

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**



**“IMPLEMENTACIÓN DEL TPM, PASO 1, EN EL
PILAR DE MANTENIMIENTO PLANIFICADO DE
LA PLANTA DE FABRICACIÓN DE PAPEL DE
PRODUCTOS TISSUE DEL PERÚ”**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO**

JAVIER ANTONIO LA PLATA DE LA CRUZ

PROMOCIÓN 1998-II

LIMA-PERÚ

2007

INDICE

Prologo	1
Objetivo	
Introducción.	3
1 La Empresa.	4
1.1 Historia.	4
1.2 Organización.	6
2 Los Productos.	10
2.1 El Papel.	10
2.1.1 Características técnicas.	11
2.2 Las Presentaciones.	12
3 La Producción.	15
3.1 El Proceso de Fabricación.	15
3.1.1 Zona de Pulpa.	15
3.1.2 Zona de Coladores.	16
3.1.3 Zona de dispersión.	16
3.1.4 Zona de Refinación.	17
3.1.5 Maquina Papelera.	17
3.1.5.1 Caja de entrada.	18
3.1.5.2 Tela y Fieltro.	19
3.1.5.3 Secado por Vacío.	19
3.1.5.4 Secado con Aire Caliente.	19
3.1.5.5 Secado con Vapor.	20

3.1.5.6	Enrollado.	20
3.2	La Capacidad Instalada.	22
4.1	Evolución de la Gestión del Mantenimiento.	24
4.1.1.	Mantenimiento Correctivo.	26
4.1.2.	Mantenimiento Preventivo.	26
4.1.3.	Mantenimiento Predictivo.	26
4.1.4.	Mantenimiento Proactivo.	28
4.1.5.	Sistemas de Gestión Modernos.	29
5	El TPM.	31
5.1	Definición.	31
5.2	Desarrollo del TPM.	33
5.2.1.	Fase de Preparación (Pasos de 1-5).	33
5.2.2.	Fase de Introducción (Paso 6).	36
5.2.3.	Fase Implementación (Pasos de 7-11).	36
5.2.4.	Fase de Consolidación (Paso 12).	37
5.3	Los 8 Pilares del TPM.	38
5.3.1.	Pilar de Mejora Orientada.	38
5.3.2.	Pilar de Mantenimiento Autónomo.	39
5.3.3.	Pilar de Mantenimiento Planificado.	41
5.3.4.	Pilar de Formación y Adiestramiento.	42
5.3.5.	Pilar de Gestión Temprana de Equipos.	43
5.3.6.	Pilar de Mantenimiento de Calidad.	45
5.3.7.	Pilar de Procesos Administrativos.	46
5.3.8.	Pilar de Seguridad y medio Ambiente.	47

5.4	Las 8 Perdidas Principales.	48
5.4.1.	Perdidas en Paradas Programadas.	48
5.4.2.	Perdidas de Ajuste de la Producción.	49
5.4.3.	Perdidas por fallos de equipos.	49
5.4.4.	Perdidas por fallos de proceso.	50
5.4.5.	Perdidas de producción normal.	51
5.4.6.	Perdidas de producción anormal.	51
5.4.7.	Perdidas por defectos de calidad.	52
5.4.8.	Perdidas de reprocesamiento.	52
5.5	Estructura de las perdidas.	53
5.5.1.	Disponibilidad.	54
5.5.2.	Tasa de rendimiento.	55
5.5.3.	Tasa de calidad.	55
5.5.4.	Eficacia global de la planta.	56
6	Implementación del paso 1 del Pilar Mantenimiento Planificado. ...	57
6.1	Herramientas de gestión utilizadas por el TPM.	59
6.1.1.	Árbol de perdidas (OEE).	59
6.1.2.	La mejora continua (Circulo de Deming).	63
6.2	Un paso previo las 5 S's.	67
6.3	Lanzamiento del TPM.	71
6.4	Actividades del Paso I.	74
6.4.1.	Elaborar plan maestro del TPM Pilar MP.	74
6.4.2.	Actualizar la base de datos de los equipos.	78

6.4.3. Ranqueo de equipos.	82
6.4.4. Ranqueo de fallas.	86
6.4.5. Comprender la situación actual.	90
6.5 Auditorias.	94
6.6 Evaluación de resultados.	97
Conclusiones.	98
Bibliografía.	100

PROLOGO

Una de las plantas papeleras mas grandes y modernas del Perú, debido a la fuerte competitividad del mercado y a sus políticas corporativas, tomo hace mas o menos un par de años, una decisión estratégica, la de Implementar el TPM, como herramienta de mejora de la eficacia de sus procesos.

En efectos Productos Tissue del Perú, que produce principalmente papel higiénico de la marca Elite, se embarco en este proyecto, con muchas esperanzas y entusiasmo en conseguir eficiencias de nivel mundial.

En este trabajo me permito exponer, en forma sucinta, los principales aspectos del inicio de este proyecto. Para ello lo he estructurado en seis capítulos, que abarcan todos los temas de interés.

En el primer capitulo, presento a la Empresa, su historia y como esta organizada en la actualidad, expongo así mismo las responsabilidades de los principales funcionarios de la misma.

Luego entramos a describir el producto, que principalmente esta conformado de Papel Tissue, sus características técnicas, así como las demás presentaciones y marcas que se producen en esta factoría.

En el tercer capitulo, hablamos del proceso productivo, de la fabricación del papel, para lo cual hemos distribuido la planta en zonas, que se caracterizan mayormente por un tipo determinado de equipos.

Con estos tres primeros capítulos he querido que el lector se pueda dar una idea clara de la infraestructura y activos instalados en una planta típica de producción de papel, así como de los productos que se obtienen en ella.

Pasamos luego al tema del mantenimiento, presentando la ya muy difundida historia del mantenimiento en las empresas de procesos, desde el mantenimiento netamente correctivo e fines del siglo pasado, hasta las filosofías modernas de gestión de activos.

En el capítulo quinto, hablamos específicamente del TPM, explicaremos todos los temas básicos, para una comprensión aceptable del sistema y como trabaja en las plantas de proceso continuo.

Por ultimo en el capítulo sexto completamos el objetivo principal del presente trabajo, que es presentar en forma practica la implementación del paso I del TPM en el Pilar Mantenimiento Planificado, relacionándolo siempre con los demás Pilares que se desarrollan en el sistema TPM.

Espero que este trabajo pueda orientar a las personas que se inician en el estudio de este Sistema y les sirva como una guía, para futuras implementaciones del TPM en plantas de similares características.

INTRODUCCION

La globalización total de las economías obliga cada vez más a las organizaciones a implementar herramientas de gestión, de calidad mundial, con el fin de no perder competitividad y mantenerse vigente en los mercados donde operan.

En este marco el TPM (Total Production Management) es una de las técnicas más utilizadas y exitosas a nivel mundial para maximizar la eficiencia de operación de las unidades de producción.

El presente informe trata de exponer en primer lugar la definición y bondades del TPM, intentando luego planificar una manera de gestionar los recursos del área de mantenimiento para lograr un inicio auspicioso de su implementación.

Me baso para el presente informe en; mis conocimientos teóricos de la materia, recolectada a través de diversos manuales y cursos acerca del tópico así como en mi experiencia profesional como planificador de mantenimiento, en la planta de fabricación de papel, Productos Tissue del Perú, donde actualmente estamos en proceso de implementación.

Este trabajo intenta ser una guía para el entendimiento de la filosofía del TPM y la introducción practica desde los pasos previos hasta la implementación del paso 1, para el profesional que labora en el área de mantenimiento novato en el aprendizaje de estas técnicas.

1.

LA EMPRESA

1.1 Historia

Productos Tissue Del Perú S.A. Es una empresa dedicada a la producción y comercialización de papeles Tissue en el mercado nacional con un 50% de posicionamiento en 10 años de operación en el país.

Es parte de la corporación CMPC cuya casa matriz esta en Chile y tiene filiales en Argentina, Uruguay y México, así mismo exporta papel a países como Ecuador y Bolivia.. "Productos Tissue del Perú S.A." (PROTISA) ingresó al mercado peruano en Julio de 1995, importando Papel Higiénico, Servilletas, Papel Toalla, Faciales y Pañuelos de otras empresas del grupo CMPC ubicadas en Sudamérica. En 1996, gracias a la extraordinaria aceptación que tuvieron los productos en el país, inauguro su primera planta de conversión en Chorrillos, utilizando papel base importado, para su producción. En 1997, con el propósito de producir el 100% de papel base, abrieron una planta de fabricación de papel en el terreno ubicado en Av. Santa Rosa 550 Santa Anita, donde se encuentra hasta la actualidad. A mediados del año 2000, incursionan en la fabricación de Pañales Desechables,

lanzando la marca “Babysec”, convirtiéndose así en la segunda empresa fabricante de este tipo de producto en el Perú. En el año 2001 adquiere una moderna línea de conversión, que les permite fabricar papel toalla y papeles higiénicos de doble hoja. A fines del 2003, con la finalidad de complementar el negocio y seguir creciendo en el mercado, lanzan la marca “Ladysoft” en la categoría de Toallas Higiénicas.

PROTISA es una empresa que se ha caracterizado por su crecimiento continuo y sostenible a lo largo de todos estos años, Estando plenamente comprometida con la satisfacción de sus clientes externos e internos es por esto su continua inversión en tecnología de punta así como en sistemas de gestión de clase mundial para abastecer el mercado con la suficiente cantidad y calidad de productos en el tiempo adecuado.

Cabe resaltar que la dirección de Protisa considera al capital humano como su principal ventaja competitiva, por lo cual orienta sus políticas a la capacitación continua de sus colaboradores así como a una justa compensación por su contribución a la consecución de los objetivos de la empresa.

Actualmente cuentan con 2 plantas de 50000 M2 cada una, los equipos más modernos de la región y proyectos en cartera por un aproximado de 50 millones de dólares a ejecutar en los próximos 2 años. Tiene alrededor de 400 trabajadores contratados directamente y genera unos 800 puestos de trabajo adicionales en labores complementarias.

1.2 Organización

Básicamente la empresa tiene 3 grandes áreas consideradas de vital importancia para el directorio, las cuales son básicamente reflejadas en las siguientes gerencias:

Gerencia general

Gerencia Administrativa

Gerencia Comercial

Gerencia de Operaciones

Describiremos el campo de acción de cada una de ellas para luego presentar un organigrama que grafique mejor la manera de trabajar de la organización.

Gerencia General.- Se encarga de ser el nexo entre el directorio o junta de accionistas y La Empresa propiamente dicha, tanto para reportar el estado de las cuentas y sustentar las estrategias que adoptara así como para materializar las directivas de los accionistas.

Otra de sus funciones importantes es la de gerenciar propiamente la empresa, administrando la gestión de las tres gerencias a su cargo. Es además el representante legal para todo tema contractual o normativo.

Gerencia Administrativa.- Esta gerencia se encarga de toda la parte administrativa de la empresa, dada la magnitud de esta y de la corporación a la que pertenece, la cantidad de datos y transacciones que se manejan, obligan a mantener una gestión impecable para que la información organizada sea una ventaja y no una carga, tiene a su cargo las áreas de contabilidad, recursos humanos, sistemas, tesorería y servicios generales. Prácticamente son el apoyo de todas las otras gerencias y áreas de la empresa, y se apoyan en la capacidad y experiencia de sus colaboradores así como en el uso de herramientas informáticas potentes como el ERP SAP y software de tareo automatizado, que le permiten manejar la información de todas las áreas de la empresa “on line” para poder tener una acertada toma de decisiones.

Además cuentan con el apoyo de empresas de desempeño reconocido, para el desarrollo de sistemas específicos como seguridad, limpieza, alimentación y salud.

Gerencia Comercial .- La función de esta gerencia es la de ser el nexo entre el mercado y los clientes con la empresa , esta a cargo de el área de marketing, ventas, facturación y créditos y cobranzas, es una de las áreas de mejor desempeño, tienen una política de excelente trato a sus representantes de todo nivel con lo cual buscan comprometer firmemente a sus colaboradores con los objetivos de la empresa, han conseguido tender una red de grandes distribuidores a nivel nacional, totalmente identificados con las estrategias de la empresa, así mismo se han posicionado favorablemente en los supermercados y las cadenas de productos farmacéuticos, aprovechando el predominio de capitales chilenos en estos rubros.

Cabe resaltar que en gran parte es logro de esta gerencia el vertiginoso aumento del volumen de ventas año tras año con lo cual abarca en la actualidad el 50% del mercado de papeles Tissue, obligando a las demás gerencias a optimizar sus rendimientos para lograr abastecer sus necesidades.

Gerencia de Operaciones .- es la que se encarga de dirigir directamente el sistema productivo de la planta , aquí se elaboran los productos que deberán salir al mercado con la calidad requerida y precios competitivos la producción se divide en dos grandes jefaturas; Jefatura de Fabricación, aquí se transforma la materia prima en grandes bobinas de papel de aproximadamente 2 metros de diámetro y La Jefatura de Conversión en donde se transforman las bobinas en productos finales para consumo masivo. Ya entraremos en mayores detalles al describir el proceso productivo; sin embargo existen otras áreas a cargo de la Gerencia de Operaciones, como PCO que se encarga del almacenamiento y distribución de materias primas, repuestos, maquinarias y producto en proceso; APT, encargado del almacenamiento y distribución del producto terminado, TPM encargado de desplegar esta herramienta de gestión, Planeamiento de la Producción y Seguridad Industrial.

Esta Gerencia se caracteriza por el continuo desarrollo de proyectos de inversión en nuevas tecnologías que le permiten desarrollar productos de mejor calidad a costos cada vez más bajos, trasladando estos beneficios directamente a sus clientes.

ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA

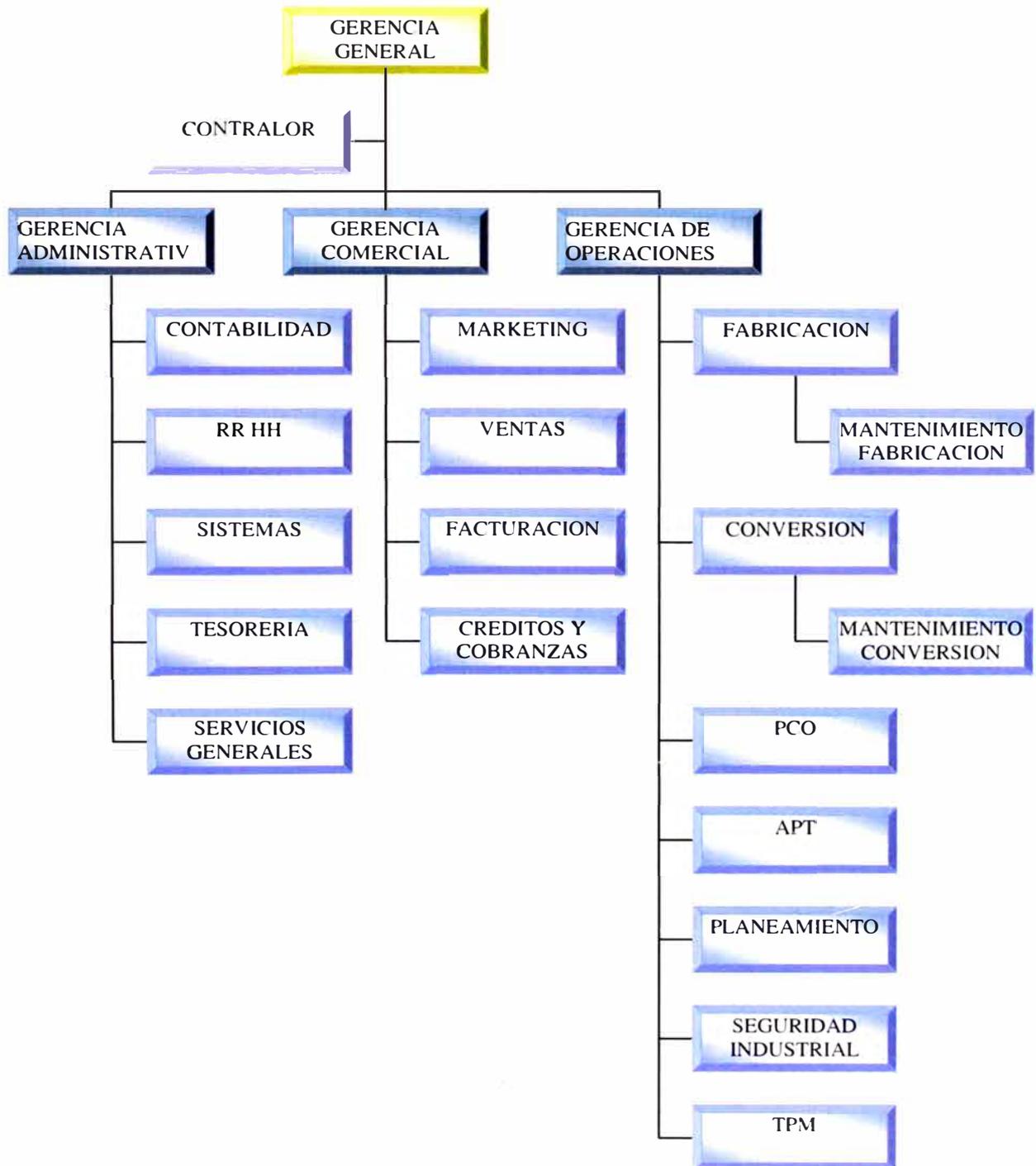


Figura N° 01

2

LOS PRODUCTOS

2.1 El papel

El **papel** es un afieltrado de fibras unidas tanto físicamente, por estar entrelazadas a modo de malla, como químicamente por puentes de hidrógeno. Se cree que fue inventado por Ts'ai Lun en el año 105. Su nombre proviene de la palabra **papiro**, que es como se llamaba un antecedente egipcio del papel, hecho con fibras de la planta del mismo nombre.

Las fibras utilizadas en la fabricación requieren tener propiedades especiales como, alto contenido en celulosa, bajo costo y fácil obtención, por lo que las más comúnmente usadas son las fibras vegetales. Obtenida principalmente de la pulpa de madera de árboles, mayormente de pinos, por su precio y calidad de fibra (muy larga), y eucaliptos, pues es muy barata y resistente. También se utilizan otros materiales, como el algodón y el cáñamo.

Se denomina **papel tissúes** a los papeles suaves y absorbentes para uso doméstico y sanitario, que se caracteriza por ser de baja densidad y crepado, es decir, con toda su superficie cubierta de micro arrugas, las que le confieren elasticidad, absorción y suavidad al producto. El crepado aumenta la superficie específica del papel y abre las fibras, permitiendo mayor capacidad de absorción y mayor flexibilidad que las de una hoja de papel corriente.

2.1.1 Características técnicas

Según el uso para el que es concebido, los papeles necesitan tener ciertas características técnicas. Estas cualidades son perfectamente medibles y utilizados en los controles de calidad, pasaremos a describir las principales:

- **Peso - Gramaje:** Peso en gramos por unidad de superficie (g/m²).

Antiguamente se medía por el peso de una resma, una docena de docenas de pliegos, siendo cada pliego del tamaño de 8 hojas, del antiguo tamaño folio (215mm x 315 mm). Actualmente, la resma tiene otro valor (500 hojas).

- **Longitud de rotura:** Se mide la cantidad de papel (en miles de metros) necesaria para romper una tira de papel por su propio peso.
- **Desgarro:** Resistencia que ofrece el papel a la continuación de un desgarro.
- **Resistencia al estallido:** Resistencia que ofrece el papel a la rotura por presión en una de sus caras.
- **Rigidez:** Resistencia al plegado de una muestra de papel.
- **Dobles pliegues:** Cantidad de dobleces que soporta una muestra hasta su rotura.
- **Porosidad:** Se mide la cantidad de aire que atraviesa el una muestra de papel.
- **Blancura:** Grado de blancura.
- **Opacidad:** Es la propiedad del papel que reduce o previene el paso de la luz a través de la hoja. Es lo contrario a la transparencia.

