

APLICACIÓN DE PRINCIPIOS DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL  
(TPM) EN ROTOPLAST S.A.

ANA MARÍA HERNANDEZ MENESES  
GUSTAVO ALONSO OSSA RODRIGUEZ

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO  
FACULTAD DE PRODUCCIÓN  
INGENIERÍA INDUSTRIAL  
MEDELLÍN  
2013

APLICACIÓN DE PRINCIPIOS DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL  
(TPM) EN ROTOPLAST S.A

ANA MARÍA HERNANDEZ MENESES  
GUSTAVO ALONSO OSSA RODRIGUEZ

Proyecto de Grado para optar al título de Ingeniero Industrial

ASESOR  
JUAN ALBERTO MACÍA GÓMEZ

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO  
FACULTAD DE PRODUCCIÓN  
INGENIERÍA INDUSTRIAL  
MEDELLÍN  
2013

## **DEDICATORIA**

Este trabajo se lo dedico Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban.

A mis padres por confiar en mí y mostrarme siempre que el éxito es un camino que se construye paso a paso para que sea más meritorio. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

A mi esposo e hijo por su paciencia, comprensión, apoyo, consejos, amor, y ayuda en los momentos difíciles.

Ana María Hernández M.

## **DEDICATORIA**

A mi amada esposa Yolanda, a tu paciencia y comprensión, porque preferiste sacrificar tu tiempo para que yo pudiera lograr esta meta, por tu bondad y amor que me inspiran a ser cada día mejor, por estar siempre a mí lado brindándome tú apoyo incondicional.

A mis hijos Juan Pablo y Andrés José, porque ustedes son mi motivación, mi inspiración y mi felicidad.

Gustavo Alonso Ossa Rodríguez

## **AGRADECIMIENTOS**

Queremos agradecer en a las personas que directa o indirectamente nos colaboraron con la elaboración y estructuración de este trabajo, dándonos ánimo, acompañándonos y apoyándonos.

Agradecemos al Ingeniero Mecánico Jhon Camilo González, Director de Mantenimiento de la empresa Rotoplast S.A.

Al señor Jhon Jaime Ossa R. Administrador de empresas con especialización en Gerencia, director de TPM de la empresa Electroporcelana Gamma.

A la empresa Rotoplast S.A, por permitirnos realizar este trabajo en sus instalaciones y brindarnos la información necesaria para el desarrollo del mismo.

Al profesor y asesor de proyecto Juan Alberto Macía por su ayuda y apoyo, además porque sus correcciones fueron claves en la elaboración del mismo.

## TABLA DE CONTENIDO

	Pag.
<b>RESUMEN</b>	<b>10</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>11</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>13</b>
<b>1. RESEÑA DE LA EMPRESA</b>	<b>15</b>
<b>2. EL PROBLEMA</b>	<b>22</b>
2.1 Contextualización	22
2.2 Planteamiento	23
2.3 Descripción	24
2.4 Formulación	25
2.5 Alcance	25
2.6 Justificación	25
2.7 Objetivos	27
<b>3 MANTENIMIENTO INDUSTRIAL</b>	<b>28</b>
3.1. Historia del mantenimiento	28
3.2 Tipos y modelos de mantenimiento	32
<b>4. TPM (MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL)</b>	<b>34</b>
4.1 Historia de TPM	35
<b>5. LOS 8 PILARES DEL TPM</b>	<b>38</b>
5.1 Pilar 1: Mejoras Enfocadas (Kaizen)	39
5.2 Pilar 2: Mantenimiento Autónomo (Jishu Hozen)	40
5.3 Pilar 3: Mantenimiento Progresivo o Planificado (Keikaku Hozen)	42
5.4 Pilar 4: Educación y Formación	43
5.5 Pilar 5: Mantenimiento Temprano	43
5.6 Pilar 6: Mantenimiento de Calidad (Hinshitsu Hozen)	43
5.7 Pilar 7: Mantenimiento en Áreas Administrativas	44
5.8 Pilar 8: Gestión de Seguridad, Salud y Medio Ambiente	45
<b>6. LA IMPORTANCIA DE 5'S EN LA APLICACIÓN DEL TPM</b>	

6.1 Seiri (Organizar / Clasificar)	48
6.2 Seiton (Ordenar)	49
6.3 Seiso (Limpiar)	50
6.4 Seiketsu (Estandarizar)	51
6.5 Shitsuke (Disciplina)	51
<b>7. EL TPM Y EL RECURSO HUMANO</b>	<b>54</b>
7.1 Resistencia al cambio	54
7.2 Motivación y calidad de vida	59
7.3 Como involucrar a los empleados	60
7.4 Importancia del Recurso Humano en el TPM	61
7.5 Creacion del ambiente para TPM	62
7.6 Elementos para la práctica del tpm en una organización	64
7.7 Comunicacion en el TPM	66
7.8 Los roles para la implementacion del TPM	67
7.9 Metodologias para la implementacion del TPM	67
7.10 Entrenamiento en Mantenimiento Autónomo y Preventivo	73
7.11 Lecciones de un Punto (LUP´s)	73
7.12 Liderazgo fuerte de la supervisión	75
<b>8. TPM EN ROTOPLAST</b>	<b>77</b>
8.1 Rotomoldeadora Schutler (Mpr09)	77
8.2 Mantenimiento actual de la maquina MPR09	79
8.3. Implementar TPM para la máquina MPR09	81
<b>9. FORMATOS PROPUESTOS</b>	<b>92</b>
9.1 Formato Gráfico de pérdidas	93
9.2 Formato Lección de un punto	93
9.3 Tarjetas de control	93
9.4 Plan de cierre de tarjetas	93
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>95</b>
<b>Anexo A</b>	<b>96</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>97</b>

