causas que originan paros.

Los indicadores utilizados fueron para ver el comportamiento de los equipos en el área y se publicaron para conocimiento del personal, sobre todo conocimiento en el departamento de mantenimiento.

Tabla 4. Fórmulas para Cálculo de Indicadores

Indicador	Fórmulas
Tiempo Medio entre fallas por mantenimiento.	$\text{Tiempo disponible} - \text{tiempo perdido por mtto} / \text{número de fallas por mtto.}$
Tiempo medio entre fallas por operación.	$\text{Tiempo disponible} - \text{tiempo perdido por operación} / \text{número de fallas por operación.}$
Porcentaje de Utilización.	$\text{Tiempo disponible} - \text{tiempo total de paros} / \text{tiempo disponible.}$

Datos Para cálculo de los indicadores:

Tabla 5. Datos para cálculo de indicadores

Datos	Enero	Febrero	Marzo
Tiempo Disponible.	198 hrs.	159 hrs.	113.5 hrs.
Tiempo que se paró por Mantenimiento.	4.25 hrs.	3.41 hrs.	7.63 hrs.
Tiempo que se paró por Operación.	0.65 hrs.	0.38 hrs.	0.35 hrs.
Número de paros por Mantenimiento.	16 paros	9 paros	6 paros
Número de paros por operación.	1 paro	2 paros	2 paro
Tiempo total de paros.	96.35 hrs.	55.43 hrs.	47.03 hrs.

Los indicadores calculados son para los meses de Enero, Febrero y Marzo, estos indicadores fueron publicados, mes con mes, en una pizarra que se encuentra en el área de texturizado (Ver Anexos. Figura 6 y 7).

Tabla 6. Indicadores Enero

Indicadores Enero 2008	
Tiempo Medio entre fallas por mantenimiento.	= $\frac{198 \text{ hrs.} - 4.25\text{hrs}}{16 \text{ paros}} = 12.10 \text{ hrs. /paro}$
Tiempo medio entre fallas por operación.	= $\frac{198 \text{ hrs.} - 0.65\text{hrs}}{1 \text{ paros}} = 197.35 \text{ hrs. /paro}$
Porcentaje de Utilización.	= $\frac{198 \text{ hrs.} - 96.35 \text{ hrs.}}{198\text{hrs.}} = 51.34 \%$

Tabla 7. Indicadores Febrero.

Indicadores Febrero 2008	
Tiempo Medio entre fallas por mantenimiento.	= $\frac{159 \text{ hrs.} - 3.41 \text{ hrs.}}{9 \text{ paros}} = 17.28 \text{ hrs. /paro}$
Tiempo medio entre fallas por operación.	= $\frac{159 \text{ hrs.} - 0.38 \text{ hrs.}}{2 \text{ paros}} = 79.31 \text{ hrs. /paro}$
Porcentaje de Utilización.	= $\frac{159 \text{ hrs.} - 55.43 \text{ hrs.}}{159} = 65.13 \%$

Tabla 8. Indicadores Marzo.

Indicadores Marzo 2008	
Tiempo Medio entre fallas por mantenimiento.	= $\frac{113.5 \text{ hrs.} - 7.63 \text{ hrs.}}{6 \text{ paros}} = 17.64 \text{ hrs. /paro}$
Tiempo medio entre fallas por operación.	= $\frac{113.5 \text{ hrs.} - 0.35 \text{ hrs.}}{2 \text{ paros}} = 56.57 \text{ hrs. /paro}$
Porcentaje de Utilización.	= $\frac{113.5 \text{ hrs.} - 47.03 \text{ hrs.}}{113.5 \text{ hrs.}} = 58.56 \%$

4.8 Plan de Mantenimiento.

Con la información de los puntos anteriores, se diseñó el plan de mantenimiento productivo total. De acuerdo a las necesidades del equipo del área de texturizado.

El diseño del plan fue el siguiente:

4.8.1 Seleccionar la Máquina.

- Recolectar información del equipo, teniendo a la mano manual, lista de partes, planos de la máquina.

4.8.2 Limpiar la Máquina y tomar como Referencia su Estado para Restaurarlo.

- Inspección mediante la limpieza.
- Limpieza profunda de todo la máquina (bombas, bandas, tolvas, elevadores).
- Anotar las áreas más sucias.

4.8.3 Retroalimentación Mediante Registros de Tarjetas de Color.

- Inspeccionar mediante la limpieza.
- Identificar signos de deterioro.
- Hacer una tarjeta para cada máquina.
- Pegar las tarjetas en las máquinas.
- Los especialistas en reparación y mecánicos revisarán las tarjetas.

El formato de la tarjeta roja debe contener:

Tabla 9. Formato de tarjeta roja

No	Especificaciones de la máquina	Problema	Acción	Responsable	Comentarios	Fecha

4.8.4 Encontrar Causa Raíz.

- Revise las tarjetas rojas en cada máquina, ahí se encuentra la fuente del deterioro.

4.8.5 Mejorar el Estado de las Máquinas.

- Compare el desempeño de la máquina contra las especificaciones de la misma.

- Publicar las especificaciones en las tarjetas rojas de cada una de las máquinas.
- Realice los mantenimientos preventivos de acuerdo a las especificaciones del calendario del mantenimiento.
- Pintar la máquina de un color claro para hacer mas fácil la detección de los problemas.

4.8.6 Entrenamiento a Operadores en los Métodos de Mantenimiento.

Establecer módulos generales de mantenimiento.