- Estabilidad dimensional: Diferencia en mm de una muestra seca y la misma muestra una vez se ha sumergido en agua.
- Ascensión capilar: Altura en milímetros que alcanza el agua en una muestra parcialmente sumergida.

2.2 Las presentaciones

Pasaremos ahora a describir rápidamente los principales productos que llevamos a los mercados de todo el país.

Papeles Higiénicos

Premium Triple Hoja; Ultra Doble Hoja Perfumado; Ultra Doble Hoja Diseño; Ultra Doble Hoja; Una Hoja; Una Hoja Económico; Color y Noble.

Pañales

Babysec Clásico; Babysec Ultra y Toallas Húmedas

Papel Toalla

Plus Doble Hoja; Ultra Doble Hoja; Doble Hoja y Mega rollo Doble Hoja.

Servilletas

Premium Mesa y Premium Cóctel; Gold Mesa y Gold Cóctel Diseño;

Gold Color; Doblada en 4 Mesa y Cóctel Blanca; Práctica;

Cortadas: Servilletas Noble.

Toallas higiénicas Femeninas

Normales Alas; sin alas; Ultra Delgada alas y Protectores diarios

Pañuelos Faciales

Pañuelos Elite y Faciales Elite



Figura N° 02 Papel Higiénico.



Figura N° 03 Pañales.



Figura N° 04 Papel toalla.



Figura N° 05 Servilletas.



Figura N° 06 Toallas femeninas.



Figura N° 07 Tissue

3

LA PRODUCCION

3.1 El proceso de fabricación

Como mencionamos anteriormente, La Planta tiene dos grandes áreas productivas Fabricación y Conversión, para nuestro caso de estudio nos ocuparemos solamente de la primera.

El proceso de fabricación de papel tissue es similar a la mayoría de los tipos de papel y básicamente hemos hecho una división en zonas y sub. Zonas del proceso de manufactura que a continuación detallaremos

3.1.1 Zona de Pulpa

La pasta se prepara en una maquina llamado Pulper (dispositivo semejante a una gran batidora), donde se mezcla agua con la pasta de papel. La pasta puede estar en forma de fardos (muchas hojas de pasta de papel), a granel (pasta de papel desmenuzada) o, si se trata de una fábrica integrada cuyo proceso de pasta y de papel se realiza en la misma factoría, en suspensión de agua.

El Pulper es una gran cuba, normalmente a nivel inferior del suelo, en cuyo interior se encuentra una gran hélice. Al añadir la pasta de papel, comienza el proceso de disgregación de fibras, primero por el impacto al caer los fardos, después por el rozamiento de la hélice con la pasta y finalmente por el rozamiento de las mismas fibras entre sí. Esta acción genera calor que ayuda a la dispersión.

Según el tipo de producción, se puede usar papel viejo, obteniendo un papel de menor calidad (papel reciclado). Aunque siempre se mezcla con pasta virgen, ya que las

fibras se estropean, se rompen y dejan de ser útiles para la fabricación. Es imposible reciclar o reutilizar papel indefinidamente.

3.1.2 Zona de Coladores

Luego de pasar por los pulpers, la pasta va primero hacia un equipo giratorio que por efecto de la fuerza centrífuga, separa la pasta de papel de los componentes de menor densidad tales como residuos plásticos o billetes, luego llega a otro equipo denominado Depurador de Alta Densidad que justamente separa los componentes de mayor densidad que la pasta tales como las grapas metálicas. Así mismo pasa por unas trampas magnéticas luego de lo cual es bombeada hacia los coladores, que son equipos que tienen en su interior un tambor metálico con rendijas de formas especiales que permiten pasar cierto tamaño de partículas, lo que se requiere es atrapar las impurezas mecánicamente. A continuación de estos equipos se realiza el ataque químico, a la pasta se le agrega básicamente productos blanqueadores, microbicidas y antiespumante

3.1.3 Zona de dispersión

En esta zona la pasta pasa por una serie de tornillos rotativos que por efectos mecánicos y térmicos dispersan cualquier residuo o contaminante que hubiera quedado aun en la pasta luego de los anteriores procesos, estamos hablando mayormente de grasas y tintas, la dispersión se realiza hasta que estos residuos tengan tamaños que no se puedan apreciar a simple vista y por lo tanto puedan pasar los controles de calidad los productos finales.

3.1.4 Zona de Refinación

Después, las fibras en suspensión se han de tratar físicamente mediante un proceso de fricción, para aumentar su capacidad de *afieltrarse* y unirse entre ellas. A este proceso se le llama *refino*. Consiste en frotar las fibras entre sí y contra unos discos metálicos. Esto hace que se rompan parcialmente y se creen una especie de *pelos* que son los que crearán los puentes de hidrógeno y darán al papel mayor resistencia a la tracción.

Cada tipo de fibra papelera y cada tipo de papel usan una refinación distinta que se adecua a cada necesidad.

Al aumentar el grado de refinación de una pasta disminuye su opacidad, aumenta la resistencia a la tracción y disminuye la porosidad.

Una vez refinado, pasa por varias *tinas* (contenedores de líquidos) donde se le añaden aditivos tales como colorantes, cargas minerales (para añadir blancura, disminuir porosidad, etc.), productos especiales (para aumentar la resistencia al agua, a la tracción, etc.)

Una vez se le han añadido todos los elementos que se necesitan y la pasta ha reposado un pequeño tiempo para eliminar la latencia (propensión de la fibra a enredarse, convirtiéndose en pegotes), llega a la máquina de papel.

3.1.5 Máquina Papelera

Es el elemento más importante. Es el lugar donde la pasta en suspensión se convierte en papel y consta de varios elementos, se citan los más importantes por orden de utilización y la utilidad que desempeñan.

3.1.5.1 Caja de entrada

Se encarga de expulsar la pasta de papel en una fina capa sobre la tela de la máquina de papel.

Básicamente es una caja alargada, en cuyo interior circula la pasta. En su extremo inferior, tiene una abertura en su largo por donde sale la película de pasta. El ancho de esta abertura se controla con unos *labios*, que al aumentar su distancia entre sí dejan caer más o menos cantidad. Controlando la salida de pasta de los labios se obtienen distintas propiedades de la hoja formada.

Al salir de los labios, cae directamente en la tela de máquina, ésta en su inicio, se le da un movimiento horizontal para mitigar un sentido de la fibra pronunciado.

Al caer las fibras tienden a colocarse en una posición paralela al movimiento de la tela, si no se elimina en parte, el papel tendrá una serie de características no adecuadas, como menor estabilidad dimensional (al humedecerse el papel, las celulosa se hincha, si todas las fibras van en el mismo sentido, se hincharán más en sentido longitudinal que en el transversal), mayor desgarró (fibras menos unidas).

Un experimento sencillo para descubrir el sentido de la fibra: tomar una hoja de periódico (tienen el sentido muy marcado), desgarrarla (sin tijeras, usar las manos), primero en el sentido de las letras impresas y después en el contrario, puede verse que en un sentido sale una línea casi recta, mientras que en el otro es complicado conseguir.

En otros papeles de gran calidad esta diferencia es casi imperceptible, se han de realizar ensayos más complicados (rigidez por ejemplo).

3.1.5.2 Tela y Fieltro

Son unas mallas muy fina donde se coloca la pasta de papel y comienza el desgote y secado.

La primera parte del secado es por gravedad, el agua cae atravesando la tela y las fibras quedan retenidas en la parte superior.

Después, el exceso de agua no desgota por sí sola, por lo que hay que ayudarla con varios elementos.

3.1.5.3 Secado por Vacío

La tela pasa alrededor de un rodillo de bronce recubierto con caucho, que cuenta con agujeros pasantes y ciegos, el interior de l rodillo esta conectado a un banco de bombas de vacío que succiona el agua de la pulpa de papel.

También los agujeros ciegos retiran agua de la pulpa por efecto mecánico.

Toda el agua se recolecta en una bandeja metálica y es llevada a los tanques de tratamiento para su acondicionamiento y reutilización.

3.1.5.4 Secado con Aire Caliente

Otro sector de la planta se compone por una batería de ventiladores y quemadores los cuales generan gases a 525 ° C trabajando con energía del gas

natural, estos son conducidos mediante ductos aislados contra la cara del papel y la transferencia de calor se genera en unas centésimas de segundo para evitar que se quemara el papel.

3.1.5.5 Secado con Vapor

Finalmente el papel semi seco llega a un cilindro giratorio metálico de fierro fundido de 3.6 metros de diámetro y 3.6 metros de ancho llamado yankee el cual es alimentado con vapor en su interior para transmitirle calor y permitir que la hoja seque por completo.

El vapor es generado por una caldera que funciona también con gas natural y esta entre los equipos mas críticos de la planta

3.1.5.6 Enrollado

Esta zona también es llamada Pope y consta de una serie de mecanismos sincronizados que enrollan grandes bobinas de papel y permiten su manipuleo, para ser posteriormente convertidas en productos finales.



Figura N° 08 Maquina Papelera marca Metso Paper

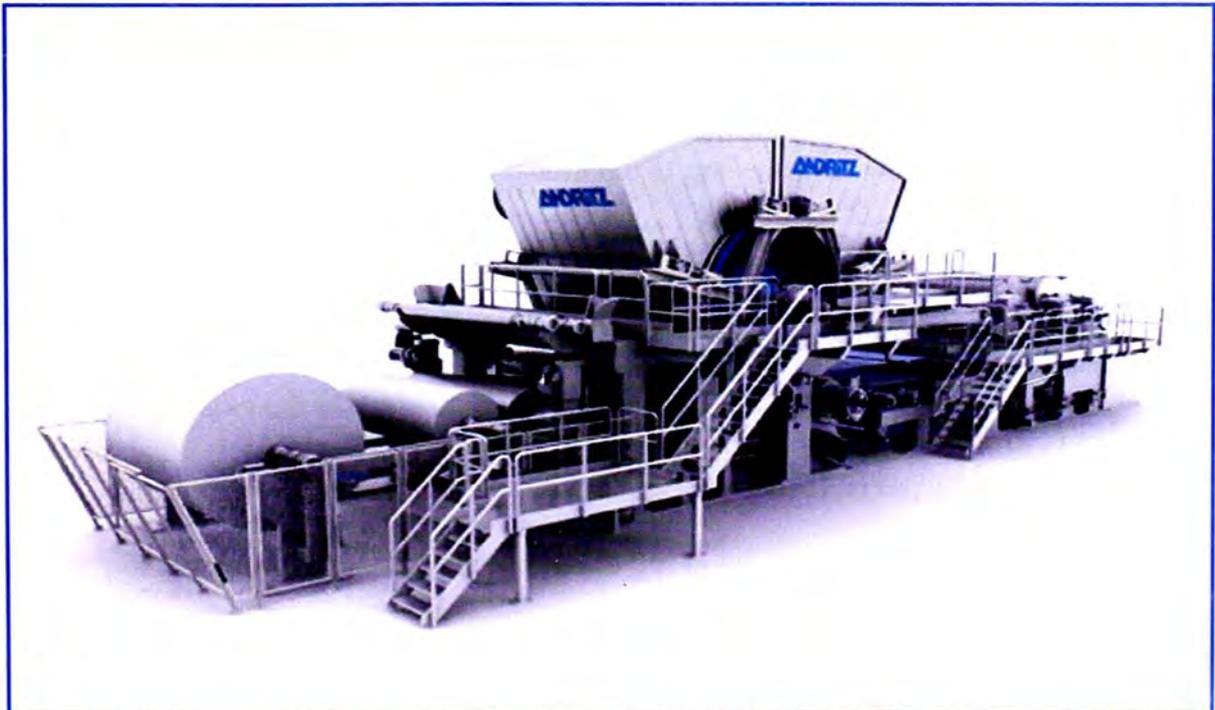


Figura N° 09 maquina papelera marca Andritz

3.2 Capacidad instalada

Productos Tissue del Perú SA. Opera con plantas de proceso continuo, es decir en teoría debería operar las 24 horas del día los 365 días del año.

Podemos distinguir dos grandes áreas diferenciadas; La Planta de Fabricación y La Planta de Conversión.

En el **Área de Fabricación** es donde se transforma la materia prima conformada principalmente por celulosa y papel reciclado en bobinas de papel Tissue de 3 metros de diámetro por 3 metros de ancho con un peso aproximado de 2 a 3 toneladas. Estas bobinas tienen las características tales como resistencia, suavidad y color de sus productos finales.

El área de Fabricación posee aproximadamente el 80% del valor de todos los activos de producción consumiendo más o menos la misma proporción de energía. Aquí las paradas de planta representan mucho dinero perdido ya que el sistema tiene un proceso de arranque relativamente extenso, esta es una razón más por la cual se tomo la decisión de implementar el TPM. Justamente el presente trabajo se centrara en el área de Fabricación por tener aquí mucho espacio para la mejora.

La producción anual de papeles bordea las 30000 TM en este momento, sin embargo, se espera duplicarla en los próximos dos años pues el mercado lo exige.

El área de Conversión tiene otro tipo de maquinarias, aquí la producción se divide por líneas, tenemos entonces la línea 30, la 40, la 50, la servilletera y la pañalera además de una línea complementaria llamada tubera, por encargarse de fabricar los tubos de cartón que sirven de soporte a los rollos de papel higiénico.

En la conversión básicamente se dan los procesos de gofrado, estampado, corte, enrollado, doblado y empaquetado, estos procesos se pueden realizar de manera manual o automática, dependiendo de las características de la Línea, En su mayoría las líneas se pueden configurar para desarrollar diversos productos por medio de aparejos, es por ello la versatilidad de su trabajo. Además el arranque de las maquinas es relativamente rápido.

En cuanto a la producción ellos procesan las 30000 TM al año que produce Fabricación incluso necesitando a veces consumir papel de otras plantas para poder abastecer al mercado. También produce alrededor de 60000 pañales al día y la misma cantidad de toallas higiénicas femeninas.

EL MANTENIMIENTO DE ACTIVOS

4.1 Evolución de la gestión del mantenimiento

La historia de mantenimiento acompaña el desarrollo Técnico-Industrial de la humanidad. Al final del siglo XIX, con la mecanización de las industrias, surgió la necesidad de las primeras reparaciones.

Hasta 1914, el mantenimiento tenía importancia secundaria y era ejecutado por el mismo personal de operación o producción.

Con el advenimiento de la primera guerra mundial y de la implantación de la producción en serie, fue instituida por la compañía Ford-Motor Company, fabricante de vehículos, las fabricas pasaron ha establecer programas mínimos de producción y, en consecuencia, sentir la necesidad de crear equipos de que pudieran efectuar el mantenimiento de las maquinas de la línea de producción en el menor tiempo posible.

Así surgió un órgano subordinado a la operación, cuyo objetivo básico era la ejecución del mantenimiento, hoy conocida como mantenimiento correctivo. Esa situación mantuvo hasta la década del año 30, cuando en función de la segunda guerra mundial, y de la necesidad de aumentar la rapidez de la producción, la alta administración industrial se preocupó, no solo en corregir fallas, sino evitar que estos ocurriesen, y el personal técnico de mantenimiento, pasó a desarrollar el proceso del mantenimiento preventivo, de las averías que, juntamente con la corrosión, completaban el cuadro general de mantenimiento como de la operación o producción.

Por el año de 1950, con el desarrollo de la industria para atender a los esfuerzos de la post-guerra, la evolución de la aviación comercial y de la industria electrónica, los gerentes de mantenimiento observan que, en muchos casos, el tiempo de para de la producción, para diagnosticar las fallas, eran mayor, que la ejecución de la reparación; el da lugar a seleccionar un equipo de especialistas para componer un órgano de asesoramiento a la producción que se llamó «Ingeniería de Mantenimiento» y recibió los cargos de planear y controlar el mantenimiento preventivo y analizar causas y efectos de las averías.

A partir de 1966 con el fortalecimiento de las asociaciones nacionales de mantenimiento, creadas al final del periodo anterior, y la sofisticación de los instrumentos de protección y medición, la ingeniería de mantenimiento, pasa a desarrollar criterios de predicción o previsión de fallas, visando la optimización de la actuación de los equipos de ejecución de mantenimiento.

Esos criterios, conocidos como mantenimiento PREDICTIVO O PREVISIVO, fueron asociados a métodos de planeamiento y control de mantenimiento. Como así también hay otros tipos de mantenimiento, de precisión, mantenimiento clase mundial, (pro activo) y hoy mejora continua dentro de estas técnicas modernas de gestión del mantenimiento se desarrollan métodos como el RCM y el TPM del cual nos ocupamos en el presente trabajo.

4.1.1. Mantenimiento Correctivo

Es el primer peldaño en la evolución de la gestión de activos, este sistema actúa reactivamente es decir solo se limita a reparar lo que se malogre o lo que falle, este enfoque es en verdad bastante antiguo e inaplicable en estas épocas en plantas de gran envergadura.

Sin embargo a pesar de todos los adelantos de la técnica y la gestión del mantenimiento, este tipo de trabajo se sigue dando y siempre es necesario estar preparados para atender las contingencias de una falla inesperada.

4.1.2 Mantenimiento Preventivo

Llego el momento en que la demanda de producción era tal, que los responsables de las industrias no se podían limitar solo a reparar los equipos que fallen y perder mucho dinero, así es que se pensó en tratar de prevenir que se presente la falla inesperadamente, mediante la programación de mantenimiento planificado a intervalos establecidos, mayormente por el fabricante de cada equipo.

Este tipo de gestión se basa en el estudio de la curva de la bañera para la vida de un componente o equipo, es decir si sabemos que la probabilidad de falla aumenta considerablemente, luego de un determinado tiempo de vida, debemos mejor cambiar el elemento cuando se encuentre en el umbral de este aumento de probabilidad de falla.

4.1.3 Mantenimiento Predictivo

Como su nombre lo indica lo que se quiere es predecir cuando un equipo o el sistema, esta llegando a la zona de alta probabilidad de falla, también se le conoce como mantenimiento en base a la condición, es decir se utiliza una serie de técnicas mediante

las cuales se analiza periódicamente el estado actual del equipo con lo cual se pueden establecer graficas y tendencias de desempeño, para en su momento poder detectar a tiempo cualquier desviación de los parámetros que nos indique cambio en la **condición** interna de los componentes.

Una característica importante de esta técnica es que mayormente se puede realizar con el equipo operando, lo cual permite no interrumpir la producción.

Existen muchas técnicas para desarrollar Mantenimiento Predictivo, por ejemplo al medir temperaturas puntuales en los equipos, o cargas en las fases de alimentación eléctrica estamos aplicando este sistema, inclusive en la mayoría de inspecciones con los 5 sentidos, como al tocar y escuchar un motor eléctrico en funcionamiento.

Sin embargo existen técnicas muy desarrolladas de las cuales pasaremos a describir solo tres de ellas.

- **Análisis Vibracional**

Consiste en medir parámetros tales como; desplazamiento, velocidad y aceleración de las vibraciones en un equipo o componente rotativo en operación. De esta forma, se puede identificar que grado de deterioro presenta y muchas veces saber que componente es el que esta entrando al campo de alta probabilidad de falla.

Por ejemplo se puede detectar una falla incipiente en la pista interna del rodamiento de una bomba centrifuga.

- **Termografía**

Consiste en tomar una fotografía o video mostrando la configuración de temperaturas del plano tomado en base a colores característicos, es muy aplicado en los sistemas eléctricos y ductos de vapor o elementos calientes, te permite detectar fallas

como , cables eléctricos mal ajustados en las borneras, desbalance de fases, deterioro del aislamiento, etc.

- **Análisis de aceites**

Esta técnica consiste en analizar física y químicamente la composición del aceite de lubricación, para poder detectar la presencia de ciertos elementos que en un determinado porcentaje, nos indicaran el grado de deterioro de los repuestos, por ejemplo una elevada presencia de bronce, puede significar un desgaste considerable en las canastillas de rodamientos, o la presencia de agua nos indicaría la falta de sellado del sistema de lubricación.