## TABLAS

Tabla 1. Resultados pregunta 1.....	84
Tabla 2. Resultados pregunta 2.....	84
Tabla 3. Resultados pregunta 3.....	85
Tabla 4. Resultados pregunta 3.....	86
Tabla 5. Etapas de implementación.....	90



## GRAFICAS

Ilustración 1. INDICADORES OEE Ó EDGE.....	81
Ilustración 2.Desarrollo de Seiri.....	82
Ilustración 3. Desarrollo de Seiton.....	83
Ilustración 4. Desarrollo de Seiso.....	83
Ilustración 5. Grafico pregunta 1.....	84
Ilustración 6. Grafico pregunta 2.....	85
Ilustración 7. Grafico pregunta 3.....	85
Ilustración 8. Grafico pregunta 4.....	86
Ilustración 9. Necesidad del TPM.....	87
Ilustración 10. Capacidad de la empresa para implementar TPM.....	88
Ilustración 11. Secuencia de actividades para implementar TPM.....	89
Ilustración 12. Pirámide de seguridad.....	94

## **SIGLAS Y ABREVIATURAS**

TPM: "Total Productive Maintenance"; Mantenimiento Productivo Total.

TQM: "Total Quality Management"; Gestion de la Calidad Total.

RCM: "Reliability Centred Maintenance"; Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.

OPL's ó LUP's: "One Point Lesson"; Lecciones de un Punto.

JIPM: Instituto Japonés de Mantenimiento de la Planta.

OEE: "Overall Equipment Effectiveness"; o Eficiencia General de los Equipos (EGE).

## **RESUMEN**

El desarrollo de este trabajo da una breve idea del objetivo que se tiene sobre la implementación del TPM en la empresa ROTOPLAST S.A que desarrolla productos plásticos para el sector industrial.

Por medio de un programa piloto de TPM en una de las máquinas de la compañía, en este caso la MPR09, se busca aumentar los niveles de productividad, disminuir los niveles de accidentalidad y eliminar el porcentaje con el que se cuenta actualmente de producto no conforme.

Se describen conceptos importantes y claves para la implementación de TPM, además su historia, objetivos, y conceptos. Se hace énfasis en la importancia de la inclusión del personal para el desarrollo del proyecto, cambios en maquinaria y procesos contribuyendo a mejorar los indicadores de gestión de la MPR09.

Se muestra a la empresa que con un buen sistema de mantenimiento controlado, los beneficios alcanzados no solo son productivos sino que también impactan la calidad de personal que se puede formar por medio de las capacitaciones y los proyectos secundarios (delegación de responsabilidades para el mantenimiento Autónomo, comparación competitiva, documentación de los procesos para su mejoramiento y optimización) que este nos trae.

## GLOSARIO

**Rotomoldeo:** El Rotomoldeo es un modo de fabricación con muchas posibilidades, resistente y maleable. Consiste en un proceso de transformación del material plástico en el que no existe presión. El material es introducido en la cavidad de molde en forma de polvo. Una vez cerrado, el molde se introduce en un horno. La transmisión térmica a través de las paredes provoca la fusión y la adhesión del material. Después de su enfriamiento, se procede a sacarlo del molde. El resultado es un material compacto con una superficie homogénea.

**Biodigestor:** Un digestor de desechos orgánicos o biodigestor es, en su forma más simple, un contenedor cerrado, hermético e impermeable (llamado reactor), dentro del cual se deposita el material orgánico a fermentar (excrementos de animales y humanos, desechos vegetales; no se incluyen cítricos ya que acidifican) en determinada dilución de agua para que a través de la fermentación anaerobia se produzca gas metano y fertilizantes orgánicos ricos en nitrógeno, fósforo y potasio, y además, se disminuya el potencial contaminante de los excrementos.

**Manhole:** Pieza plástica fabricada en polietileno, compuesta por varios elementos y diseñada para ser instalada en calles y vías cubiertas con piso o pavimento, cuenta con una perforación que permite el ingreso de una persona a su interior . Su uso está fundamentado en la acción de inspeccionar aguas residuales.

**Avería:** Paro repentino de la máquina que requiere de la intervención de un técnico y exige cambio o reparación de uno de sus componentes.

**Espárragos:** Son tornillos sin cabeza que van roscados en sus dos extremos con diferente longitud rocada, entre los cuales, hay una porción de vástago sin roscar. El extremo roscado corto permanece atornillado en la pieza que se considera fija, mientras que en el otro extremo se atornilla la tuerca que proporciona la unión. Se emplean principalmente para asegurar piezas acopladas, que no deban desplazarse longitudinalmente ni girar.

**Ebitda:** Se refiere a las ganancias antes de intereses, impuestos, depreciaciones y amortizaciones. Es un indicador del desempeño financiero de una organización.

**Zona de confort:** Es aquella zona en la que nos encontramos seguros, en la que controlamos, nada se nos escapa y que conocemos de principio a fin. Es una zona donde lo tenemos todo aprendido y que sentimos que hemos conquistado.

**Curva de aprendizaje:** Una curva de aprendizaje, no es más que una línea que muestra la relación existente entre el tiempo (o costo) de producción por unidad y el número de unidades de producción consecutivas. También pueden tomarse en consideración la cantidad de fallas o errores, o bien el número de accidentes en función del número de unidades producidas. La curva de aprendizaje es, literalmente, un registro gráfico de las mejoras que se producen en los costes a medida que los productores ganan experiencia y aumenta el número total de automóviles, aparatos de televisión, aparatos de vídeo o aviones que sus fábricas y líneas de montaje producen.