- Cursos Lubricación.
- Cursos de PLC.
- Curso de sistema eléctrico.
- Taller de partes o elementos de equipos claves.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.

En el estudio realizado, se logró hacerle ver a la empresa la importancia de implementar el Mantenimiento Productivo Total; cabe mencionar y no es menos importante que con el diseño del Plan de Mantenimiento se busca concientizar llegar a los trabajadores para que escuchen a sus máquinas y aprendan a interpretar su lenguaje.

Los equipos hablan a través de los síntomas que presentan y es mejor detectar a tiempo los defectos menores que llegar a la descompostura de la máquina.

Con el plan se busca la mejora para corregir un pobre desempeño, paradas ocasionales y la descompostura del equipo, también evitar la pérdida de eficiencia y optimizar la vida de la maquinaria, esto implica que de alguna manera que el costo de fabricación del producto elaborado en dicha línea se reduzca significativamente y con calidad el producto.

Con la ayuda del plan de mantenimiento se podrá integrar al operador, las máquinas que intervienen en el proceso de fabricación del texturizado, técnicos especializados y los responsables del cumplimiento de los objetivos generales de la empresa.

5.2 Recomendaciones.

1. Una de las recomendaciones es que el jefe de mantenimiento informe de todo lo que se está haciendo a los altos mandos para que se encuentren informados de cómo se está realizando su trabajo.
2. Brindar capacitación al departamento de mantenimiento y a los operadores periódicamente de como dar un Mantenimiento a los equipos del área de texturizado.
3. Actualizar el calendario de mantenimiento de los equipos renovándolo constantemente para la mejora de las máquinas.
4. Actualizar el catálogo de los equipos para llevar un control de la maquinaria existente.
5. Publicar cada mes los indicadores en la pizarra para que el personal esté informado de como se encuentra el área.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Chase, Richard. Aquilano, Nicholas. Jacobos, Robert. 2001. Administración de producción y operaciones, Manufactura y Servicios, octava edición. Editorial McGraw-Hill. Colombia.

Duffuah, salih. Raouf, A. Campbell, John. 2002. Sistemas de Mantenimiento Planeación y Control, primera edición. Editorial Limusa Wiley. México.

García, Oliverio. La Esencia del TPM, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

Fecha de consulta: 18 Marzo de 2008

(Ver. http://www.confiableidad.net/art_05/TPM/tpm_02.pdf)

Gotoh, Fumio. 1996. TPM para Departamentos de Ingeniería, Diseño de equipos y productos que facilitan el mantenimiento, primera edición. Editorial Productivity Press. Estados Unidos.

Imai, Masaakii. 1989. La Clave de la Ventaja Competitiva Japonesa, primera edición. Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V. México.

Instituto Japonés de Mantenimiento de Planta. Mantenimiento Productivo Total.

Fecha de consulta: 18 Marzo de 2008

(Ver: es.wikipedia.org/wiki/TPM)

Nakajima, Seiichi. 1989. Introducción al TPM; Mantenimiento Productivo, primera edición. Editorial Productivity Press. Estados Unidos.

Nakajima, Seiichi. 1991. Programa del Desarrollo del TPM, Implantación del Mantenimiento Productivo Total, primera edición. Editorial Productivity Press. Inglaterra.

Roberts, Jack. TPM Mantenimiento Productivo Total, su Definición, Historia y Proceso Básico de Implementación.

Fecha de consulta: 19 de Marzo de 2008

(Ver:www.tpmonline.com/articles_on_total_productive_maintenance/tpmroberts.htm)

Salvendy, Gavriel. 1991. Manual de Ingeniería Industrial (vol. 2), primera edición. Editorial Limusa. México.

Sánchez, Luís G. 1991. "La Paradoja de las Nuevas Tecnologías", Revista Escuela colombiana de Ingeniería. Año 1. No 1. Vol. 1. Bogota Febrero.

Shirose, Kunio. 1992. TPM para mandos intermedios de fábrica, primera edición. Editorial Productivity Press. Inglaterra.

Shirose, Kunio. 1994. TPM para Operarios, para mandos intermedios de fábrica, primera edición. Editorial Productivity Press. Estados Unidos.

Suzuki, Tokutaro. 1995. TPM en Industrias de Proceso, primera edición. Editorial Productivity Press. España.

Tajiri, Masaji. 1992. TPM Implementation, a Japanese Approach, primera edición. Editorial McGraw-Hill. Estados Unidos.

Zandin, Kjell B. 2005. Maynard Manual del Ingeniero Industrial, tomo II. segunda edición. Editorial McGraw-Hill Latinoamericana Editores S. A de C. V. México.

ANEXOS



Figura 3. Área de Texturizado Tolvas y Hornos.
Fuente: Elaboración Propia.



Figura 4. Área de Texturizado Bandas de Transporte.
Fuente: Elaboración Propia.



Figura 5. Área de Texturizado Productos Terminados.
Fuente: Fuente: Elaboración Propia.



Figura 6. Publicación de Indicadores Mes de Febrero.
Fuente: Fuente: Elaboración Propia.



Figura 7. Publicación de Indicadores Marzo.
Fuente: Fuente: Elaboración Propia.



Figura 8. Área de Mantenimiento.
Fuente: Fuente: Elaboración Propia.



Figura 9. Área de Mantenimiento.
Fuente: Fuente: Elaboración Propia.



Figura 10. Oficina del Área de Mantenimiento.
Fuente: Fuente: Elaboración Propia.



Figura 11. Oficina de Mantenimiento.
Fuente: Fuente: Elaboración Propia.