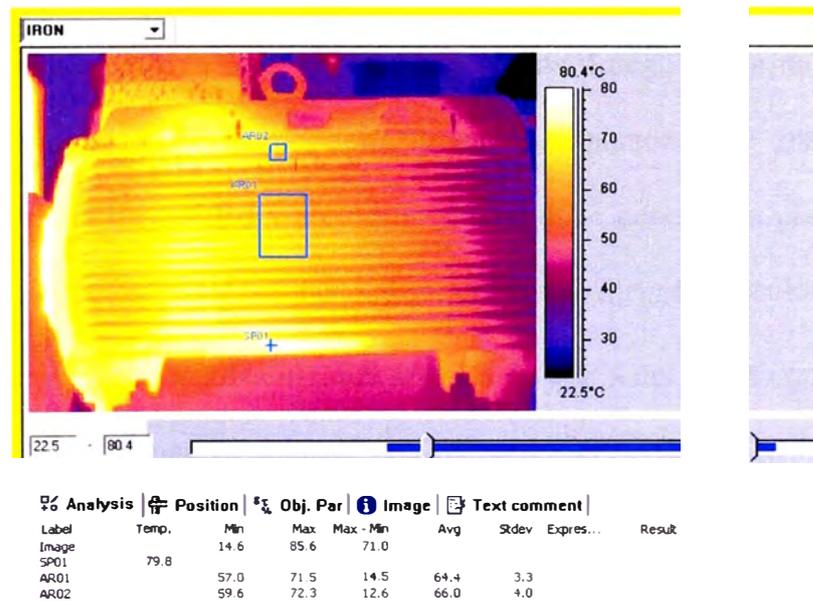


Figura N° 10 Termografía motor eléctrico

4.1.4. Mantenimiento Proactivo

En este sistema ya no avanzamos mas en cuanto a la técnica de ejecutar el mantenimiento a las maquinas, si no mas bien levantaremos la vista de nuestros equipos, nos damos cuenta que ellos y el área de mantenimiento somos solo una parte de la

organización, y comprendemos que si queremos seguir aumentando la disponibilidad de nuestros activos, tenemos que cambiar la manera de gestionar nuestros recursos y que deberíamos tomar en cuenta mucho mas datos, conocimientos, experiencia y tecnología de la que poseemos en nuestro departamento. Por lo cual tenemos que formar grupos de trabajo, con colaboradores de otras áreas para poder analizar las causas de nuestros problemas y darle soluciones integrales.

Entonces viene ha ser este método un giro de 180 grados en la gestión del mantenimiento de equipos, buscando ya no solo el “como” si no mas bien el “por que” fallan los equipos.

Para implementar este tipo de trabajos en las empresas mayormente se selecciona alguna perdida o falla repetitiva que genere altos costos, Luego se forma un grupo de trabajo interdisciplinario mayormente conformado por personal de mantenimiento, planta, procesos, control de calidad y métodos, el cual debe generar un plan de trabajo, un cronograma de ejecución y unas metas que serán los que dirijan su accionar.

Mayormente el grupo analiza algunas o todas las 5 P's del evento que son, Pieza, Posición, Personas, Paradigmas y Papeles.

4.1.5. Sistemas de Gestión Modernos

El mantenimiento esta reaccionando ante nuevas expectativas. Estas incluyen una mayor importancia a los aspectos de seguridad y del medio ambiente, un conocimiento creciente de la conexión existente entre el mantenimiento y la calidad del producto, y un aumento de la presión ejercida para conseguir una alta disponibilidad de la maquinaria al mismo tiempo que se optimiza.

Una característica importante de este escenario es la cantidad de cambios que han ocurrido simultáneamente. Algunos han ocurrido a nivel estratégico, casi filosófico, mientras otros son más tácticos o técnicos en su naturaleza. La extensión de sus cambios resulta aun más que sorprendente. No solo implican cambios radicales de dirección, a veces son diametralmente opuestos a como se hacían las cosas en el pasado.

Lo que sigue en esta evolución son ya los sistemas de gestión, El personal que dirige el mantenimiento esta buscando un nuevo camino. Quiere evitar equivocarse cuando se toma alguna decisión de mejora. Trata de encontrar un marco de trabajo estratégico que sintetice los nuevos avances en un modelo coherente, de forma que puedan evaluarlos racionalmente y aplicar aquellos que sean de mayor valía para ellos y sus compañías.

Tenemos sistemas de gestión muy destacados que han servido a las principales plantas de fabricación de todo el mundo a llevar su eficiencia a niveles de vanguardia, tales como el RCM (Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad), Lean Manufacture (Manufactura Esbelta) y TPM (Mantenimiento Productivo Total). De este ultimo justamente nos ocuparemos en detalle en los siguientes capítulos.

El TPM

5.1 Definición

El TPM es un poderoso concepto que nos conduce cerca de la ideal del cero averías, cero defectos y cero problemas de seguridad.

Consiste en una estrategia destinada a elevar la productividad mejorando el mantenimiento y las practicas correspondientes. Hoy se le reconoce ya como una excelente herramienta para aumentar la productividad. La capacidad y el tabajo en equipo en una compañía manufacturera.

El TPM lo desarrollo Seiichi Nakajima en Japón. Por su origen Japonés la estrategia correspondiente atribuye un alto valor al trabajo en equipo. A los proyectos realizados por acuerdo común y a una mejora constante. Todo el mundo comprende su misión y por lo general actúa según un protocolo asumido.

El secreto de la calidad y productividad del enfoque japonés de control de calidad fue considerar la producción justo a tiempo y el TQC,. Sin embargo dice Nakajima."las compañías japonesas excelentes tienen otro secreto, que ha empujado la productividad y la calidad hasta los límites, haciendo posible las líneas de producción con cero averías y defectos. Este secreto es el TPM o Mantenimiento Productivo Total".

La innovación principal del TPM es que los operadores se hacen cargo del mantenimiento básico de su propio equipo. Mantienen sus maquinas en buen estado de

funcionamiento y desarrollan la capacidad de detectar problemas potenciales antes de que ocasionen averías.

El TPM trata de explicar las actividades de mejora del equipo, el mantenimiento autónomo, la educación en técnicas para los operarios y el personal de mantenimiento la gestión mejorada del mantenimiento, y actividades de prevención del mantenimiento, en suma es un enfoque global de las empresas hacia la calidad a través de los equipos.

La implementación de cada fase del TPM supone tener que enfatizar en nuevos modos de pensamiento, comunicación y trabajo. Para que los conocimientos y la información fluyan y se compartan.

5.2 Desarrollo del TPM

El TPM se implanta normalmente en cuatro fases (preparación, introducción, implantación, y consolidación), que pueden descomponerse en doce pasos.

5.2.1 Fase de preparación (pasos 1-5).

Es vital elaborar cuidadosa y prolijamente los fundamentos para un programa TPM. Si la planificación es descuidada, se necesitarán repetidas modificaciones y correcciones durante la implantación. La fase de preparación arranca con el anuncio de la alta dirección de su decisión de introducir el TPM y se completa cuando se ha formulado el plan maestro plurianual de desarrollo del TPM.

Paso 1: La alta dirección anuncia su decisión de introducir el TPM

Todos los empleados deben comprender el porqué de la introducción del TPM en su empresa y estar convencidos de su necesidad. La elevación de los costes de las primeras materias y los materiales intermedios, la caída de los precios de los productos, y otros factores negativos del entorno, fuerzan a las industrias a organizarse más eficazmente. Muchas empresas están adoptando el TPM como un medio para resolver complejos problemas internos y luchar contra las turbulencias económicas, no es necesario explicar, que la alta dirección debe considerar cuidadosamente estos puntos antes de anunciar su decisión de introducir el TPM.

Sin embargo, cuando la alta dirección formule este compromiso, debe dejar claro su intención de seguir el programa TPM hasta su finalización. Esto informa a todos los empleados y órganos empresariales que la dirección comprende el valor estratégico del TPM que facilitaría el apoyo físico y organizacional necesario para resolver los diversos

problemas que inevitablemente surgirán durante la implantación. La etapa de preparación para el TPM comienza con este anuncio.

Paso 2: Educación introductoria para el TPM

Antes de poner en práctica un programa TPM debe comprenderse. Para garantizar que todos comprenden las características del TPM, y las razones estratégicas que han llevado a la dirección a aceptarlo, se planifican seminarios externos y planes de formación internos adecuados para cada nivel.

Paso 3: Crear una organización de promoción del TPM

El TPM se promueve a través de una estructura de pequeños grupos que se solapan en toda la organización. En este sistema, los líderes de pequeños grupos de cada nivel de la organización son miembros de pequeños grupos del siguiente nivel más elevado. También la alta dirección constituye en sí misma un pequeño grupo. Este sistema es extremadamente eficaz para desplegar las políticas y objetivos de la alta dirección por toda la organización.

Se debe establecer una oficina de promoción del TPM que se responsabilice de desarrollar y promover estrategias eficaces de promoción del TPM. Para ser eficaz, la oficina debe funcionar con personal permanente, de plena dedicación, ayudado por varios comités y subcomités. Sus funciones incluyen tareas tales como preparar el plan maestro TPM y coordinar su promoción, crear pautas para mantener las diversas actividades TPM en el camino previsto, dirigir campañas sobre temas específicos, diseminar información, y organizar la publicidad. La oficina de promoción juega un papel especialmente importante, en la gestión de la implantación del mantenimiento autónomo y en centrar las actividades de mejora.

Paso 4: Establecer políticas y objetivos TPM básicos

La política TPM básica debe ser parte integral de la política global de la empresa y debe indicar los objetivos y directrices de las actividades a realizar. Los objetivos TPM deben relacionarse con la planificación estratégica de la empresa, es decir, con los objetivos de negocio a medio y largo plazo y deben decidirse solamente después de consultas prolongadas con todos los interesados, incluida la alta dirección. El programa TPM debe durar lo suficiente para obtener los objetivos fijados.

Hay que expresar objetivos numéricos en el máximo grado posible. Al establecer objetivos, empezar por establecer bases de referencia claras. Estas deben facilitar una medición instantánea de la situación existente y expresarse parcialmente de modo cuantitativo y parcialmente cualitativo. Establecer un objetivo significa contemplar un nivel deseable de logro por encima de una línea de fondo particular. La- cuestión más difícil es siempre decidir cuanto más hay que situar el objetivo por encima de la base de referencia. Los objetivos deben ser desafiantes, pero alcanzables.

Paso 5: Diseñar un plan maestro TPM

Para formular un plan maestro de implantación, hay primero que decidir las actividades a poner en práctica para lograr los objetivos TPM. Este es un paso importante. Cada empresa ha de reflexionar y decidir sobre los modos más eficientes de cubrir los desfases entre la situación de partida y los objetivos, y entre éstos y las bases de referencia.

Estas actividades necesitan presupuestos y orientaciones claras. Asimismo, deben supervisarse apropiadamente, Debe prepararse un programa con hilos claramente visibles para cada actividad, integrando todos ellos en el plan maestro.

5.2.2 Fase de introducción (paso 6)

Paso 6: Saque inicial del proyecto TPM

Una vez que se ha aprobado el plan maestro, puede tener lugar el «saque inicial» del TPM. Este comienzo debe perfilarse para cultivar una atmósfera que eleve la moral e inspire dedicación. En Japón, consiste a menudo en una reunión de todo el personal a la que se invitan clientes, filiales y subcontratistas. En la reunión, la alta dirección confirma su compromiso de implantar el TPM e informa de los planes desarrollados y el trabajo realizado durante la fase de preparación.

5.2.3 Fase de implantación (pasos 7-11)

Durante la fase de implantación, se realiza actividades seleccionadas para lograr los objetivos del plan maestro. Debe ajustarse el orden y plazo de las actividades de los pasos 7-11 para adaptados a las características particulares de la empresa, división, o planta. Algunas actividades pueden realizarse simultáneamente. Los pasos 7 al 11 están relacionados con el accionar de los 8 pilares que posibilitan el desarrollo del TPM y de los cuales hablaremos mas adelante y son los siguientes:

Paso 7-1 Mejora orientada.

Paso 7-2 Mantenimiento Autónomo.

Paso 7-3 Mantenimiento Planificado.

Paso 7-4 Formación y Adiestramiento.

Paso 8 Gestión Temprana de Equipos

Paso 9 Mantenimiento de la Calidad.

Paso 10 TPM en departamentos administrativos.

Paso 11 Gestión de Seguridad y del Medio Ambiente.

5.2.4 Fase de consolidación (paso 12)

Paso 12: Afianzar los niveles logrados y mejorar las metas

En Japón, la primera fase de un programa TPM termina cuando una empresa gana un Premio PM. Sin embargo las actividades TPM corporativas no terminan aquí. Hay que continuar engarzándolas firmemente en la cultura corporativa haciéndolas cada vez más eficaces

Una corporación crece persiguiendo continuamente objetivos cada vez más elevados: objetivos que reflejen una visión de lo que la corporación cree debe llegar a ser, Las empresas se están esforzando en realizar planes estratégicos que garanticen su supervivencia, rentabilidad en los próximos años, Los programas TPM deben apoyarlas en este esfuerzo.

Recientemente, más corporaciones están percibiendo la importancia de no contentarse con las mejoras aportadas por su programa TPM inicial. Tales corporaciones están introduciendo una fase adicional en sus actividades con la intención de ganar el Premio PM Especial.

5.3 Los ocho Pilares del TPM

El TPM se desarrolla adecuadamente estableciendo 8 áreas fundamentales denominadas Pilares, que despliegan un determinado conjunto de actividades específicas que organizadas adecuadamente llevan a la organización a alcanzar los objetivos y metas propuestas.

Las empresas deben seleccionar y poner en práctica actividades que logren eficiente y eficazmente los objetivos estratégicos del TPM. Aunque diferentes empresas pueden seleccionar actividades ligeramente diferentes, las más comunes son los ocho Pilares descritos a continuación.

5.3.1 Pilar Mejora orientada

Las mejoras orientadas son un tipo de actividad realizada por equipos de proyectos inter-funcionales compuestos por personas tales como ingenieros de producción, personal de mantenimiento, y operarios, Estas actividades están pensadas para minimizar las pérdidas que se busca erradicar, que se han medido y evaluado cuidadosamente.

Además de las siete pérdidas principales que se experimentan en las industrias de manufactura y ensamble, las industrias de proceso tienen tres tipos adicionales de pérdidas: pérdidas relacionadas con el personal producidas por una operación deficiente; pérdidas de primeras materias relacionadas con el rendimiento, consumo unitario y el reciclaje de productos; y pérdidas de gestión, tales como las relacionadas con el consumo de energía y el mantenimiento con parada general.

En las industrias de proceso, las actividades de mejora orientada se dirigen a temas específicos tales como un proceso, un flujo del sistema, una unidad de la

instalación, o un procedimiento operativo. Por ejemplo, el diseño del proceso debe ser parte integral del desarrollo y mejora del producto. Un proyecto de mejora orientada puede tratar temas vitales tales como establecer criterios para seleccionar procesos y sus condiciones, descubrir deficiencias en las condiciones del proceso, y localizar y cubrir desfases entre las condiciones de proceso ideales y las actuales

La tendencia hacia operaciones sin intervención humana está muy avanzada en las industrias de proceso y probablemente irá aún más allá en el futuro. Por esta razón, las ideas para estabilizar los procesos y eliminar averías de los equipos, tiempos en vacío, y pequeñas paradas son también temas importantes para la mejora orientada.

Cuando la atención se centra estrictamente en el equipo, los equipos de proyecto siguen un procedimiento similar al desarrollado en las industrias de manufactura y ensamble. Es decir, documentan y analizan las pérdidas principales relacionadas con los equipos, y entonces estudian cuidadosamente el equipo para identificar las condiciones que se requieren en el proceso para asegurar que se satisfacen esas condiciones.

Sin embargo, sea que la atención se centre en el proceso, el flujo del trabajo, el equipo, o los procedimientos operativos, el equipo de mejora utiliza sistemáticamente los métodos de análisis de causas, tales como el análisis PM u Otros.

5.3.2 Pilar Mantenimiento autónomo

El mantenimiento autónomo es una de las actividades más características del TPM. Después de que se introdujo en el Japón, procedente de Estados Unidos, el

mantenimiento preventivo, se separaron formalmente las funciones de operación y las de mantenimiento. Como los operarios perdieron responsabilidades respecto al equipo, gradualmente perdieron sensibilidad respecto a su mantenimiento.

El mantenimiento autónomo practicado en el TPM invierte esta tendencia. Los operarios se involucran en el mantenimiento de rutina y en actividades de mejora que evitan el deterioro acelerado, controlan la contaminación, y ayudan a mejorar las condiciones del equipo. Como las plantas de proceso emplean un pequeño número de operarios en relación al número y tamaño de los equipos.

Las estrategias para lograr los objetivos del mantenimiento autónomo deben adaptarse de alguna forma respecto al procedimiento tradicional seguido en las industrias de manufactura y ensamble. Cuando se planifica el mantenimiento autónomo para entornos individuales de procesos, se debe:

- Considerar como pueden realizarse más eficazmente las acciones de mantenimiento autónomo en los diferentes tipos de equipos.
- Investigar la importancia relativa de los diferentes elementos del equipo y determinar los enfoques de mantenimiento apropiados
- Priorizar las tareas de mantenimiento
- Asignar apropiadamente responsabilidades entre el personal de producción y el de mantenimiento especializado.

Las actividades de mantenimiento autónomo se articulan e implantan en una sucesión de pasos y son eficaces solamente si se controla estrictamente la progresión de un paso al siguiente. Para gestionar esto, se designan grupos oficiales de auditoría, se establecen estándares de aprobación o fallo para cada paso. Un director de la planta

debe dar la aprobación final para la graduación de cada grupo y autorizar el movimiento al paso siguiente:

Por qué es tan importante el control estricto: La limpieza inicial {paso 1}. Por ejemplo debe ir mucho más allá del simple hecho de limpiar, ordenar el equipo y áreas adyacentes, Si los esfuerzos del equipo no se centran en identificar y resolver rápidamente los problemas encontrados en el curso de una limpieza profunda, no podrán lograrse los objetivos de eliminar y controlar el deterioro.

Similarmente, dependiendo de la situación de la planta, la sal marina, la lluvia o la nieve, etc., pueden corroer el equipo y erosionar sus cimientos, Productos tales como los materiales pulvígenos, líquidos, sólidos, gases, etc., pueden también causar un deterioro acelerado del equipo, mediante la dispersión de partículas, las fugas, las obstrucciones y otros fenómenos, Cómo se tratará ese deterioro dependerá en parte del entorno del equipo o forma del producto, Sin embargo, si no se ejecuta apropiadamente el paso 2 del programa de mantenimiento autónomo (acción contra las fuentes de contaminación y lugares inaccesibles), el programa decaerá deslizándose hacia atrás, al paso 1, o aún más atrás, Es esencial auditar paso a paso las actividades de los equipos para tenerles adecuadamente centrados en los objetivos de cada paso de forma que se logre una plena implantación del mantenimiento autónomo.

5.3.3 Pilar Mantenimiento Planificado

El mantenimiento planificado o programado, abarca tres formas de mantenimiento: el de averías, el preventivo, y el predictivo.

Como con otras actividades TPM, la creación de un sistema de mantenimiento, planificado debe hacerse sistemáticamente, superando un paso cada vez.

La finalidad de realizar el mantenimiento preventivo y predictivo es eliminar las averías, pero incluso cuando se realizan prácticas de mantenimiento sistemáticas, siguen ocurriendo fallos inesperados tales fallos revelan elementos inapropiados en el «timing» y contenido de los planes de mantenimiento y ponen a la luz que hay medidas ineficaces de prevención de fallos. En el TPM, las actividades de mantenimiento planificado resaltan la importancia de controlar los tiempos medios entre fallos (MTBF) y de usar ese análisis para especificar los intervalos de las tareas (calendarios de mantenimiento semanal, mensual, anual, etc.).