**Resistencia Lógica:** Esta se origina del tiempo y el esfuerzo normal que se requiere para ajustarse al cambio, incluyendo las nuevas labores a aprender para el desarrollo del cambio.

**Resistencia Sicológica:** Se refiere a los intereses y a las emociones individuales de los empleados, temor a lo desconocido, desconfianza en el liderazgo de la gerencia o percepción de seguridad amenazada.

**Resistencia Sociológica:** Se expresa en términos y valores a nivel grupal.

**Dirección por Políticas:** es un sistema en donde se despliegan objetivos y formulación de acciones para lograr las metas. Este proceso implícitamente involucra al empleado en la fijación de objetivos y metas

**Competencia:** Es el talento necesario para tener éxito en determinados puestos de trabajo.

**Tablero de gestión visual:** Elemento empleado para consignar allí la información relevante que resulta como conclusión de las reuniones o sesiones planeadas.

**Tecnología compartida:** es un concepto que permite a grupos que no compiten con las plantas compartir sus conocimientos y experiencias en TPM.

**Lección de un Punto:** Es una herramienta fundamental en la aplicación del Mantenimiento Productivo Total, se aplica mediante un documento gráfico para asegurar el conocimiento en el proceso de implementación tanto industrial como de formación del puesto de trabajo por parte de los trabajadores; una LUP involucra casos de mejora y casos de problemas a manera de retroalimentación y así mismo fomenta las habilidades del trabajo en equipo.

## INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se sustenta una propuesta concreta para mejorar el desempeño de las empresas del sector manufacturero, que en este caso se ha aplicado a la empresa ROTOPLAST S.A para probar que los planteamientos teóricos funcionan si la metodología se aplica de manera ordenada y sistemática.

La implementación de la metodología TPM para la mejora de la competitividad en las empresas del sector manufacturero no tiene ningún milagro asociado; de ninguna manera es cuestión del azar, ni mucho menos una apuesta para mirar que pasa; es producto de un trabajo realizado y aplicado en miles de empresas a nivel mundial que han generado resultados sorprendentes en el tiempo; pero también se debe tener claro que esta metodología requiere de capacidad para esperar, para poder ir consolidando el trabajo y poder observar un proceso firme, concatenado eslabón por eslabón de la cadena productiva y sólido por la participación de cada miembro de la organización.

Como se anotaba anteriormente TPM no es un milagro que en una empresa funciona y en la otra no, la metodología como tal hay que entenderla como un cambio cultural que hay que ir incorporando paso a paso en cada una de la personas que integran la organización; y precisamente esto es lo que permite asegurar que la metodología es aplicable en cualquier organización: pero a la vez la hace lenta porque se hace necesario avanzar a la velocidad del más lento.

En esta inmersión que se ha realizado en ROTOPLAST S.A se ha podido encontrar una serie de pérdidas en el proceso de las cuales no se era consciente y por lo tanto es bastante difícil atacar una pérdida que hasta el momento no es significativa para la organización, pero que desafortunadamente son más del 90% del total de pérdidas de la organización.

Se hace necesario entonces una reflexión profunda y gran conciencia para entender que la única forma de sobrevivir a los actuales niveles de competencia es eliminando cada una de las pérdidas que necesariamente hacen que un producto sea más costoso y en muchos casos arrasa con la utilidad del negocio, llevándolo a ser, en muchas oportunidades, inviable

Entender que cada minuto perdido, cada gramo de materia prima, cada accidente, cada incidente ocurrido, cada paro, cada avería, los defectos de calidad, los reprocesos, los exagerados tiempos invertidos para cambio de modelo o referencia; los defectos de las máquinas, las pérdidas de velocidad de los equipos; los tiempos de preparación afectan el EBITDA de la organización y pone en riesgo su estabilidad futura.

Ahora bien, el secreto de la metodología radica en la capacidad de la organización para lograr el compromiso de cada miembro para trabajar y participar

sin limitaciones en este cambio cultural, donde el operador de la máquina se sienta protagonista del proceso, que se sienta dueño de su proceso y sea capaz de trabajar en el mejoramiento real de su máquina, que sea capaz de sentir el orgullo por los resultados que deben ser administrados y gestionados por él mismo.

Este proceso no solo genera beneficios para la organización, genera además un orgullo inmedible entre sus colaboradores, fortalece el trabajo en equipo y modifica por completo la cultura organizacional a la vez que convierte a la empresa en un lugar agradable y seguro para trabajar.

Empresas que han tenido la fortuna de implementar la metodología dan cuenta del cambio en su clima laboral por el solo hecho de haber delegado esta responsabilidad en sus colaboradores en todos los niveles.

Gestionar indicadores de seguridad, productividad, calidad, entregas, costos, medio ambiente y clima laboral es interesante para cada organización, pero se convierte en un reto más interesante si podemos entender que TPM debe ser la base para cualquier proceso de mejoramiento continuo que se quiera implementar.

## 1. RESEÑA DE LA EMPRESA

ROTOPLAST S.A. es una empresa Colombiana fundada en 1987 con el objetivo de producir básicamente productos para la minería, concretamente piezas plásticas para el ensamble de minidragas utilizadas en la extracción de oro de los ríos. Hasta el año 1991 la empresa estuvo dedicada exclusivamente a esta línea, ya que la demanda era tan alta que la planta trabajaba las 24 horas del día en la producción de flotadores, granadas, tanques de aire para buceo y casillas para las dragas. Adicionalmente se montó una sección de confección dedicada a la fabricación de trajes de buceo para minería fabricados con neopreno. A partir de 1991 la demanda de las dragas se fue reduciendo debido a la situación de orden público del país, especialmente en las zonas mineras. Fue así como se tomó la decisión de diversificar la línea de producción siendo Rotoplast pionera en el país en la fabricación de productos plásticos por el proceso de rotomoldeo como tanques para almacenamiento de líquidos, materos decorativos y canecas para la industria textil.