Un ejemplo clásico de mantenimiento planificado es el realizado con parada general de la instalación. Para hacerla más eficaz, las empresas lo preparan cada vez con más anticipación. Su objetivo es perfilar planes fiables antes de que comience el trabajo. Como las áreas realizadas durante el mantenimiento con la instalación parada siguen un patrón preestablecido, es útil basar el plan de trabajo en un diagrama de estructura descompuesta del trabajo (WBS). Este diagrama facilita estimaciones precisas de las tareas a realizar durante el mantenimiento, junto con sus magnitudes. Puede utilizarse para calibrar el personal y materiales necesarios para cada área y supervisar el presupuesto y objetivos.

5.3.4 Pilar Formación y Adiestramiento

La fuerza laboral de una empresa es un activo; de gran valor, y todas las empresas deben formar sistemáticamente a sus empleados. Los trabajadores de las industrias de proceso son cada vez más escasos, forman parte de una elite, y cada vez tienen una formación más polivalente, de modo que su adiestramiento debe ser una parte

vital del sistema de recursos humanos. Hay que visualizar el tipo de personas que se desea formar y los programas apropiados. En otras palabras, hay que identificar los conocimientos específicos, capacidades, y habilidades de gestión que se desea tener y entonces programar la formación para lograr tal visión.

La formación debe también ajustarse para servir necesidades individuales.

Hay que evaluar a cada persona para medir su grado de asimilación de los conocimientos, capacidades requeridas e identificar sus debilidades, y con todo ello programar más eficazmente la formación. Los trabajadores y supervisores deben examinar anualmente los resultados de esta evaluación y en función de esto fijar los objetivos del año próximo y los planes para la fase siguiente.

Deben establecerse programas consistentes para lograr los objetivos previstos y, al decidir la clase de personal que se desea tener en un determinado plazo, se diseñan entonces planes globales para la formación en el trabajo y fuera del trabajo (concretando cursos y seminarios),

5.3.5 Pilar Gestión temprana de equipos

La gestión temprana incluye la gestión temprana o anticipada del equipo y del producto, La finalidad de estas actividades es lograr rápida y económicamente productos que sean fáciles de fabricar y equipos de fácil utilización. Esta sección describe la gestión temprana del equipo.

La gestión temprana del equipo concierne a los usuarios de los equipos, a las empresas de ingeniería y a los fabricantes de equipos. Habitualmente, se cubren las siguientes etapas: Planificación de la investigación de equipos, Diseño de procesos,

Proyectos de equipos, fabricación e instalación, Someter a test la operación y Gestión del arranque.

Todas las actividades, desde el proyecto inicial de un equipo hasta su instalación y test, pueden verse como un solo proyecto. Este arranca con el diseño del proceso, diseño básico de la planta, y los planos y especificaciones detallados que incluyen el aprovisionamiento, la fabricación, la construcción y el test de funcionamiento. En su planificación, el equipo de proyecto determina los niveles técnicos de equipo; planta (funciones y rendimientos) junto con los niveles de disponibilidad (fiabilidad, mantenibilidad, etc.), y entonces prepara presupuestos y programas para alcanzar los objetivos.

Al proyectar una planta, se perfilan varios diseños: diseño funcional de fiabilidad y mantenibilidad de seguridad y de economía. En particular, el establecimiento de especificaciones de prevención del mantenimiento (MP) y su puesta en práctica, ayuda a asegurar que los equipos y la planta sean fiables y se mantendrán fácilmente. Deben realizarse diversas revisiones del diseño en el curso del proyecto, fabricación y construcción de una planta.

Después de completar estas actividades, los equipos se instalan, las máquinas realizan operaciones de test se inicia la fase de gestión del arranque. La gestión del arranque es una actividad perfilada para lograr, tan rápidamente como sea posible, las condiciones de producción estable de productos con calidad y cero defectos. En el TPM, un procedimiento eficiente para el logro de una producción en gran escala y estable se conoce como «arranque vertical».

5.3.6 Pilar Mantenimiento de calidad

El mantenimiento de calidad (QM) es un método para fabricar con calidad bien a la primera y evitar los defectos a través de los procesos y equipos. En el mantenimiento de calidad, la variabilidad de las características de calidad de un producto se controla controlando la condición de los componentes del equipo que les afectan.

Las características de calidad están influenciadas principalmente por los cuatro inputs de la producción: equipos, materiales, acciones de las personas (habilidad), y métodos. El primer paso en el mantenimiento de calidad es clarificar las relaciones entre estos cuatro factores y las características de calidad de un producto analizando los defectos de calidad. En las industrias de procesos, es particularmente importante el efecto del equipo sobre las características de calidad.

En las industrias de proceso, el proceso determina el tipo de equipo necesario. Por tanto, hay que centrarse primero en el proceso y después en el equipo. En otras palabras, hay que clarificar primero las relaciones entre calidad del producto y las condiciones de proceso y determinar así las condiciones precisas de proceso que se requieren para producir un producto perfecto.

El equipo es un medio para ejecutar un proceso. Por tanto, al aplicar un enfoque QM al diseño del equipo, se debe empezar identificando los componentes que afectarán a las características de calidad del producto. Esos elementos se denominan «componentes de calidad». A continuación, se identifican las condiciones de los componentes de calidad que se requieren para mantener las características de calidad.

El mantenimiento de calidad eficiente asegura la calidad muy al principio del proceso de producción.

5.3.7 Pilar Procesos Administrativos

Los departamentos administrativos y de apoyo juegan un papel importante como soporte de la producción. La calidad y oportunidad de plazo de la información que aportan estos departamentos tienen un gran efecto sobre las actividades de producción.

Las actividades TPM realizadas por los departamentos administrativos y de apoyo no deben solamente apoyar al TPM en la planta, deben también reforzar sus propias funciones mejorando su organización y cultura. Sin embargo, en comparación con producción, no es fácil para los departamentos administrativos medir los efectos de sus actividades. Un programa TPM en este entorno debe intentar crear una «fábrica de información» y aplicar el análisis de procesos para regularizar el flujo de información. Hay que pensar que los departamentos administrativos y de apoyo son plantas de proceso cuyas tareas principales son recoger, procesar y distribuir información. Este concepto hace más fácil promover y medir el mantenimiento autónomo, la mejora, y otras actividades TPM en un entorno de oficinas

El mantenimiento autónomo en los departamentos administrativos intenta que se ejecute un trabajo eficiente y libre de problemas, contemplando la acción desde dos ángulos: la función administrativa y su entorno. Puestas en práctica paso a paso, el primer conjunto de actividades reduce los costes y eleva la eficiencia mejorando los procesos administrativos. El segundo conjunto de actividades suprime los obstáculos para un trabajo eficaz ocultos en el entorno físico y psicológico.

La mejora de las tareas administrativas se orienta a su eficiencia y velocidad y a reducir el número de personas necesarias. Para lograr esto, se automatizan las tareas de oficina y se instalan sistemas de proceso de datos tales como redes electrónicas locales,

etc., Al mismo tiempo hay que incrementar la eficiencia administrativa en el apoyo a las decisiones, acciones de planificación de directores y ejecutores.

5.3.8 Gestión de Seguridad y Medio Ambiente

La seguridad y prevención de efectos adversos sobre el entorno son temas importantes en las industrias de proceso. Los estudios de operabilidad combinados con la formación para prevenir accidentes y el análisis de fallo son medios eficaces para tratar estos asuntos, La seguridad se promueve sistemáticamente como parte de las actividades TPM. Como en el caso de otras actividades TPM, las actividades de seguridad se realizan también con el sistema paso a paso.

Ciertos temas son particularmente importantes en el entorno de los procesos, por ejemplo, lo es incorporar mecanismos a prueba de errores, esto es diseñar equipos que funcionarán, con seguridad incluso aunque el personal no tome las precauciones apropiadas. Es también importante garantizar la seguridad durante el mantenimiento general. En las industrias de proceso el mantenimiento con parada requiere una asistencia considerable de subcontratistas externos, y lo mismo puede decirse para las operaciones de limpieza. Eso hace doblemente importante garantizar la seguridad durante dichas operaciones. Siempre que sea posible, hay que verificar la capacidad y calificaciones de los trabajadores subcontratados y hacerlo por anticipado. Hay que tomar cada paso practicable para garantizar la seguridad incluyendo dar una formación rigurosa sobre seguridad y supervisar cuidadosamente el trabajo.

5.4 Las ocho pérdidas principales

Pasaremos ahora a revisar las ocho pérdidas que impiden a una planta manufacturera, alcanzar niveles de eficiencia apropiados a las exigencias actuales. En la medida en la que podamos controlarlas y reducirlas tendrá éxito del sistema desarrollado.

5.4.1 Pérdidas de paradas programadas

Las pérdidas de paradas programadas es el tiempo perdido cuando para la producción para el mantenimiento anual planificado o periódico, Las industrias de proceso usualmente funcionan continuamente a lo largo del año o emplean un estilo de producción en cargas que es básicamente continuo. La mayoría de las plantas en estas industrias emplean un sistema de mantenimiento periódico en el que para toda la planta completamente una o dos veces al año para mantenimiento. Las inspecciones periódicas se realizan generalmente durante las paradas para mantenimiento se pueden ser exigibles por ley o voluntarias. En cualquier caso el personal de mantenimiento mide el deterioro e intenta anularlo mientras la planta es parada. Los períodos de parada son por tanto algo esencial para mantener el rendimiento de una planta “garantizar su seguridad.”

Sin embargo la maximización de la eficacia de una planta de producción requiere tratar los períodos de parada como pérdidas para buscar minimizarlas. El tiempo de operación continua de la planta puede ampliarse cortando los períodos de parada, mejorando la eficiencia del trabajo de mantenimiento.

Las pérdidas por paradas programadas surgen también como resultado del servicio periódico requerido mientras la planta está en operación. Por ejemplo puede

pararse parte de una planta para reparación según el plan de mantenimiento mensual. Tales trabajos deben planificarse cuidadosamente para hacerlos más eficientemente.

5.4.2 Pérdidas de ajustes de la producción

Las pérdidas de ajustes de la producción corresponden al tiempo que se pierde cuando los cambios en los suministros o en la demanda requieren ajustes en los planes de producción. Naturalmente no surgen estas pérdidas si todos los productos que se fabrican pueden venderse de acuerdo con el plan. Sin embargo, si cae la demanda de un producto porque cambian las necesidades del mercado, la planta que produce dicho producto puede que tenga que cerrar temporalmente. Los ajustes de la producción y los planes de ésta se basan en factores tales como la demanda y los stocks y son, hasta cierto punto, algo inevitable para los productores. Sin embargo, una empresa puede minimizar las pérdidas de ajustes si mantiene un fuerte liderazgo en calidad, costes, y entregas a la vez que estimula continuamente la demanda mejorando su línea de productos y desarrollando productos nuevos. Esto naturalmente incrementará la eficacia global de la planta.

5.4.3 Pérdidas de fallos de equipos

Las pérdidas de fallos de equipos son el tiempo que se pierde cuando una planta para porque un equipo súbitamente pierde sus funciones específicas.

Pueden distinguirse dos tipos de pérdidas relacionadas con los equipos: pérdidas de fallos de función y de reducción de función. Las pérdidas de fallos de función se producen por el tiempo perdido cuando una maquinaria rotativa o equipo estático súbitamente pierden sus funciones específicas para la planta. Este tipo de pérdida se considera una pérdida de fallo o avería de equipos.

Por otro lado, las Pérdidas de reducción de función, son pérdidas físicas tales como defectos o reducciones del rendimiento que se producen mientras la planta está en operación, pero diversos factores causan que el equipo rinda por debajo de lo previsto.

5.4.4 Pérdidas de fallos de proceso

Las Pérdidas de fallos de proceso corresponden al tiempo perdido cuando una planta para como resultado de factores externos al equipo, tales como errores de operación o cambios en las propiedades físicas o químicas de las sustancias que se procesan.

En las industrias de proceso, las plantas paran con frecuencia como resultado de problemas que no son fallos de los equipos. Estos problemas suelen ser resultado de una operación errónea o de las primeras materias. Pueden también ser resultado de válvulas que se retrasan porque están obstruidas por el material que se procesa, obstrucciones que disparan los mecanismos de seguridad, fugas y derrames que causan disfunciones en el equipo eléctrico de medida, y cambios de carga como resultado de las propiedades físicas de las sustancias que se manejan, etc.

Estos problemas pueden tener su origen en las propiedades de los materiales que se procesan o en fenómenos como la corrosión, erosión, o la dispersión de polvo. Los fallos de proceso decrecerán solamente cuando se bloqueen sus fuentes. Como ya hemos mencionado, tales problemas deben distinguirse y tratarse por separado de los fallos súbitos del equipo. Las industrias de proceso logran el objetivo del cero averías solamente si prestan suficiente atención a erradicar los problemas relacionados con los fallos de proceso.

5.4.5 Pérdidas de producción normales

Las pérdidas de producción normales son las pérdidas de rendimiento que ocurren durante la producción normal en el arranque, parada y cambio de utillaje.

La tasa de producción estándar no puede lograrse durante el período de calentamiento del arranque mantenerse durante el período de enfriamiento anterior a una parada o durante los tiempos de cambio de utillaje cuando la producción cambia de un producto a otro.

Los descensos de la producción que ocurren en esos tiempos deben tratarse como pérdidas.

El tiempo que toma el calentamiento de una planta después de una parada para mantenimiento (desde el momento del arranque hasta que se produce producto aceptable) es tiempo perdido. Esta pérdida puede minimizarse introduciendo sistemáticamente procedimientos de «arranque vertical» (arranque inmediato, libre de dificultades). Lo mismo se aplica al período de enfriamiento cuando se para la planta. Asimismo, pueden minimizarse las pérdidas de cambio de útiles reduciendo los tiempos de preparación interna de equipos utilizando técnicas de preparación externa realizada por anticipado.

5.4.6 Pérdidas de producción anormales

Las pérdidas de producción anormales son pérdidas de rendimiento que se producen cuando una planta rinde por debajo de su estándar como resultado de disfunciones y otras condiciones anormales que interfieren el funcionamiento.

La capacidad global de una planta se expresa mediante la tasa de producción estándar (t/h). Cuando una planta funciona con una tasa inferior a la estándar, la

diferencia entre estas y las tasas de producción reales es la pérdida de producción anormal.

5.4.7 Pérdidas de defectos de calidad

Las Pérdidas de defectos de calidad incluyen el tiempo perdido en la producción de productos rechazables, las pérdidas de los desechos irrecuperables y las financieras debidas a la baja graduación del producto.

Los defectos de calidad pueden tener muchas causas. Algunas pueden surgir cuando las condiciones se establecen incorrectamente, debido a disfunciones de la instrumentación o errores de operación; otras surgen de factores externos tales como fallos, problemas con las primeras materias, o contaminación.

5.4.8 Pérdidas de reprocesamiento

Las Pérdidas de reprocesamiento son las producidas por el reciclaje de material rechazado que debe volver a un proceso previo para convertirlo en aceptable.

En el pasado, lo usual era concentrarse en la condición del producto final, y tendían a ignorarse las pérdidas de los procesos intermedios tales como las pérdidas de tasa de producción y energía por el reciclaje. Sin embargo, en las industrias de proceso se ha de desechar la noción de que el reciclaje es permisible simplemente porque puede hacer aceptables productos rechazables. Debemos tener presente que el reciclaje es una pérdida sustancial que desperdicia tiempo, materiales y energía.

5.5 La estructura de las pérdidas

Para distinguir y cuantificar las pérdidas que impide la eficacia, es útil identificar la estructura de las pérdidas que ocurren en una planta. Esta estructura de pérdida se ha preparado considerando las ocho pérdidas desde la perspectiva del tiempo.

Tiempo de calendario

El tiempo de calendario es el número de horas del calendario:

$$365 \times 24 = 8.760 \text{ horas/año}$$

$$30 \times 24 = 720 \text{ horas/mes de 30 días}$$

Tiempo de trabajo

Tiempo de trabajo es el número actual de horas que se espera que una planta esté operando en un mes o año. Para calcular el tiempo de trabajo, del tiempo de calendario se resta el tiempo de paradas planificadas para ajustes de producción o para servicio periódico como el mantenimiento planificado.

Tiempo de operación

Tiempo de operación es el tiempo durante el cual opera la planta. Para calcular el tiempo de operación, hay que restar del tiempo de trabajo el tiempo que pierde la planta por las paradas de fallos del equipo o de procesos.

Tiempo neto de operación

El tiempo de operación neto es el tiempo durante el cual una planta produce a la tasa de producción estándar. Para calcular el tiempo de operación cero, se resta del tiempo de operación el tiempo equivalente a las pérdidas de rendimiento. Las pérdidas del tiempo con bajo rendimiento incluyen las pérdidas de producción normales (reducciones de la tasa de producción debidas a arranques, paradas y cambios de Útiles

y las pérdidas de producción normales (reducciones de la tasa de producción debidas a arranques, paradas y cambios de útiles) y las perdidas de producción debidas a anomalías).

Tiempo de operación válido

El tiempo de operación válido es el tiempo cero durante el cual la planta produce productos aceptables. Para calcular el tiempo de operación válido, hay que sumar el tiempo desperdiciado reprocesando y produciendo productos rechazables. El resultado se resta del tiempo de operación cero.

5.5.1 Disponibilidad

La disponibilidad es el tiempo de operación expresado como porcentaje del tiempo de calendario. Para calcular la disponibilidad, del tiempo de calendario se resta el tiempo perdido durante las paradas programadas (para mantenimiento planificado y ajustes de producción) y el tiempo perdido en paradas súbitas importantes (fallos de equipos y de proceso). A continuación, se divide el resultado por el tiempo de calendario y se multiplica por 100.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo de Operación}}{\text{Tiempo de Calendario}} \times 100$$

5.5.2 Tasa de rendimiento

La tasa de rendimiento de una planta expresa la tasa de producción como porcentaje de la tasa de producción estándar.

La tasa de producción estándar es equivalente a la capacidad de diseño de la planta y es la capacidad intrínseca de una planta particular. Puede expresarse como producción por hora (t/h), o por día (t/d). La tasa de producción actual se expresa como una media. Para calcularla, se divide la producción real por el tiempo de operación.

$$Tasa\ de\ rendimiento = \frac{Tasa\ de\ producción\ real\ media(t/h)}{tasa\ de\ producción\ estándar(t/h)} \times 100\%$$

$$Tasa\ de\ producción\ real\ media = \frac{Tasa\ de\ producción\ real\ (t/h)}{tasa\ de\ operación}$$

5.5.3 Tasa de calidad

La tasa de calidad expresa la cantidad de producto aceptable (producción total menos producto de graduación baja, desecho y producto reprocesado expresada como un porcentaje de la producción total). La tasa de calidad es similar a la de una planta de manufactura / ensamble.

$Tasa\ de\ Calidad = \frac{Producción\ (t) - (Perdidas\ por\ Calidad + Perdidas\ por\ Reproceso)}{Producción\ (t)}$

5.5.4 Eficacia global de la planta

La eficacia global de la planta es el producto de la disponibilidad, la tasa de rendimiento, y la tasa de calidad. Es un indicador global de la condición de una planta que toma en cuenta el tiempo de operación, el rendimiento, y la calidad. Puede utilizarse para evaluar la eficacia con la que se utiliza la planta y se añade valor.

6.

IMPLEMENTACION DEL PASO 1 DEL PILAR MANTENIMIENTO PLANIFICADO

Se puede escribir volúmenes enteros sobre la Teoría del TPM y de hecho que los hay muy buenos, sin embargo no es ese el fin ni el alcance de este trabajo. En el capítulo anterior hemos tratado de mostrar los aspectos conceptuales más importantes del TPM, tales como la definición, los doce pasos de la implementación, los ocho Pilares de soporte y el concepto y explicación de lo que se considera ``Perdidas`` en el TPM.

Me toca entonces, como indique en la parte introductoria, presentar la experiencia práctica en la fábrica de papeles Productos Tissue del Perú, sobre cómo se realiza la implementación de esta herramienta en el Pilar de Mantenimiento Planeado, desde la fase previa, hasta completar el paso 1, etapa de vital importancia para conseguir buenos resultados en los siguientes pasos.

Debo decir que este capítulo es a mi entender el más importante por dos razones; primero por que hay varios aspectos particulares que se presentan en una implementación real, que son propias de la cultura de nuestro continente y más aun de nuestro país, temas que difícilmente se abordan en Trabajos que provengan de Autores Japoneses o Estadounidenses, y segundo por que me permite compartir con mis colegas mi relativa corta experiencia profesional lo cual me da mucho gusto.

Nuestro objetivo es presentar el detalle de la implementación real en el Pilar de Mantenimiento Planeado hasta culminar el primer paso, sin embargo, como se

sabe el TPM es una herramienta que solo es viable si se implementa plenamente en todas las áreas de la empresa y además le da mucho valor al trabajo en equipo, por lo tanto se presentaran algunos temas que tienen que ver con otros pilares o áreas como el Pilar de Mantenimiento Autónomo.

En base a mi experiencia el TPM comprende básicamente dos actividades siguientes; El registro minucioso de todas las variables de pérdidas de la planta, lo cual se registra en el árbol de pérdidas y Mejora continua de los procesos que se configura en los círculos de Calidad de cada Pilar. Explicaremos en detalle estas dos actividades puntuales para que quede claro su aplicación fundamental en todos los pasos de la implementación.

6.1 Herramientas de gestión utilizadas en el TPM

6.1.1 Árbol de pérdidas (OEE)

Otro aspecto importantísimo del TPM es que necesita llevar una estadística minuciosa de las pérdidas que se producen en la planta, los pilares de Mantenimiento Autónomo, Mantenimiento Planificado y de Calidad, serán los encargados de registrar todo tipo de pérdidas, sin perder dato alguno.

Esta data será registrada en el árbol de pérdidas, que es un conjunto de tablas y gráficos que nos indicaran periódicamente cual es la disponibilidad, la tasa de rendimiento, la tasa de calidad y la eficiencia global de la planta.

El árbol de pérdidas es un tema prioritario en el desarrollo del TPM, ya que del análisis de este, se determinaran las acciones a seguir en los Pilares de Mantenimiento Autónomo, Planeado y en La mejora Orientada.

Sirve además como una medida del estado en que nos encontramos, si las acciones tomadas se están viendo reflejadas en mejoras económicas reales para la empresa.

Mayormente el Árbol de pérdidas se actualiza mensualmente, y debe haber un responsable de dicho trabajo, quien deberá recibir la data de todos los demás Pilares e ingresarla en los cuadros correspondientes, luego deberá publicarse en lugar visible para que sea de conocimiento de todos los colaboradores de la empresa.

Si bien es cierto el árbol de pérdidas es la principal base de datos para evaluarnos y orientarnos en el desarrollo de nuestro sistema, existen muchas más estadísticas que se deben llevar por cada Pilar, según sus necesidades, por ejemplo El

Pilar De Mantenimiento Autónomo, llevara además un control minucioso de la cantidad de trabajos que están pendientes de ejecución en planta, tanto por ellos mismos, como por el Mantenimiento Planificado, El Pilar de Mantenimiento Planificado llevara control minucioso de toda la data de fallo de equipo, es decir, que técnico atendió la falla, en que turno, cuanto demoro en corregir la falla, que elemento fue el que fallo, a que disciplina correspondía, entre otros datos.

Presentamos a continuación algunos de los cuadros finales que presenta el árbol de perdidas así como el esquema general del mismo.

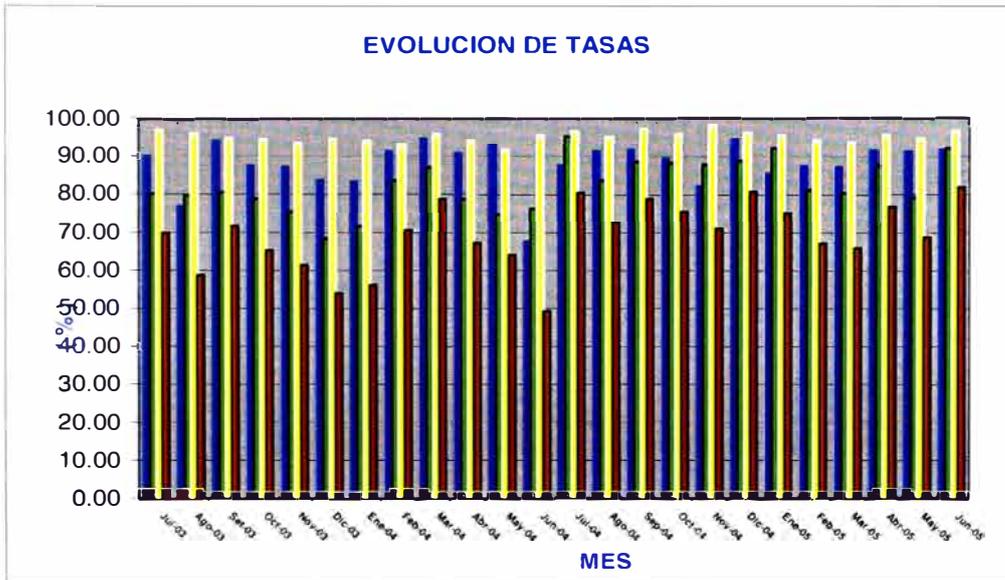


Grafico N° 01 Eficacia global de la planta

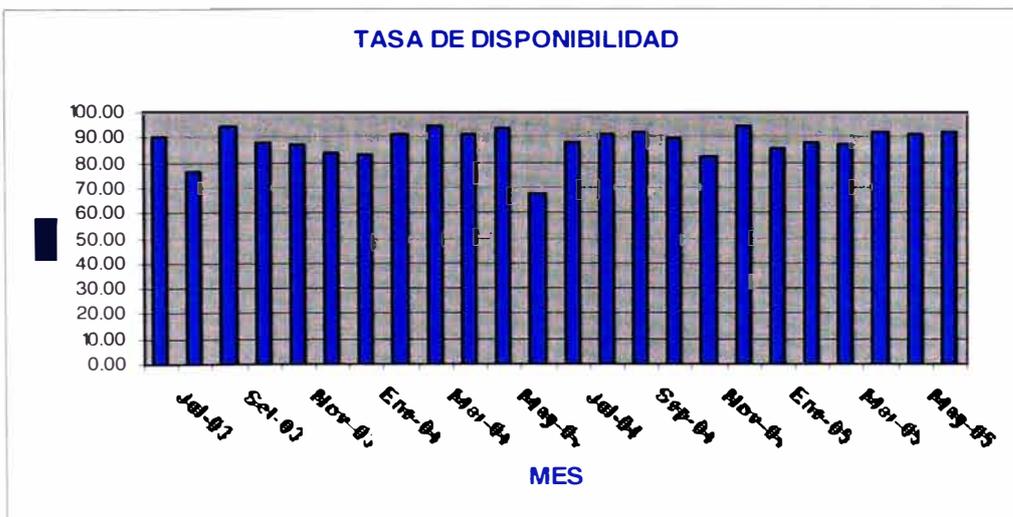


Grafico N° 02

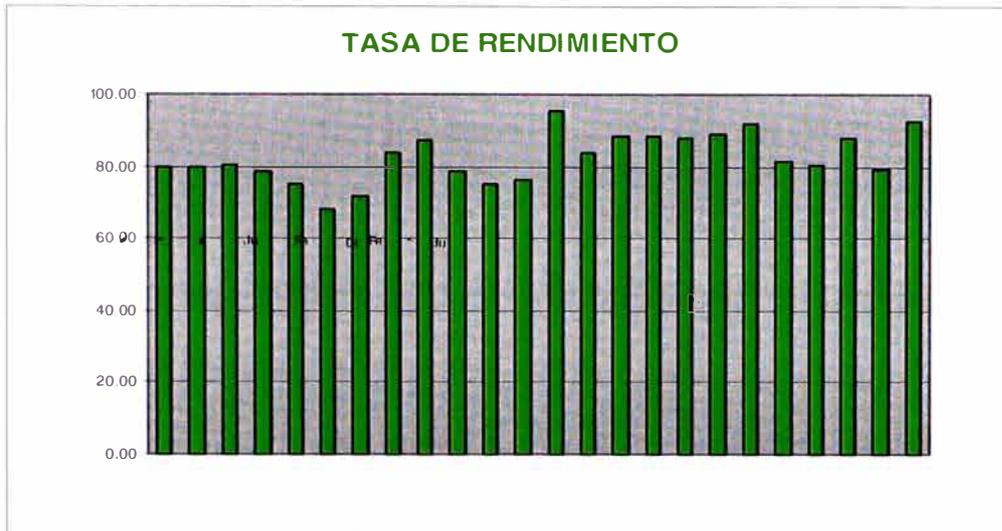


Grafico N° 03

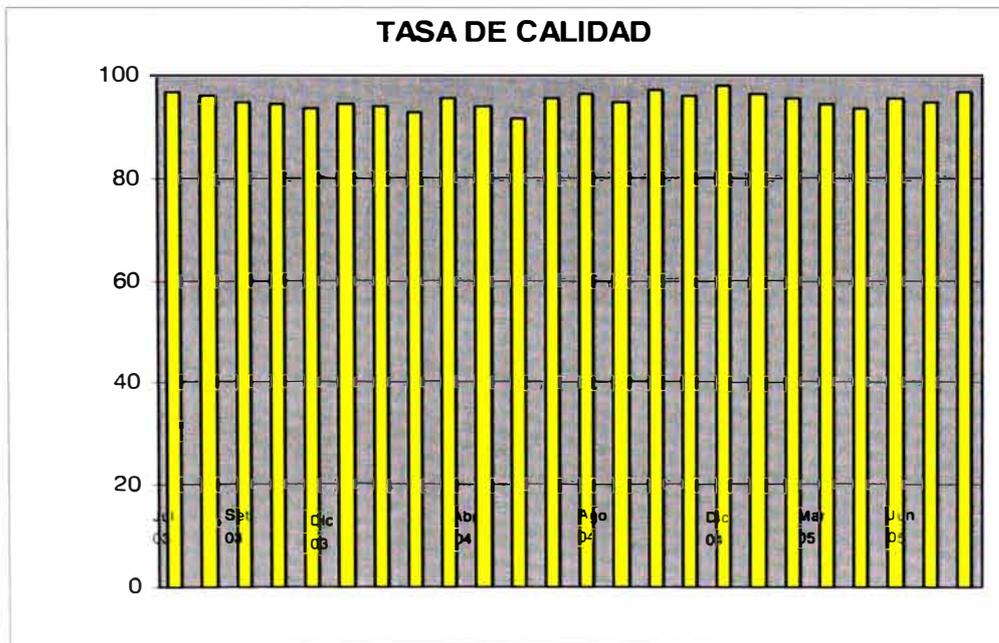


Grafico N° 04

6.1.2 La mejora continua (Círculo de Deming)

Esta es otra característica importantísima del sistema TPM, ya que uno de las bases para la consecución de las metas de eficiencia de la planta que se plantea, es justamente la Mejora Continua. Esta metodología es aplicada prácticamente en el desarrollo de todos los pasos de todos los Pilares.

Toda la información importante de cada Pilar debe ser publicada en un mural visible siguiendo el esquema del Círculo de Deming o PDCA, actualizada mensualmente.

El ciclo PDCA, también conocido como "círculo de Deming". Edwards Deming, es una estrategia de mejora continua de la calidad en cuatro pasos, basada en un concepto ideado por Walter A. Shewhart. También se denomina *espiral de mejora continua*.

Las siglas PDCA son el acrónimo de Plan, Do, Check, Act (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar).

- PLAN
 - Identificar el proceso que se quiere mejorar
 - Recopilar datos para profundizar en el conocimiento del proceso
 - Análisis e interpretación de los datos
 - Establecer los objetivos de mejora
 - Detallar las especificaciones de los resultados esperados

- Definir los procesos necesarios para conseguir estos objetivos, verificando las especificaciones
- DO
 - Ejecutar los procesos definidos en el paso anterior
 - Documentar las acciones realizadas
- CHECK
 - Pasado un periodo de tiempo previsto de antemano, volver a recopilar datos de control y a analizarlos, comparándolos con los objetivos y especificaciones iniciales, para evaluar si se ha producido la mejora esperada.
 - Documentar las conclusiones
- ACT
 - Modificar los procesos según las conclusiones del paso anterior para alcanzar los objetivos con las especificaciones iniciales, si fuese necesario
 - Aplicar nuevas mejoras, si se han detectado en el paso anterior
 - Documentar el proceso

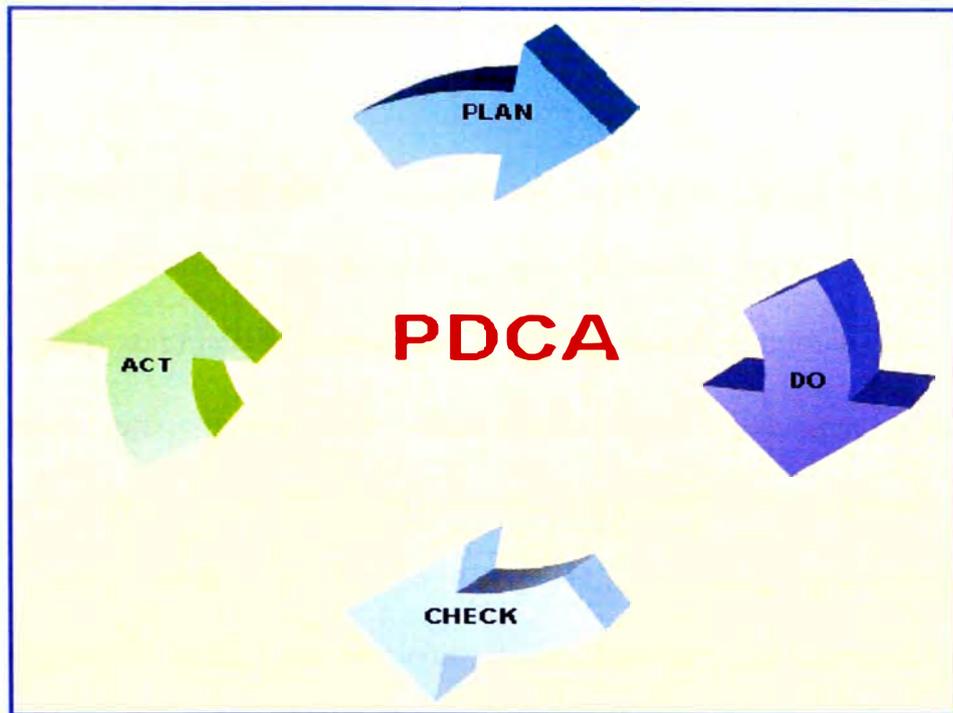


Figura N° 11 Círculo de Deming

Según este esquema tendremos nuestros cuatro campos, con la siguiente información; en el primer campo tendremos siempre la Misión y Visión del Pilar Mantenimiento Planificado, así como todas metas y objetivos previstos para el paso en que nos encontremos; en el segundo campo se presentara todas las actividades que se programaron para poder cumplir nuestros objetivos; en el tercer campo nos toca presentar la estadística de todo lo realizado, básicamente nuestro avance respecto al trabajo programado; y por ultimo en el cuarto cuadro debemos presentar todos nuestro indicadores de gestión comparados con la línea base de nuestras metas, así como las posibles acciones correctivas en las actividades donde no estemos alcanzando los resultados esperados.

Este cuadro nos facilita la transición de un paso a otro, ya que cuando los objetivos de un paso son alcanzados, simplemente se cambia la información del

primer campo, por los nuevos objetivos del paso siguiente y el círculo de calidad continua.

Se acostumbra a realizar competencias en cuanto a la calidad de la presentación de estos murales, ya que esto fortalece la moral del equipo, así mismo también los murales son materia de auditoría y publicación de resultados.

Será importante para otras actividades del Sistema utilizar otras herramientas de gestión de Calidad, como Hoshink, análisis causa raíz, diagramas de Pareto, Análisis causa efecto, Espina de pescado, 4W y 1H entre otras, cuya aplicación ya depende del análisis de la data que se tiene, de los objetivos que se buscan, y de la capacitación del personal. Cabe resaltar que es oportuno para los siguientes pasos que todos los colaboradores estén capacitados para utilizar herramientas de gestión y estadística básica, para lo cual se debe prever un programa de capacitación masivo y efectivo.

6.2 Un paso previo las 5 S's

El movimiento de 5 S (housekeeping) toma su nombre de cinco palabras japonesas que principian con s: seiri, seiton, seiso, seiketsu y shitsuke.

El movimiento en cuestión a cobrado un gran auge en las empresas occidentales a partir del bajísimo costo que implica su puesta en marcha, el ahorro en costos y recursos, la reducción de accidentes, el incremento en la motivación del personal, y los incrementos en calidad y productividad entre muchos otros.

Así pues las empresas occidentales han adaptado la terminología llamando a dichas campañas por sus siglas en inglés como *Campaña de las 5 S*; por *Sort* (separar), *Straighten* (ordenar), *Scrub* (limpiar), *Systematize* (sistematizar) y *Standardize* (estandarizar); o bien como la *Campaña de las 5 C*; por *Clear out* (limpiar), *Configure* (configurar), *Clean and check* (limpiar y verificar), *Conform* (ajustar) y *Custom and practice* (costumbre y práctica).

Las 5 S conjuntamente con la estandarización (documentación de la mejor forma de realizar el trabajo) y la eliminación del muda (desperdicio en japonés) constituyen los pilares fundamentales para la práctica del gemba kaizen (mejora continua en el lugar de acción).

La razón de ser del “Plus” es que dichas prácticas han sido enriquecidas partiendo tanto de las experiencias como de las nuevas técnicas en boga como las del coaching. Siempre guiados por la filosofía del kaizen pero sumándole esas nuevas técnicas se obtienen métodos que permiten altos niveles de rendimiento y productividad tanto en empresas industriales como de servicios.

En la practica esta herramienta es muy importante por dos motivos; primero y la mas importantes , le da al operador común cierta noción de lo que es una herramienta de gestión, que puede aplicarla sin ninguna dificultad mayor y sobre todo que es muy útil y le sirve tanto para su labor cotidiana, pero lo puede aplicar casi en cualquier sentido de su vida, por lo tanto las 5S's constituyen una buena forma de iniciar al operario en el largo camino de implementación; en segundo lugar rápidamente se alcanza un orden y limpieza bastante aceptable como línea base de inicio para la mejora continua que significa el TPM, es decir es mejor empezar desde un nivel de ordenamiento básico previo, que pretender implementar una herramienta de mejora sobre un ambiente algo desordenado y peligroso.

En cuanto a la práctica lo primero es dividir la totalidad de la planta en cuatro o cinco áreas principales, las cuales tendrán que guardar estrecha relación con las etapas o tipos de proceso de fabricación, estas serán asignadas a igual número de responsables.

Cada área será a su vez dividida en zonas lo mas equitativamente repartidas es decir que signifiquen similar carga de trabajo su ordenamiento, a estas zonas se le asignara también un responsable que deberá estar familiarizado con esta.

El método es relativamente sencillo, lo primero es pedir a cada responsable de zona, que **clasifique**, todo lo que se encuentra a su cargo en tres grupos; lo que utilizara a diario, Lo que no utilizara en una semana por lo menos y por ultimo lo que no utilizara en un mes por lo menos.

Se dará un plazo de alrededor de 15 días, dependiendo de la cantidad de unidades a ordenar para la clasificación de cada zona.

Una vez clasificados los objetos de cada zona, se supervisara por las jefaturas correspondientes, pudiendo modificar la clasificación de algunos ítems en particular.