ROTOPLAST S.A esta ubicada en el municipio de Itagüí, al sur del Valle de Aburrá antioqueño.

El Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) para el diseño, la producción y la comercialización de productos plásticos fabricados por el proceso de rotomoldeo está certificado por el ICONTEC bajo la norma ISO 9001 versión 2008.

Se cuenta con unas instalaciones productivas de 5.000 m<sup>2</sup>; 8 máquinas de rotomoldeo: un grupo de ingenieros dedicado a la producción, mejora y diseño de productos; un equipo de 20 Asesores Comerciales atendiendo el mercado institucional y de distribuidores; y una planta de personal de apoyo conformada por más de 100 colaboradores para ofrecer un excelente servicio.

El portafolio de productos está clasificado en 10 diferentes líneas:

1. Línea de tanques para almacenamiento de agua: Tanques cónicos arrumables desde 150 hasta 10.000 litros de capacidad.
2. Línea industrial: Tanques cilíndricos verticales y horizontales desde 2.000 hasta 50.000 litros para almacenamiento de agua y productos químicos; cajones y canecas industriales; barandas para camas hospitalarias; camillas de rescate; flotadores para muelles y planchones; contenedores



anti-derrame para estaciones de gasolina queseras, que son recipientes para la formación de quesos duros.

3. Línea ecológica: Sistemas sépticos cónicos, esféricos y cilíndricos para tratamiento de aguas residuales domésticas desde 500 hasta 50.000 litros; biodigestores para obtención de abono y gas a partir del estiércol; biocomposteras para el tratamiento de las basuras orgánicas; manholes (pieza plástica diseñada para la inspección de aguas residuales) y cajas de inspección para alcantarillados, etc.
4. Línea Cafetera: Sistemas para tratamiento de las aguas mieles del café (SMTA), tolvas desnatadoras, tanque-tinas para el beneficio del café, tolvas secas, tolvas húmedas.
5. Línea Agropecuaria: Bebederos para ganado desde 250 hasta 2.000 litros, saladeros tradicionales, saladeros inteligentes, comederos, perreras, bebederos para caballos.
6. Línea de Aseo: Contenedores basureros, vagones, canecas para poste, canecas basureras en diferentes tamaños, puntos ecológicos, etc.
7. Línea de Señalización Vial: Barreras viales, señalizadores tubulares, vigías, bolardos, etc.
8. Línea Decorativa: Materos de diferentes estilos y colores; columnas.
9. Línea Recreativa: Partes para parques infantiles, kayaks, bicicletas acuáticas, triciclos acuáticos.
10. Línea de muebles: Pupitres y muebles decorativos en general.

Este amplio portafolio de productos está soportado por la más alta tecnología de rotomoldeo y por un equipo humano profesional en las diferentes áreas que día a día trabaja incansablemente en búsqueda de un continuo mejoramiento en productividad, calidad y servicio enfocado hacia un solo objetivo: el cliente. Se cuenta con una red de distribución a nivel nacional a través de asesores Comerciales, Representantes y distribuidores en las diferentes zonas del país.

La empresa está comprometida a trabajar con polietileno 100 % virgen, por esta razón solo se utiliza el material de desecho generado por ella misma, sin ninguna otra mezcla.

La principal competencia de ROTOPLAST S.A. en Colombia está representada por las siguientes empresas:

- Colempaques.
- Eternit.

- Colombit.
- Ajoever.

Los principales clientes de Rotoplast en Colombia son los principales gremios agropecuarios del país, diferentes ONG, los grandes empresarios ferreteros que cuentan con sus canales propios de distribución, entre otros.

Los principales proveedores de Rotoplast son:

- Polímeros Mexicanos.
- Polímeros Nacionales.
- Metálicas Leguz.

La empresa tiene como lema “**Rotoplast, una empresa comprometida con el medio ambiente**”, por tal razón se ha preocupado por dos aspectos generales, diseñar y fabricar productos que contribuyan a la protección del medio ambiente (sistemas sépticos, contenedores para basura, tanques de almacenamiento entre otros), además a generar procesos limpios, es decir procesos industriales que no generan contaminación ambiental.

ROTOPLAST S.A. hace parte de un grupo empresarial conformado por empresas como Euroceramica, Senco, Rolformados, Metálicas Leguz, Correcamiones, Intercalco, entre otras.

En la actualidad está gerenciada por el Ing. Gustavo Zapata Cardona, el subgerente es el Ing. Francisco Zapata Villegas. Esta organizada en cinco gerencias de apoyo: Financiera, Administrativa, Comercial, Sistemas y Técnica, De cada una de estas gerencias se deriva un equipo de profesionales para liderar los respectivos procesos de cada gestión.

La gestión de producción, que es el área donde se desarrollará este proyecto, depende directamente de la Gerencia Técnica.