Una vez aprobada la clasificación, se esperara 15 días para verificar que realmente los objetos pertenecen a la categoría asignada.

En una segunda etapa la empresa designara un lugar central donde todas las zonas llevaran y almacenaran en forma **ordenada**, todos los objetos que no se iban a utilizar a diario y permanecerán allí por lo menos 30 días.

Luego de este plazo la empresa determinara cuales de los objetos separados, son verdaderamente obsoletos y se procederá a la eliminación de los mismos, con el fin de **limpiar** las zonas de productos que no nos sirven.

Luego con los objetos que quedaron, se debe organizar o **sistematizar** su ordenamiento, esto es muy viable dado que normalmente cuentas con mucho mas espacio que al inicio, y muchas veces se destina el integro de lo que se vendió como obsoleto, para implementar el nuevo sistema de ordenamiento.

Finalmente para que este sistema se mantenga en el tiempo, no hay mas que normalizarlo, procedímentarlo o lo que es lo mismo estandarizarlo. De esta forma el orden ya no es solo virtud de una persona, sino más bien pasa a ser parte de la cultura organizacional de la empresa.

Claro esta que la implementación de todo este sistema debe ser paso a paso, contando con sus respectivas auditorias, publicando los resultados por áreas y si es posible creando un sistema de compensaciones a los grupos sobresalientes en su avance e innovación.

Con esto se da un gran paso previo a la iniciación formal del TPM en la planta, como se dijo, esto ayuda al personal a asimilar las ideas de trabajo en equipo, cumplimiento de objetivos, auditorias, publicación de resultados y verdadero orden y limpieza en resumen muchas de las actividades exigidas por el TPM.

A continuación mostramos un esquema de los pasos en las 5S's.

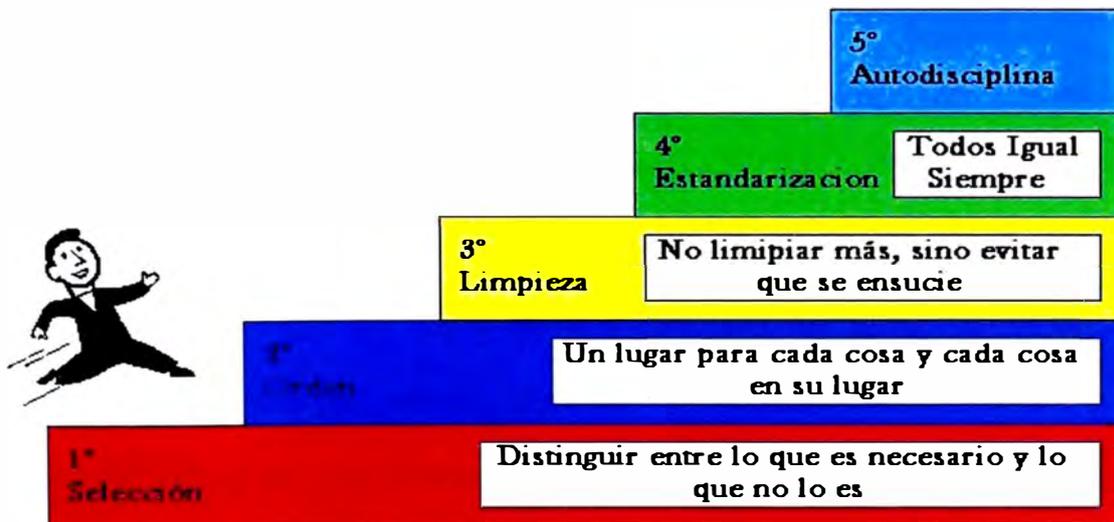


Figura N° 12 5 S's

6.3 Lanzamiento del TPM

Como todo proyecto, también la implementación del TPM en una organización tiene un punto de partida. Muchas veces este es un momento trascendental, por que si es bien aplicado marcara un cambio de cultura organizacional a todo nivel, desde la alta dirección hasta los contratistas, pasando claro esta por los Gerentes, Jefes de Área, Jefes de Línea, Jefes de Turno, Operadores, Personal de Mantenimiento, Personal de Servicios Auxiliares y Administrativos.

Dada la importancia de este evento, su anuncio deberá contar con un marco apropiado, mayormente son las reuniones Anuales que la gran mayoría de empresas practica, incluso desde meses antes se comunica en reiteradas ocasiones, la intención de Implementar el TPM y es en una reunión Importante donde, por parte de la alta dirección se anuncia la decisión de adoptar este Sistema como herramienta en la búsqueda de rendimientos de niveles mundiales.

Hay algunos temas claves en esta acción, En Primer Lugar como indicamos, el anuncio debe ser dado por parte de un Funcionario de la alta dirección de la Empresa, acompañado del comité Directivo y Además deberá contar con la asistencia de todo el personal de la empresa.

Se expondrá claramente los principales objetivos que se esperan lograr con esta estrategia y es muy conveniente incluirlo dentro de la política de la Empresa, para darle un carácter prioritario. Deberá quedar totalmente claro que esta decisión es irreversible, Es decir que La alta dirección prestara todo su apoyo y recursos para

conseguir el objetivo planteado y que para esto necesita el apoyo total de todos y cada uno de sus colaboradores.

Así mismo deberá indicarse adoptar esta herramienta demandara una real aplicación de cada individuo a su labor, lo que implicara un esfuerzo adicional al que venia realizando, ya que la implementación de el TPM es realmente una tarea ardua y solo significa ``mas trabajo``; sin embargo es atinado decir también que cada individuo alcanzara un alto nivel de especialización en esta materia tan cotizada hoy en día.

No se descarta y es inclusive recomendada por algunos textos, plantear en su momento alguna clase de compensación a los colaboradores en virtud a este sobre esfuerzo y a los resultados positivos que estos producirán en la empresa.

También se establecerá en esta reunión al responsable de La Oficina de Promoción del TPM, que jugara un papel importantísimo en el desenvolvimiento del sistema. Esta persona será encargada en delante de organizar todo el despliegue de la táctica, por lo cual deberá contar con algunas competencias especificas, tales como liderazgo, trabajo en equipo, facilidad de comunicación y claro esta conocimientos del TPM, lo cual se puede conseguir también con una capacitación adecuada.

Es una practica usual, sumamente útil y hasta cierto punto necesaria, contar con un asesor externo de basta experiencia en la aplicación de esta herramienta, esta persona o estudio, no tendrá que estar a tiempo completo en la empresa, solo guiara la implementación en reuniones mayormente mensuales con los Responsables de cada Pilar.

6.3.1 La Oficina de Promoción de TPM

Dado el anuncio de adoptar como herramienta de gestión al TPM, se instala la oficina de promoción del mismo. Mayormente es esta persona con el Asesor de TPM y los Directivos, los encargados de designar a los responsables de cada uno de los ocho Pilares ya explicados anteriormente. Ahora los pilares se reunirán normalmente dos o tres veces por semana durante los próximos dos a tres meses con el fin de interiorizar, los conceptos básicos del TPM y desarrollar el Plan Maestro de cada Pilar.

6.4 Actividades del Paso 1

6.4.1 Elaborar plan maestro del TPM en el Pilar MP

El TPM es una filosofía que sistemáticamente nos da las pautas de cómo mejorar paso a paso hacia un nivel de excelencia en todas las áreas de la empresa, en este sentido salvando las distancias, el esquema de fondo que se aplica en cada uno de los pilares no es muy distinto al de los demás, mas aun estos deben ser plenamente congruentes.

Entonces como en todo proyecto lo primero que hay que hacer es planificar , esto implica trazarse objetivos y plantear la forma en que se van a conseguir, especificar los recursos que se necesitaran en cada etapa y determinar que plazo se necesita para su ejecución, la suma de las cuales nos dará el plazo total del proyecto que en nuestro caso es la Implementación del TPM como herramienta de gestión.

El TPM nos recomienda específicamente que actividades debemos completar en cada paso, sin embargo esto dependerá finalmente de la configuración y coyuntura de cada planta, depende de los recursos con que se cuenten y en que nivel se encuentra cada actividad al iniciar nuestro proyecto.

El responsable de cada Pilar deberá elaborar un plan acorde con los objetivos y recursos de la empresa, Así mismo mas adelante será responsable de que se ejecute lo planificado En el tiempo y con los recursos previstos. Este plan deberá estar en concordancia con los planes de los demás Pilares y el de la propia empresa, cuidando siempre de que toda actividad este orientada a cumplir con los objetivos de la empresa.

Los documentos básicos a presentar en este paso, son: organigrama y responsabilidades, cronograma de actividades paso a paso, objetivos a cumplir en cada paso, misión, visión y memoria descriptiva de la situación actual.

ORGANIZACIÓN DEL PILAR MANTENIMIENTO PLANIFICADO			
CARGO	RESPONSABLE	TAREAS	INICIO
PILAR MANTENIMIENTO PLANIFICADO	J. HIDALGO	COORDINADOR GENERAL DEL PILAR, RESPONSABLE DE LA PLANIFICACION DEL SISTEMA, ASIGNACION DE RECURSOS Y CONTROL DE AVANCE.	PASO 1
SUB PILAR APOYO AL MANTENIMIENTO AUTONOMO	A. ARTEAGA	COORDINACION DIRECTA CON EL PILAR MANTENIMIENTO AUTONOMO, APOYO EN CAPACITACION, PREPARACION DE OPL, LEVANTAMIENTO DE TARJETAS AZULES Y ROJAS.	PASO 1
SUB PILAR ADMINISTRADOR DE BASE DE DATOS	J. LA PLATA	MANEJO DE LA ESTADISTICA RECOGIDA EN CAMPO Y SU TRANSFERENCIA, CALCULO DE LOS INDICES Y EMISION DE REPORTES MENSUALES, PREPARACION DE INFORMES PARA AUDITORIAS Y PUBLICACIONES.	PASO 1
SUB PILAR CERO FALLAS	R. ALCANTARA	LLEVAR ESTADISTICA DETALLADA DE FALLAS DE EQUIPOS, ASI COMO ANALISIS CAUSA RAIZ DE LAS FALLAS TIPO A	PASO 1
SUB PILAR TECNICAS DE MANTENIMIENTO ESPECIALIZADAS	J. ROJAS	PREPARACION DE ESTANDARES DE MANTENIMIENTO Y TECNOICAS ESPECIALIZADAS.	PASO 2
SUB PILAR TECNICAS DE LUBRICACION	A. IBANEZ	LLEVAR LA GESTION DE TODA LA INGENIERIA DE LUBRICACION O TRIBOLOGIA.	PASO 4
SUB PILAR MANTENIMIENTO PREDICTIVO	A. IBANEZ	LLEVAR TODA LA GESTION DEL MANTENIMIENTO PREDICTIVO, TOMA DE DAYTOS EN CAMPO, ELABORACION DE INFORME, CONCLUSIONES	PASO 4
SUB PILAR ENTRENAMIENTO Y CAPACITACION	J. LA PLATA	ELABORACION DE PERFIL POR COMPETENCIAS EN CADA PUESTO, MATRIZ DE HABILIDADES, Y CRONOGRAMA DE CAPACITACION.	PASO 2

Cuadro N° 02

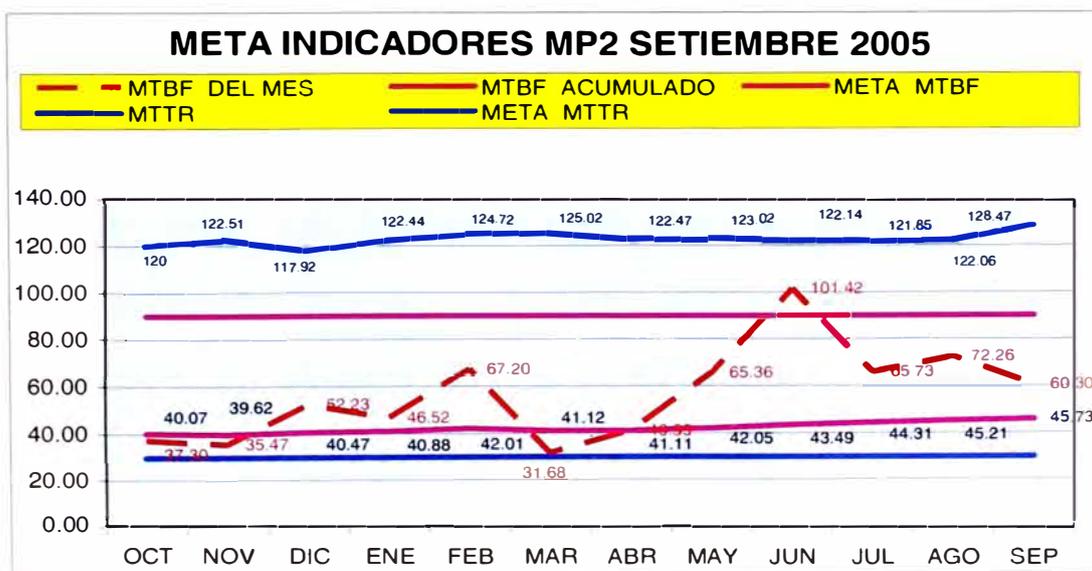


Grafico N° 05

6.4.2 Actualizar la base de datos de equipos

Esta es otra exigencia del Paso 1 del TPM, por lo tanto mientras no este completa, no se podrá pasar al siguiente paso.

Si bien es cierto la mayoría de plantas de Fabricación continua lleva un registro de sus equipos, también es cierto que la mayoría de ellas no lo tiene actualizado, esto por diversos motivos, tales como la cantidad de proyectos que incorporan rápidamente equipo nuevo o por que los equipos son trasladados dentro de la misma planta o simplemente dejan de operar sin que el Pilar de Mantenimiento Planificado se entere. Otra situación que se da es que se puede tener toda la data de todos los equipos, sin embargo esta no se encuentra sistematizada, es decir la planta no esta dividida por zonas o la información esta dispersa en varios lugares y es imposible una búsqueda ordenada de esta.

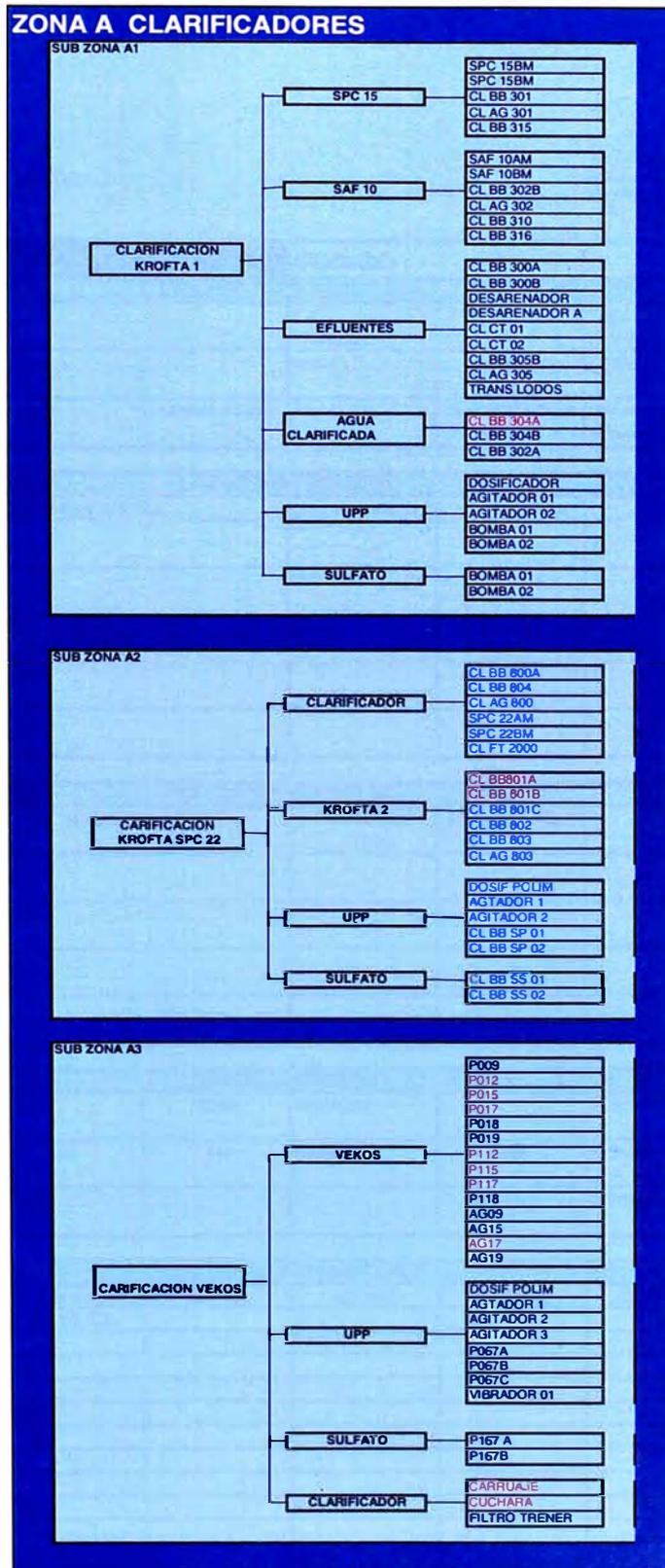
Por lo expuesto concluimos que esto no es una tarea sencilla, en efecto, incluso muchas veces es necesario tercerizar esta labor, ya sea parcial o totalmente.

En nuestro caso se solicito el apoyo de personal externo para la verificación en campo de nuestra data. Se esquematizo la planta por Zonas y Sub Zonas, se desarrollo modelos de fichas técnicas acordes a cada tipo de equipo, guardando una estructura básica. Así mismo se completo la codificación de equipos y se abrieron archivadores que contengan los expedientes de cada uno.

Gracias a esto podíamos tener acceso inmediato a cualquier dato técnico de nuestros activos, hacer búsqueda por códigos y encontrábamos además el historial de

ocurrencias del mismo, muy útil para programar paradas de mantenimiento y análisis de fallas.

Presentamos listado completo de equipos de la Zona A y muestra de ficha técnica.



Cuadro N° 03 Codificación de equipos

GERENCIA DE PRODUCCION
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO



FICHA TECNICA DE MOTOR				CODIGO :			
DATOS DE IDENTIFICACION							
EQUIPO	MOTOR BP115			TAG ANTIGUO	MO BP115	TAG NUEVO	
N° ACTIVO		CLASE		MODELO	3 M26A 280 SMA2 B3	N° SERIE	
FABRICA	PROTISA	PLANTA	FABRICACION	PROCESO	CLARIFICACION VEKOS	REGISTRO DE MOVIMIENTO	
DATOS HISTORICOS							
	EMPRESA EJECUTORA			FECHA	N° REGISTRO	PRECIO	
FABRICACION	ABB						
VENTA							
INSTALACION							
PRUEBAS							
ARRANQUE							
DATOS DE ARCHIVOS							
	FECHA ELABORADO	ALMACENAMIENTO		NUMERO FICHA	RESPONSABLE	OBSERVACIONES	
PLANOS							
ESPECIFICACION TECNICA							
MANUAL OPERACIONES							
ESQUEMA INSTRUMENTAC.							
DATOS TECNICOS							
TIPO DE MOTOR		RPM	3568	MEDIDAS		PESO	545
POTENCIA	105 KW	VOLTAJE	440	CARGA	136	FRECUENCIA	60
COS Ø	0.9	F.S.		I.P.	55	C.C.M.	OO 4/1
DATOS DE REPUESTOS							
DESCRIPCION	CODIGO	MARCA	MODELO	MEDIDAS	CANTIDAD	ALMACENADO	
Rod.	6316 C3				2		
FECHA	05/11/2003	REVISION	0	ELABORO	J. LA PLATA	APROBO	J. HIDALGO

Figura N° 13 Ficha técnica de equipos

6.4.3 Rankeo de Equipos

Hay que evaluar cada equipo en función de la seguridad, calidad, operabilidad, mantenibilidad, etc. Los equipos se clasifican (por ejemplo, en las clases A, B Y C) y se decide las clases que se incluirán en el mantenimiento planificado (por ejemplo, las unidades clasificadas como A y B), a las que se añadirán las unidades en las que el cero fallos es un requerimiento legal. Los criterios de clasificación variarán dependiendo del proceso, de modo que los departamentos de mantenimiento, producción, ingeniería y seguridad deben cooperar para evaluar cada atributo.