Rotoplast cuenta con tres tipos de máquinas rotomoldeadoras diferentes a saber:

1. Rotomoldeadoras tipo carrusel o de Turred (Actualmente se poseen 3 equipos identificados como MPR01, MPR05 y MPR11)



2. Rotomoldeadoras de flama abierta (Actualmente se poseen 4 equipos identificados como MPR04, MPR07, MPR08, MPR10)





3. Rotomoldeadora tipo Shuttle (Actualmente se posee 1 equipo identificado como MPR09)



El proceso de rotomoldeo se describe a continuación:

El proceso inicia en el momento en que ingresa el polietileno virgen a la planta de producción. El material debe pasar por la maquina Pulverizadora (MPP01 ó MPP02) que son las encargadas de pulverizar el polietileno. Luego debe pasar a la maquina mezcladora (MPRM) donde se pigmenta el material de acuerdo a unas formulas ya establecidas. Esta mezcla se realiza de acuerdo a las necesidades de producción. Mientras se realiza el proceso de mezcla otros operarios se encargan de montar los moldes en las máquinas asignadas El material pulverizado y mezclado será cargado en los moldes. La cantidad de material cargado depende del volumen del molde, la forma y el espesor requerido de la pieza. El paso siguiente es el quemado y el rotomoldeo: se somete el polímero a altas temperaturas (350° C), y a giros en los ejes mayor y menor simultáneamente. El material se funde y se adhiere a las paredes del molde tomando la forma interna de este Después del proceso de quemado el molde pasa a la zona de enfriamiento de la maquina donde es sometido a unas descargas de aire, agua y aire para ser enfriado. Posteriormente el molde pasa a la zona de descargue y cargue para ser retirado del molde; la pieza plástica pasa a la zona de terminación para darle el tratamiento correspondiente.

Posteriormente el producto es validado y registrado para ser ubicado en la zona de ensamble o en la zona de traslado según sea el caso y finalmente se estampa (se coloca el nombre de la empresa Rotoplast S.A y de los sellos de certificación con los que cuenta el proceso o producto, o el rotulo deseado por el cliente). El producto para ser enviado a la bodega de producto terminado.

Como se puede observar se trabaja por procesos y estos deben conservar un orden establecido.

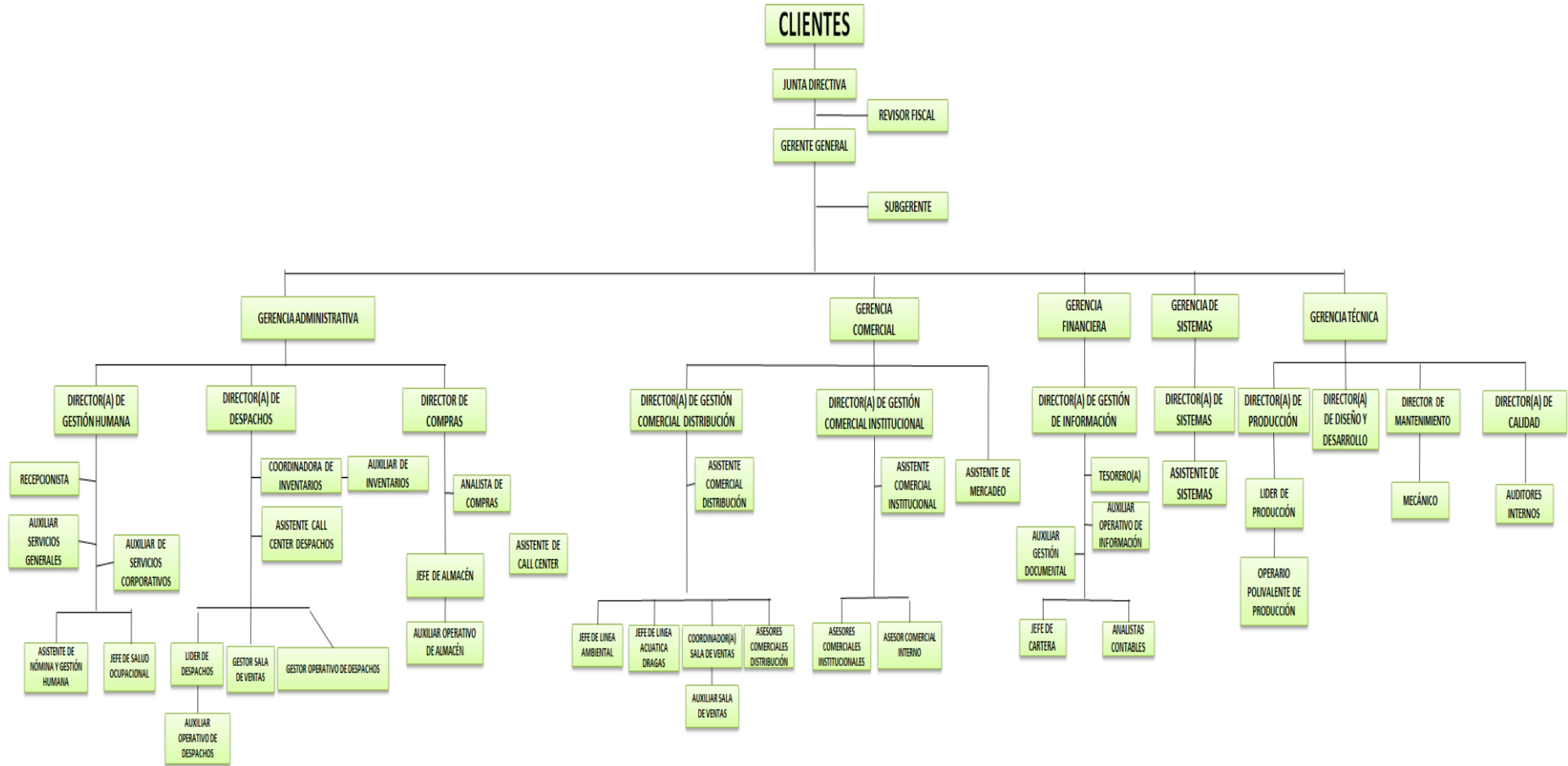
### **1.1 Misión**

“En ROTOPLAST S.A., ofrecemos soluciones integrales e innovadoras con productos plásticos fabricados por el proceso de rotomoldeo para satisfacer las necesidades y requerimientos del mercado”.