En nuestro caso se procedió a la evaluación y priorización de aproximadamente 800 equipos, con lo cual también se cumplió con este requisito del Paso 1 del TPM, se muestra a continuación diagrama lógico para la evaluación del equipo y el tipo de mantenimiento que se proporcionara según su clasificación.

La evaluación del equipo es mejor llevarla a cabo en grupos interdisciplinarios, ya que no solo se toman en cuenta aspectos técnicos de mantenimiento, sino otros como, legal, ambientales, de seguridad, calidad y producción.

Cada componente fijara una nota en un rango previsto en nuestro caso del 1 al 10 y se seguirá simplemente los pasos lógicos de nuestro diagrama.

La importancia de este proceso radica en la dosificación de recursos de acuerdo a justamente la criticidad del equipo, es decir a los equipos que pueden

generar mayores pérdidas se les asignara muchos mas recursos que a aquellos que son solo de servicio. También se priorizaran como se ve equipos con restricciones legales tales como las calderas.

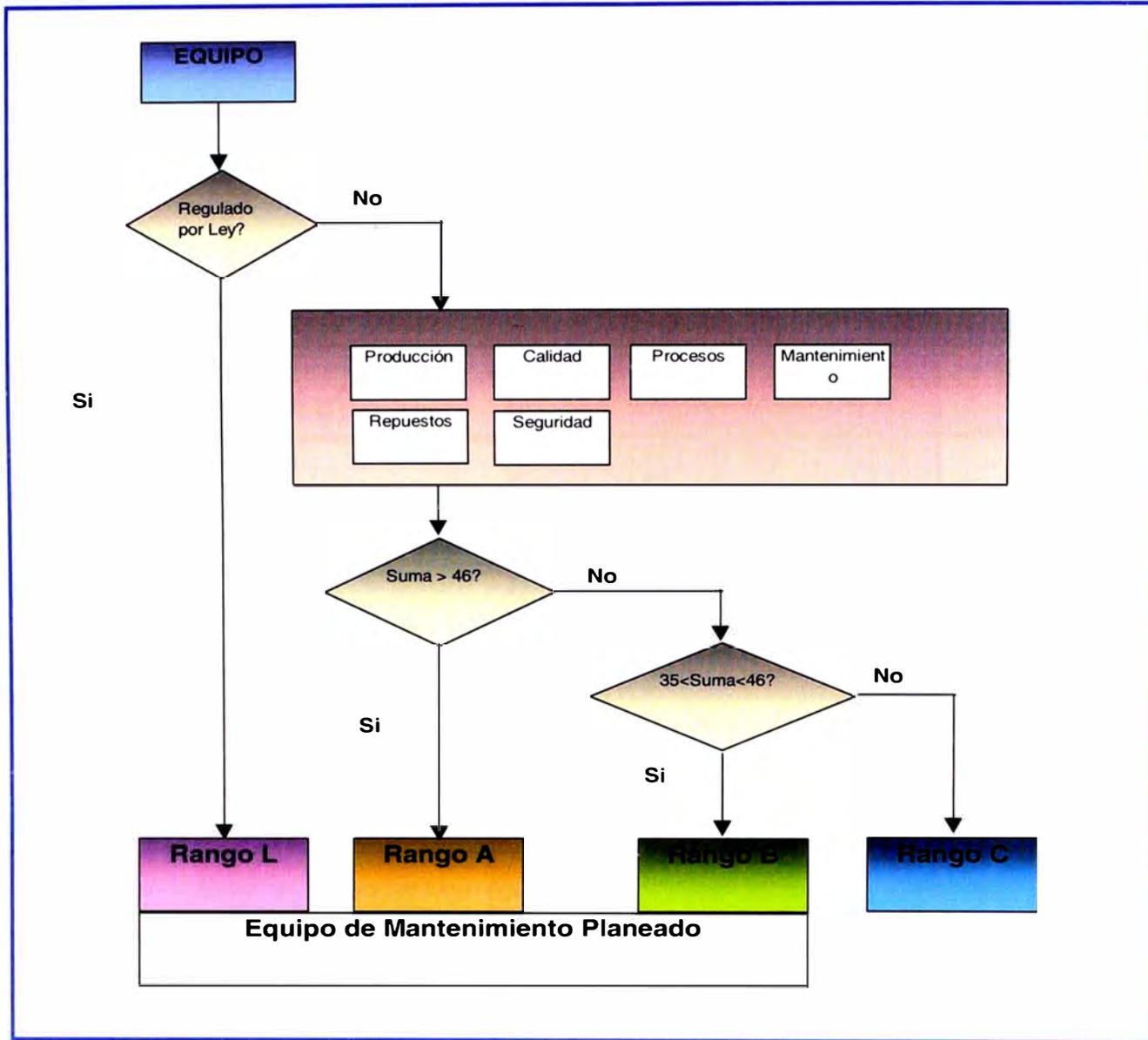


Figura N° 14 Flujo grama para Ranqueo de equipos.

MATRIZ DE MANTENIMIENTO					
		Ranking de Equipos			
		A	B	C	
Mantenimiento Preventivo / Predictivo	Mantenimiento Diario				Autónomo
	Mantenimiento Periódico				
	Reparaciones Periódicas				
	Mantenimiento Por Fallas				Planeado
		A planificar de acuerdo a Inspecciones			

Figura N° 15

6.4.4 Rankeo de Fallas

Así como se rankearon en su momento, los equipos, también es necesario hacer una estratificación de las ocurrencias de fallas en nuestra planta. En este caso es mas simple, solo se diferenciaran con fallas tipo A, B y C según el siguiente criterio.

Fallas tipo A.	Parada de producción mayores a 1 hora
Fallas tipo B.	Parada de producción entre 10 minutos a 1 Hora.
Fallas tipo C.	Parada de producción menores a 10 minutos

Esto se realiza con el fin de poder manejar un grupo reducido de ocurrencias que representen el mayor tiempo de perdidas por parada de equipos, llegamos así al mismo tema anterior, es decir nos sirve para orientar nuestra inversión de recursos en aquellos ítems que nos generen mayores perdidas.

El Sub Pilar Cero fallas trabaja directamente con esta data, por ejemplo es obligación de el organizar el análisis Causa Raíz de todas las fallas tipo A que se presenten en la planta.

De esta forma atendiendo un numero reducido de eventos, se pueden lograr resultados alentadores en eliminación de perdidas que a su vez motivan al personal y directivos de la empresa a seguir adelante con todos los pasos de la implementación.

Se presenta a continuación la estadística completa del ranqueo de fallas.

FALLAS TIPO A, B y C

	minutos	NUMERO	TIEMPO (min.)			CANTIDAD		
MES	TIEMPO	FALLAS	A	B	C	A	B	C
Dic-03	1998	20	1718	260	20	9	8	3
Ene-04	690	6	600	90	0	2	2	2
Feb-04	30	2	0	0	30	0	0	2
Mar-04	460	24	120	335	5	1	13	10
Abr-04	3330	37	2470	820	40	8	25	4
May-04	2802	37	1865	927	10	9	26	2
Jun-04	2637	44	1700	907	30	9	29	6
Jul-04	3414	30	2970	412	32	9	14	7
Ago-04	14303	26	13818	485	0	12	13	1
Sep-04	1610	20	1435	123	52	5	5	10
Oct-04	2763	28	2340	365	58	8	12	8
Nov-04	1626	24	1321	285	20	4	11	9
Dic-04	1727	30	1380	269	78	4	11	15
Ene-05	215	16	0	179	36	0	9	7
Feb-05	515	32	0	435	80	0	17	13
Mar-05	1260	19	900	300	60	2	10	7
Abr-05	1355	32	885	425	45	4	19	9
May-05	3305	37	2535	710	60	6	23	8
Jun-05	2766	53	1610	1098	58	6	32	14
Jul-05	4913	37	4101	735	77	3	23	11
Ago-05	7873	41	7136	695	42	6	22	13
Sep-05	2873	44	2098	755	20	11	25	8
TOTAL	51719	554	98.61	20.51	1.65	21.30	63.00	30.51
PORCENTAJES								

Cuadro N° 04

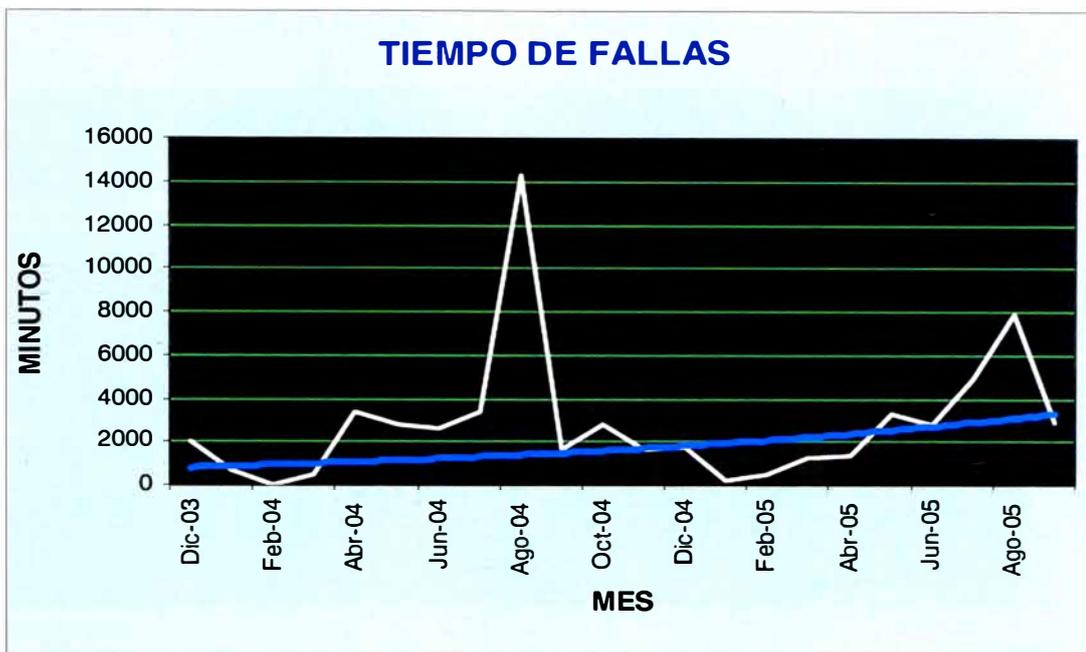


Grafico N° 06

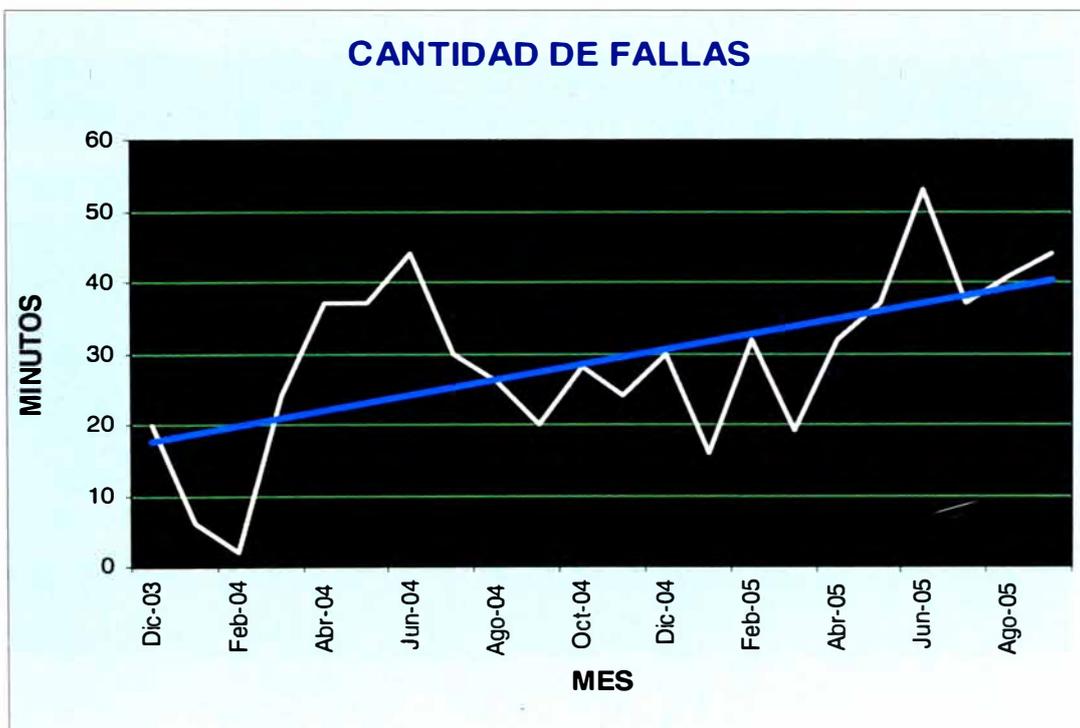


Grafico N° 07

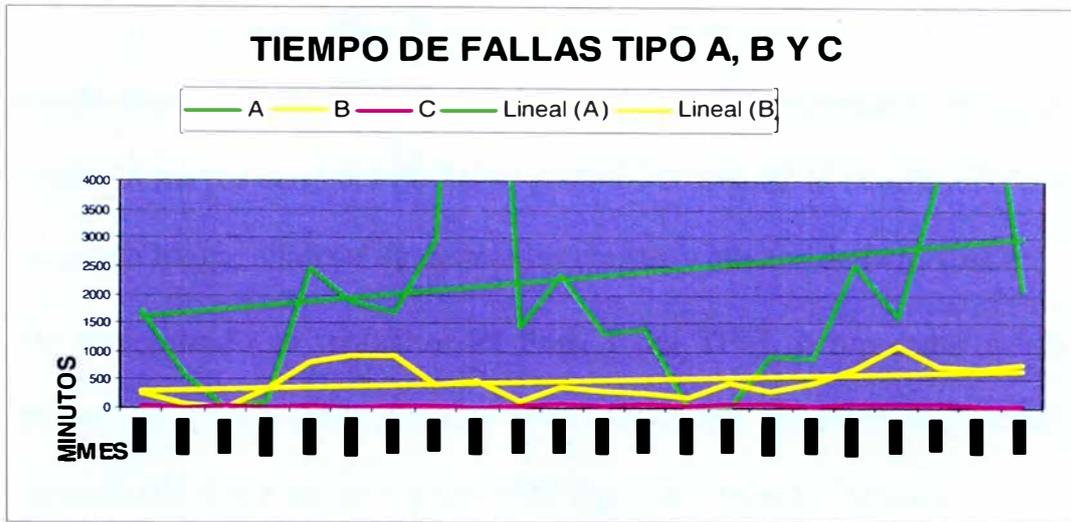


Grafico N° 08

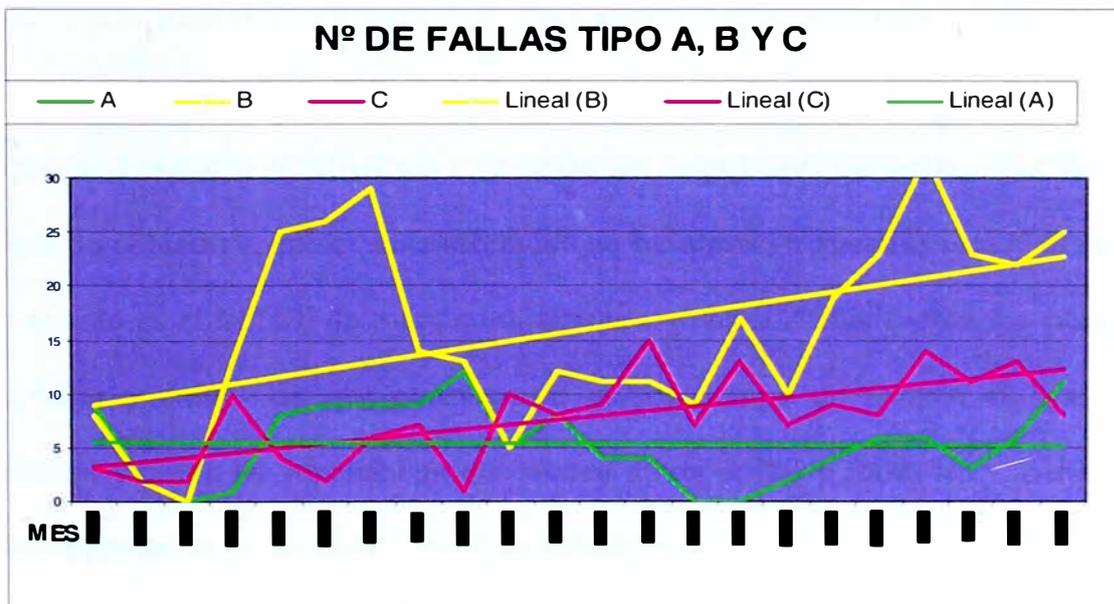


Grafico N° 09

6.4.5 Comprender la situación actual

Como ya indicamos una de las actividades principales en el sistema TPM es registrar todo evento que este relacionado con alguna de las perdidas de la planta, se deberá tomar la mayor cantidad de datos posibles acerca de la ocurrencia, con el fin de que se pueda luego, analizar en detalle las causas y efectos de la misma.

En este sentido es requisito del Paso 1 del TPM, comprender la situación actual, es decir en base a datos estadísticos, saber en que situación nos encontramos, cual es nuestra eficiencia en cada actividad exigida por nuestro sistema.

Un ejemplo básico para el área de mantenimiento es la evaluación del MTBF y MTTR, bueno, debemos ser capaces de contar con información detallada para poder evaluar periódicamente estos indicadores, no solo para la planta en su conjunto, sino para alguna Zona o Sub Zona especifica, Alguna Línea de producción, Equipo tipo A o inclusive componente. Es decir alguna vez necesitaremos analizar por que se deterioran y fallan tan a menudo los impulsores de las bombas de pasta del área de coladores, entonces tendremos que basarnos en nuestras estadísticas para saber cuanto es el MTBF de estos componentes, y saber cuales fueron las causas de estas fallas y cuales las que ocasionaron mayor tiempo de parada, en que turno sucedieron y quien las reparo, con que marca de repuestos y todas las variables que puedan ingresar en un análisis Cusa Raíz minucioso.

Así mismo se debe tener datos exactos de las intervenciones en los equipos, tanto en parada programada como en parada de emergencia, cuanto es lo que se esta gastando, por equipo en cada tipo de mantenimiento, no solo en materiales, sino también en mano de obra propia y de terceros así como en servicios.

En resumen se debe estructurar una tabla de datos que es mejor condensarla en un informe periódico ya sea quincenal o mensual, donde queden registrado, toda nuestras ocurrencias e indicadores, control de gastos y donde a su vez deben aparecer nuestras metas propuestas, para saber en todo momento donde estamos y cuanto nos falta para alcanzar nuestros objetivos.

Se muestran a continuación cuadros estadísticos que no se presentaron anteriormente, siendo el más importante y significativo para nuestro pilar las del MTBF y MTTR.