### **1.2 Visión**

“En el año 2015 ROTOPLAST S.A. será reconocida como la marca líder en la elaboración de productos plásticos por el procesos de rotomoldeo en el mercado Colombiano, con unidades estratégicas de negocio claramente diferenciadas”

### 1.3 ORGANIGRAMA



## 2. EL PROBLEMA

### 2.1 CONTEXTUALIZACIÓN

ROTOPLAST S.A. es una empresa dedicada a la manufactura de productos plásticos por el proceso de rotomoldeo. El presente trabajo se desarrollará en el área de producción, se tomará una máquina como prueba piloto, la máquina denominada MPR09 (Máquina de producción rotomoldeadora número nueve).

La máquina MPR09, es una máquina rotomoldeadora de origen brasileño, fabricada por la empresa Rotomec, tiene una capacidad de producción calculada de 100 toneladas mensuales, está compuesta básicamente por las siguientes partes: Cámara de moldeo u horno, base de traslación de los carros, carros, brazos porta moldes (pueden ser de escuadra o rectos y son intercambiables), área de moldes, equipos eléctricos y electrónicos de mando y control.

Algunas de las características técnicas son las siguientes:

Modelo: MOD SH4000

Matrícula: NR R1064.07

Año de fabricación: 2007

Número de brazos rectos: 2

Número de brazos de escuadra: 1

Diámetro esférico: 4000 mm

Diámetro máximo plato (brazo recto): 3500 mm

Diámetro máximo plato (brazo escuadra): 3000 mm

Peso máximo soportable por brazo recto: 1700 kilos

Peso máximo soportable por brazo escuadra: 1300 kilos

Relación rotaciones / revoluciones: variable

Calentamiento: Gas natural

Temperatura máxima de trabajo permitida: 370 grados centígrados

Temperatura de alarma: 400 grados centígrados

Dimensiones de la máquina: 6130 x 16730 x 4555 mm

Peso de la máquina: 17000 kilos

## **2.2 Planteamiento Problema:**

Debido a las fallas que se presentan en la máquina MPR09 no se han podido cumplir los objetivos estratégicos propuestos para el periodo 2013.

Al analizar con detalle la situación particular se pudo observar que en la MPR 09:

- Se observa que se tienen paros mayores y paros menores que no se cuantifican y no se establecen planes de acción para eliminarlos.
- Se evidencia la presencia de averías recurrentes y averías de las que no se conoce la causa raíz de las mismas como lo es el reviente de espárragos (tornillos que amarran la araña a los brazos).
- También se observa que se invierten altos tiempos en los cambios de referencia, lo cual conduce a una productividad baja y se afectan significativamente los costos de producción
- De otro lado se observa que la empresa incurre en costos por producto no conforme, (el costo de cada kilo de producto no conforme se aproxima a \$ 1500).
- Un problema adicional y al que no se ha dado la debida importancia es el nivel de cumplimiento a los clientes.



### **2.3 Descripción del problema**

En la actualidad la empresa no cuenta con un sistema, una metodología o cualquier otra herramienta para tratar y profundizar en los problemas que se presentan en el proceso productivo.

Al realizar un análisis teórico de los beneficios esperados del negocio contra la realidad (Presupuesto Proyectado Vs. Presupuesto Ejecutado) se observa que hay diferencias sustanciales y que pocas veces es posible encontrar las causas de tales diferencias y esto es cada vez más grave ya que el negocio viene reportando saldos en rojo. Lo que es cierto es que las pérdidas se están generando en el proceso; esto se puede identificar gracias a los indicadores de gestión que se manejan en la empresa para el control de costos de material, compras, ventas y producción.

Se ha encontrado que en la máquina MPR 09 se evidencian serios problemas de seguridad, calidad, productividad y otras pérdidas que hacen que la disponibilidad de la maquina se vea afectada.

Es necesario intervenir cada una de estas pérdidas para verificar cómo se comportan los costos y la eficiencia del proceso.

Síntomas: Uno de los síntomas es la baja capacidad de respuesta de la planta frente a los cambios de la demanda, los esfuerzos que se requieren para poder cumplir, los altos costos de calidad y el tiempo de ciclo entre el pedido y la entrega del producto en el lugar pactado.

Causas: Una de las causas más visibles es que la organización no ha trabajado la polifuncionalidad de las máquinas y de las personas, no ha sido consciente de las grandes pérdidas del proceso y no tiene el 100% de los procesos asegurados.

Efectos: Algunos efectos se manifiestan en reprocesos innecesarios, en el bajo nivel de cumplimiento de los compromisos, en el nivel de EBITDA de la compañía y el flujo de caja y en la baja confianza de los clientes.

Necesidades y deseos a resolver: La primera necesidad a resolver tiene que ver con ser capaz de diagnosticar el estado de los equipos y poderle hacer las restauraciones necesarias para llevarlos a condiciones básicas, además poder implementar un plan de mantenimiento autónomo que garantice el estado de las

máquinas, además trabajar la eliminación de las condiciones inseguras y de los actos inseguros, manejo de los residuos generados por la empresa y optimización de los recursos naturales presentes en el proceso.

Buscar carencia o ausencia de cosas que apuntan a la necesidad a resolver; Se debe revisar la implementación de estándares para validar la confiabilidad de las máquinas, la implementación de variables críticas del proceso, y las acciones preventivas y correctivas, revisar el nivel de trabajo en equipo del personal de la empresa y la presencias de paros y averías en el proceso

## **2.4 Formulación del problema**

¿Cómo implementar la metodología de Mantenimiento Productivo Total (TPM), en la maquina MPR09 para lograr minimizar los problemas de seguridad, calidad y costos de la producción en ROTOPLAST S.A.?

## **2.5 Alcance**

Este proyecto se desarrollará en el departamento de Antioquia, municipio de Itagüí, en la planta de producción de la empresa ROTOPLAST S.A. ubicada en la carrera 42 # 50 – 195, específicamente en la máquina denominada MPR09 y se limitará a la fase de documentación necesaria para implementar en ella TPM.

## **2.6 Justificación**

Si bien es cierto que en la actualidad las organizaciones cuentan con un sinnúmero de herramientas para aplicar el mejoramiento continuo, también es cierto que estos mecanismos no funcionan por que no hacen parte natural de la cultura de la organización.

Tradicionalmente el mejoramiento continuo opera desde la Dirección que imparte instrucciones para que las demás personas ejecuten. Se crean sistemas de incentivo y diversas formas de motivación que van desapareciendo paulatinamente debido a la dificultad de la administración de estos sistemas o debido a la desmotivación del personal que no encuentra ningún aliento para aportar al mejoramiento de la organización.

Por lo expuesto anteriormente es necesario revisar diferentes metodologías de mejoramiento que realmente apunten al fortalecimiento de las organizaciones.

La metodología del TPM (Mantenimiento Productivo Total) pretende incorporar al personal en el proceso de implementación, para ser adoptado como una cultura organizacional y no como un programa de mantenimiento ejecutado a la fuerza.

Ser capaz de permear la fibra humana, convencerse que el camino es asumir el TPM como una responsabilidad propia. Entender que la gente que trabaja en ROTOPLAST tiene el potencial y la capacidad para asumir responsabilidades frente a la productividad, calidad, pérdidas, y mantenibilidad de las máquinas, que el personal comprenda que ellos son el mayor capital y convencerlos de que ellos pueden hacer mucho más; no solo genera una posibilidad de tener una organización cada vez más competitiva, sino que se puede lograr que la gente se sienta mucho más importante en la organización y eso imprima cada día más energía para lograr mejores resultados.

TPM no solo promueve la optimización de los recursos de la compañía, también alarga la vida útil de las máquinas y genera un mejor trabajo en equipo logrando impactar significativamente los costos de producción, situación en la que se pueden alcanzar reducciones.

Una adecuada implementación de la metodología debe permitir lograr una reducción significativa de la accidentalidad, de las averías y de los reclamos de los clientes, con lo cual podemos aproximarnos a tener una organización de categoría mundial.

La implementación debe permitir en el largo plazo un mejoramiento significativo de la eficiencia global de la planta, con lo cual se debe garantizar costos competitivos, entregas oportunas y clientes satisfechos.

Todo lo anterior demanda la voluntad de la alta gerencia para apostarle e invertir en este modelo que con seguridad generará hombres más comprometidos con la organización, con la sociedad y con su entorno, pero además transformará la organización haciéndola cada vez más esbelta, más sostenible, y más competitiva.

La propuesta se encamina a desarrollar un modelo de implementación en una empresa, que permita probar la efectividad y los beneficios de la herramienta.

Se pretende implementar una estructura que cubra las responsabilidades actuales, es decir con el mismo personal se cumplen las actividades bajo el modelo TPM.

La aplicación de la metodología requiere del nombramiento de los pilares de educación y entrenamiento, de mantenimiento planeado, de mantenimiento

autónomo, de mejoras enfocadas, de seguridad, y de medio ambiente, que permitan la implementación de la metodología asegurando su modelo de gestión bajo la norma ISO 9001, además requiere de la disponibilidad de la compañía para intervenir un área como piloto de tal suerte que podamos probar la efectividad de la metodología.

Se ha abordado el tema desde la teoría acudiendo a la documentación existente, además se ha podido observar algunos casos exitosos como los de Colcerámica, Compañía Nacional de Chocolates; Zenú, Aisladores Corona – Suministros de Colombia – Vajillas Corona - lo que ha servido como motivación a probar este modelo en una organización pequeña como lo es ROTOPLAST S.A.

## **2.7 OBJETIVOS**

### **2.7.1 Objetivo General**

Proponer el uso de las herramientas del Sistema de Mantenimiento Total Productivo (TPM) en Rotoplast S.A, utilizando la máquina MPR 09 como piloto; para optimizar los recursos de la compañía.

### **2.7.2 Objetivos Específicos**

1. Diagnosticar la problemática actual de la maquina MPR009
2. Definir plan de mantenimiento para la maquina MPR009 y cómo será el procedimiento
3. Definir acciones para prevenir paros de la maquina MPR009
4. Aumentar el índice de cumplimiento de entregas a los clientes finales.
5. Optimizar los recursos utilizados por la máquina MPO009 para la rentabilidad del negocio

### 3 MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

---

Se define “mantenimiento” como el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible, buscando la más alta disponibilidad y con el máximo rendimiento.

El Mantenimiento Industrial engloba las técnicas y sistemas que permiten prever las averías, efectuar revisiones, engrases y reparaciones eficaces, dando a la vez normas de buen funcionamiento a los operadores de las máquinas, a sus usuarios, y contribuyendo a los beneficios de la empresa. Es un órgano de estudio que busca lo más conveniente para las máquinas, tratando de alargar su vida útil de forma rentable para sus operadores.