MTTR, MTBF Y DISPONIBILIDAD DE LA MP2

	HORAS	HORAS	HORAS	HORAS		
MES	MTTR DEL MES	MTTR ACUMULADO	MTBF DEL MES	MTBF ACUMULADO	DISPONIBILID MES	DISPONIBILID ACUMULADO
ENE	5.35	5.35	51.88	51.88	0.91	0.91
FEB	1.60	3.22	39.35	44.78	0.96	0.93
MAR	1.15	2.67	66.48	50.60	0.98	0.95
ABR	1.33	2.33	50.10	50.47	0.97	0.96
MAY	1.35	2.08	37.81	47.22	0.97	0.96
JUN	3.25	2.23	62.20	49.16	0.95	0.96
JUL	2.26	2.24	22.54	42.22	0.91	0.95
AGO	1.49	2.13	37.67	41.57	0.96	0.95
SEP	1.30	2.02	32.99	40.41	0.96	0.95
OCT	1.86	2.00	37.30	40.07	0.95	0.95
NOV	2.43	2.04	35.47	39.62	0.94	0.95
DIC	0.91	1.97	52.23	40.47	0.98	0.95
ENE	3.08	2.04	46.52	40.88	0.94	0.95
FEB	2.92	2.08	67.20	42.01	0.96	0.95
MAR	2.14	2.08	31.68	41.12	0.94	0.95
ABR	1.41	2.04	40.95	41.11	0.97	0.95
MAY	2.28	2.05	65.36	42.05	0.97	0.95
JUN	1.44	2.04	101.42	43.49	0.99	0.96
JUL	1.91	2.03	65.73	44.31	0.97	0.96
AGO	2.14	2.03	72.26	45.21	0.97	0.96
SEP	5.15	2.14	60.30	45.73	0.92	0.96

Cuadro N° 05 Indicadores.

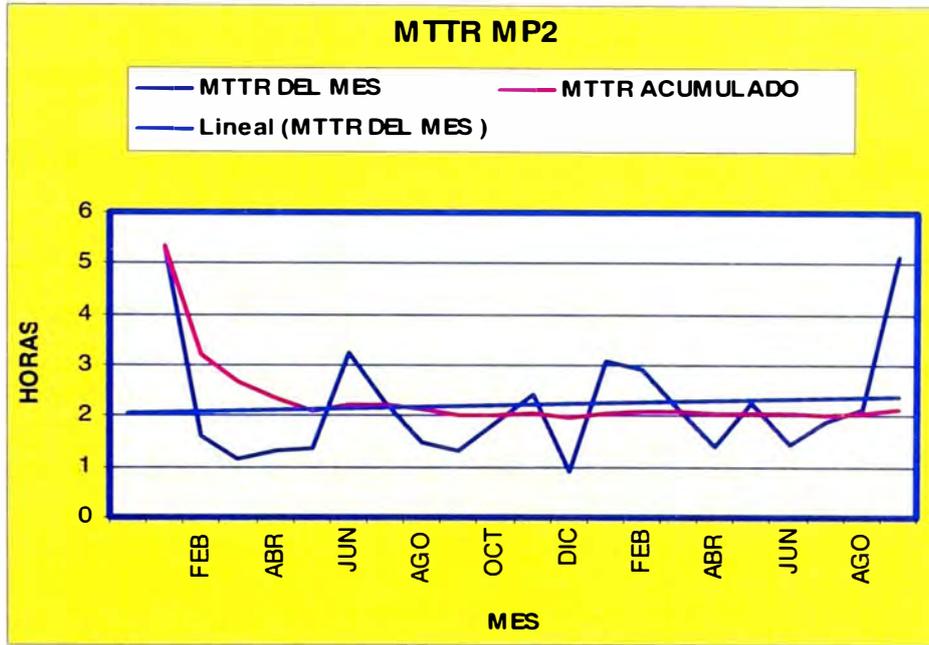


Grafico N° 10

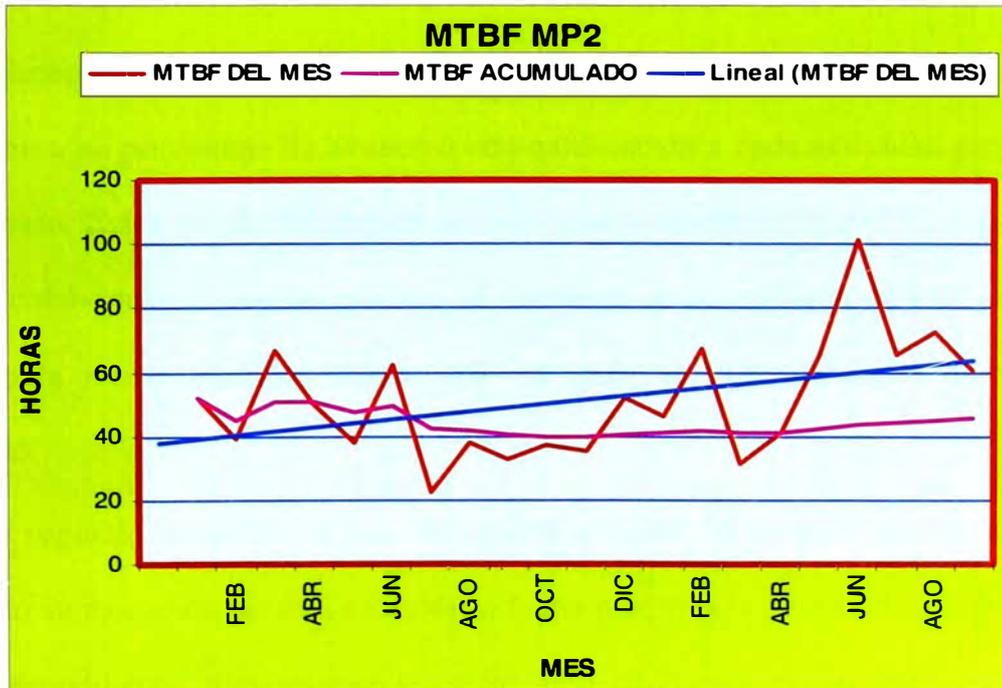


Grafico N° 11

6.5 Auditorias

Como indicamos anteriormente, la verificación de que cada Pilar este avanzando de acuerdo a lo planificado y a lo que pide el sistema TPM, se realiza mediante las auditorias.

Estas se realizan en formatos de check list, donde aparecen todas las actividades y objetivos planificados para el paso correspondiente del Pilar auditado. Los miembros del comité emitirán su nota por concertación o por promedio. Previamente se deben establecer la calificación o porcentaje de aprobación para dar por aprobado o aceptado el cumplimiento de una determinada actividad, generalmente es el 85 por ciento.

Normalmente se realizan tres niveles de auditoria. La primera es la que se realiza el propio pilar, por lo que también es llamada auto auditoria, como se indico el mismo personal del Pilar Mantenimiento Planeado, verifica con carácter critico, como se encuentra respecto a sus metas del Paso correspondiente, el Responsable del Pilar asignara un porcentaje de avance o una calificación a cada actividad propuesta, para ese paso. Estos resultados deben ser publicados en el mural del Pilar para que todos los colaboradores puedan conocer el resultado de su esfuerzo en este proyecto y sirve para tomar medidas correctivas en caso se registre algún avance no planificado.

El segundo nivel es el que lo realiza el Jefe de Área, mayormente esta planificado su ejecución un mes antes de la fecha planificada para la culminación del Paso correspondiente, mayormente si en las auto auditorias, no tenemos resultados favorables, estas inspecciones nos darán resultados similares.

Igualmente estos resultados deben ser publicados. Ya que el haber aprobado esta auditoria, prácticamente significa tener asegurado el ingreso al siguiente Paso.

Por ultimo, la Auditoria la realiza el personal directivo conjuntamente con el coordinador TPM, la fecha de esta auditoria es mayormente a pedido del mismo Pilar y debería ser la confirmación de la aprobación en el anterior nivel. La aprobación dada por este comité oficializa el ingreso del Pilar al siguiente Paso. Normalmente se organiza una pequeña y significativa celebración, acompañado de la impresión de pancartas con lemas alusivos a las metas alcanzadas, lo cual es una motivación adicional al personal propio y de los demás Pilares.

Presentamos un formato de auto auditoria del paso 1 para el Pilar Mantenimiento Planificado.

PASO 1

EVALUAR EL EQUIPO Y ENTENDER LA SITUACIÓN

Ref.	Actividad	Puntos a Auditar Principales	Puntaje Máximo	Score	Tarea	Responsable
1	Preparar Fichas Técnicas de Equipos	Fichas preparadas para cada equipo de la planta.	10	8	Culminar preparación de acuerdo a Plan.	JLP/RA/AA/JR
		Fichas incluyen historia de fallas.	5	0	Incluir y ordenar en Files.	JLP
		Fichas incluyen historia de reparaciones.	5	0	Incluir y ordenar en Files.	JLP
2	Evaluar equipos y seleccionar prioritarios	Los equipos estan seleccionados de acuerdo a criterios ligados a las necesidades del negocio.	5	5	OK	
		Los equipos han sido evaluados usando este criterio	5	5	OK	
		La selección de la priorización de equipos es apropiada	5	5	OK	
		Los equipos estan claramente identificados como prioritarios	5	0	Etiquetarlos, consultar a consultor.	JLP/JH
		Las fallas de equipos estan debidamente definidas	5	0	OK	
3	Definir y clasificar fallas	Las paradas menores estan debidamente definidas	5	0	OK	
		Las fallas de proceso estan debidamente definidas	5	0	Consultar a consultor.	JH
		Todos los tipos de fallas estan graficadas y reportadas.La frecuencia y severidad son conocidas	10	5	Preparar presentación de tipos de fallas, severidad y frecuencia.	RA/JLP
4	Entender las condiciones del nivel del Mantenimiento	Es conocido el MTBF	5	5	Presentación y entrega a personal, (también paso 1) .	JH
		Los costos de Mantenimiento son conocidos			Presentar	JLP
		Las categorias de gastos estan claras	5	5	Presentar	JLP
		Las lineas base y rates de reducción de fallas estan correctamente definidas	5	2	OK,Presentar	JH
		La linea base y metas para el MTBF estan correctamente definidas.	5	2	OK,Presentar	JH
5	Elección de Metas	Existen linea base y metas de reducción de pérdidas.			OK,Presentar	JH
		Existen linea base y metas de Mantenimiento Preventivo	5	2	OK,Presentar	JH
		Existe un Master Plan para el desarrollo paso a paso del Mantenimiento Planeado.	5	5	OK,Presentar y entregar a personal.	JH
		Se ha efectuado planes para alcanzar el paso 2	5	2	OK,Presentar y entregar a personal.	JH
		El Plan de Acción está ligado a las necesidades del negocio, existen responsables asignados.	5	5	OK,Presentar y entregar a personal.	JH
6	Preparar Plan de Acción	Los Teams estan siguiendo indicadores claves (MTBF,MTTR)	5	2	Presentar,evaluar y difundir cada semana.	JLP/RA/AA/JR/JH
		El Team entiende la data y que significa	5	2	Presentar,evaluar y difundir cada semana.	JLP/RA/AA/JR/JH
		El Team usa la data en sus decisiones diarias, convocando reuniones para prevenir fallas y eliminar defectos.	5	0	Presentar,evaluar y difundir cada semana.	JLP/RA/AA/JR/JH
		Lor recursos de Mantenimiento Planeado han comenzado a soportar los teams de Autónomo, para alcanzar pasos 1 y 2	5	5	OK Verificar status de Preguntas,Opls y Tarjetas Azules.	JLP/AA/JH
			5	5	OK Verificar status de Preguntas,Opls y Tarjetas Azules.	JLP/AA/JH
MAXIMO RATE			125	65		

AVANCE 52%

Cuadro N° 06 cuadro de auditoria paso 1.

6.6 Evaluación de los resultados

Si bien el primer paso del Pilar Mantenimiento Planificado, contempla actividades de planificación, levantamiento de datos y esquemmatización de las estadísticas, mas que temas de mejoras de rendimiento propiamente dicha, si se produjeron ahorros considerables sustentados mayormente por la acción del Sub pilar Cero fallas y el Pilar de la Mejora Enfocada, donde participaba en gran medida el personal de mantenimiento Planificado.

Así mismo contribuyo en esta s mejoras la concientizacion del personal en la focalización de las perdidas y la incidencia de su trabajo en ellas.

Si bien es cierto la inversión inicial es elevada, se esperan mayores ahorros aun para los pasos siguientes y paralelamente la disminución significativa de la inversión.

Como resultado de la aplicación de las técnicas del Paso 1 en los Pilares de Mejora Enfocada, Mantenimiento Autónomo, Mantenimiento Planificado y Calidad, se logro aumentar la disponibilidad de la planta desde 0.91 en promedio a 0.96, esto significa 5 por ciento de incremento de la disponibilidad.

Esto traducido a horas de operación seria.

Horas Calendario $30 \times 24 = 720$ horas por mes

Horas ganadas $720 \times 0.05 = 36$ horas ahorradas.

Considerando perdidas de 3,000.00 dólares la hora tenemos:

Ahorro mensual $3,000.00 = 108,000.00$ dólares por mes

Ahorro anual $108,000.00 \times 12 = 1'296,000.00$ dólares al año.

Considerando una inversión para el primer año por concepto de TPM de 1'250,000.00 Tenemos una ganancia de **46,000.00** dólares.

CONCLUSIONES

- Luego de un año desde el lanzamiento del programa TPM en la planta ya estamos en el paso II.

El ahorro hasta este punto es de 46,000.00 USD , sin embargo lo mas importante es que ya el personal en su totalidad cuenta con un sistema definido de implementación, gracias al aprendizaje de distintas herramientas técnicas y de gestión. Lo cual nos indica que tenemos un alto potencial para la mejora continua de nuestros procesos con la consiguiente optimización buscada.

En este informe he presentado todas las actividades y procedimientos que fueron necesarias para la implementación del paso I del TPM en el Pilar Mantenimiento Planificado.

- Si bien es cierto en el primer año tenemos un ahorro de solo 46,000.00 dólares, se espera incrementar largamente este monto en el segundo año de implementación, con el ingreso de las técnicas de aumento de la eficiencia de equipos del Pilar Mantenimiento Planificado y conclusión de trabajos del Pilar Mejora Orientada, acompañado de una disminución en las necesidades de inversión.
- El sistema TPM esta sustentado en dos grandes principios, Recopilación detallada de datos relacionados con todo tipo de perdida en la planta y en la aplicación de las herramientas de mejora continúa sobre el análisis y priorizacion de las perdidas.

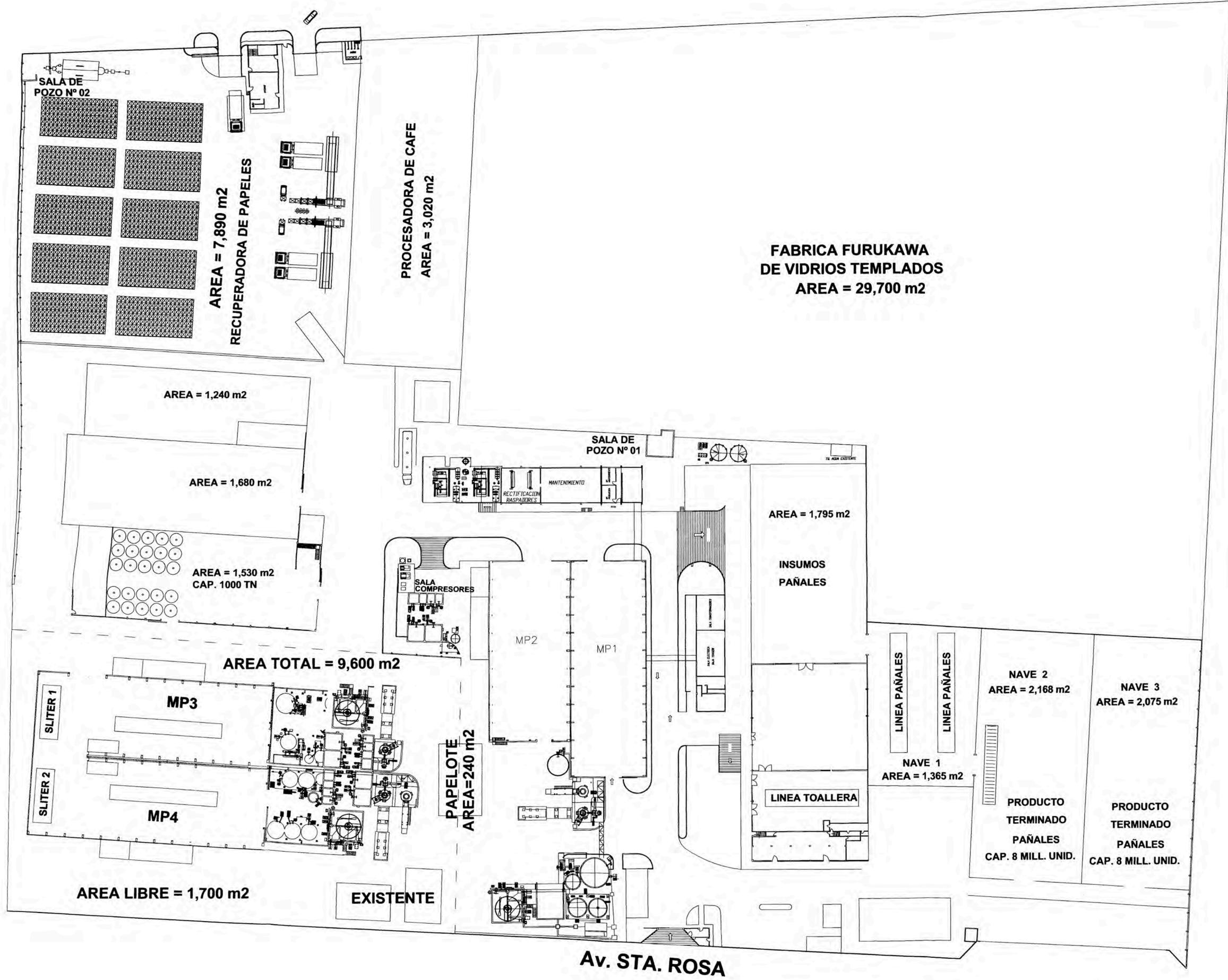
- Los manuales y guías del TPM , son siempre referenciales, no existe una receta única para todas las plantas del mundo lo que si es probado que el sistema TPM a funcionado e distintas zonas del planeta, por lo tanto, hay que adecuar la metodología a las características particulares de nuestra Empresa, así como a la cultura de nuestro país.
- El sistema TPM es perfectamente compatible con otras herramientas de gestión, como, RCM, ISO 9000, PMI, Manufactura Esbelta, entre otros, de hecho hay plantas que vienen aplicando combinaciones de estas con muy buenos resultados, adecuándose siempre a sus necesidades y características propias.

BIBLIOGRAFIA

- **TPM en la industria de proceso** **Tokutaro Suzuki**
- **Mantenimiento Productivo Total** **Nakajima**
- **Gerencia de Mantenimiento** **Perez J.**
- **Mantenimiento Total de la Producción (TPM)** **Rey Sacristán**

ANEXOS

PASAJE SAN CARLOS



**FABRICA FURUKAWA
DE VIDRIOS TEMPLADOS
AREA = 29,700 m²**

**AREA = 7,890 m²
RECUPERADORA DE PAPELES**

**PROCESADORA DE CAFE
AREA = 3,020 m²**

AREA = 1,240 m²

AREA = 1,680 m²

AREA = 1,530 m²
CAP. 1000 TN

AREA TOTAL = 9,600 m²

**PAPELOTE
AREA=240 m²**

AREA = 1,795 m²

**INSUMOS
PAÑALES**

**NAVE 2
AREA = 2,168 m²**

**NAVE 3
AREA = 2,075 m²**

**NAVE 1
AREA = 1,365 m²**

**PRODUCTO
TERMINADO
PAÑALES
CAP. 8 MILL. UNID.**

**PRODUCTO
TERMINADO
PAÑALES
CAP. 8 MILL. UNID.**

AREA LIBRE = 1,700 m²

EXISTENTE

Av. STA. ROSA

**PROTISA PERU
LOCAL SANTA ROSA
AREA TOTAL
52,092 m²**

ESTADO ACTUAL	▬▬▬
INVERSIONES 2006	▬▬▬
INVERSIONES FUTURAS	▬▬▬