#### 3.1. Historia del mantenimiento

A lo largo del proceso industrial vivido desde finales del siglo XIX, la función mantenimiento ha pasado diferentes etapas. En los inicios de la revolución industrial eran los propios operarios quienes se encargaban de las reparaciones de los equipos.

Conforme las máquinas se fueron haciendo más complejas y la dedicación a tareas de reparación aumentaba, empezaron a crearse los primeros departamentos de mantenimiento, con una actividad diferenciada de los operarios de producción.

Las tareas en estas dos épocas eran básicamente correctivas, dedicando todo su esfuerzo a solucionar las fallas que se producían en los equipos.

A partir de la Primera Guerra Mundial y, sobre todo, de la Segunda, aparece el concepto de fiabilidad (Probabilidad de que una máquina, un aparato o un dispositivo funcionen correctamente bajo ciertas condiciones y en un periodo de tiempo determinado), y los departamentos de mantenimiento buscan no sólo solucionar las fallas que se producen en los equipos sino además prevenirlas, actuar para que no se produzcan.

Esto supone crear en los departamentos de mantenimiento una nueva figura, cuya función es estudiar qué tareas de mantenimiento deben realizarse para evitar las fallas.

El personal indirecto, que no está involucrado directamente en la realización de las tareas, aumenta, y con él los costes de mantenimiento. Pero se busca con esta Introducción aumentar la producción y hacer más fiables los procesos para evitar las pérdidas por averías y sus costos asociados.

De este modo aparecen casi sucesivamente diversos métodos de mantenimiento, cada uno aplicado a las necesidades concretas de cada proceso industrial:

El Mantenimiento Preventivo (PM, revisiones y limpiezas periódicas y sistemáticas), el Mantenimiento Predictivo (análisis del estado de los equipos mediante el análisis de variables físicas), el Mantenimiento Proactivo (implicación del personal en labores de mantenimiento), la Gestión de Mantenimiento Asistida por Ordenador (GMAO), y el Mantenimiento Basado en Fiabilidad (Reliability Centred Maintenance RCM). El RCM como estilo de gestión de mantenimiento, se basa en el estudio de los equipos, en análisis de los modos de fallo (Un análisis modal de fallos y efectos (AMFE) es un procedimiento de análisis de fallos potenciales en un sistema de clasificación determinado por la gravedad o por el efecto de los fallos en el sistema) y en la aplicación de técnicas estadísticas y tecnología de detección.

Se podría decir que el RCM es una filosofía de mantenimiento básicamente tecnológica. Paralelamente, sobre todo a partir de los años 80, comienza a introducirse la idea de que puede ser rentable volver de nuevo al modelo inicial: que los operarios de producción se ocupen del mantenimiento de los equipos. Se desarrolla el TPM, o Mantenimiento Productivo Total, en el que algunas de las tareas normalmente realizadas por el personal de mantenimiento son ahora realizadas por operarios de producción. Esas tareas 'transferidas' son trabajos de limpieza, lubricación, ajustes, reaprietes de tornillos y pequeñas reparaciones. Se pretende conseguir con ello que el operario de producción se implique más en el cuidado de la máquina, siendo el objetivo último de TPM conseguir "Cero Averías". Como filosofía de mantenimiento, el TPM se basa en la formación, motivación e implicación del equipo humano (desde el personal de producción y de mantenimiento hasta los altos mandos), en lugar de la tecnología.

TPM y RCM no son formas opuestas de dirigir el mantenimiento, sino que ambas conviven en la actualidad en muchas empresas. En algunas de ellas, RCM impulsa el mantenimiento, y con esta técnica se determinan las tareas a efectuar en los equipos; después, algunas de las tareas son transferidas a producción, en el marco de una política de implantación de TPM. En otras plantas, en cambio, es la filosofía TPM la que se impone, siendo RCM una herramienta más para la determinación de tareas y frecuencias en determinados equipos.

Como se puede comprobar, las diferentes técnicas de mantenimiento han ido evolucionando a lo largo del último siglo en función de las carencias que se observaban en cada uno de los modelos de mantenimiento al aplicarlos a la situación industrial real, de manera que unas engloban a otras, algunas interactúan entre ellas, y todas se han ido adaptando a los nuevos usos de la industria.

En la actualidad son las necesidades concretas de cada equipo y de cada industria las que marcan el modelo de mantenimiento que optimiza sus recursos y sus necesidades.

Por lo general, el método que se impone mayoritariamente es el Mantenimiento Productivo Total o TPM, que incluye las tareas de Mantenimiento Preventivo y Predictivo, integrado siempre en un modelo de Gestión de Mantenimiento Asistida por Ordenador (GMAO), y apoyado según necesidades por el modelo de Mantenimiento Basado en Fiabilidad (RCM). (renovetec, 2013)

## 3.2 Tipos y modelos de mantenimiento

Este apartado trata de detallar la tradicional división en tipos de mantenimiento, destacando que esta división, aparte de una simple concepción académica o con fines formativos, no tiene mayor utilidad. No es posible determinar que, para una máquina concreta, el tipo de mantenimiento a aplicar es uno de los tradicionales (correctivo, programado, predictivo, etc). Es más práctico aplicar otro concepto: el modelo de mantenimiento. Los diferentes modelos de mantenimiento se definen como una mezcla de los diferentes tipos de mantenimiento en las proporciones necesarias para cada equipo.

### 3.2.1 TIPOS DE MANTENIMIENTO

Tradicionalmente, se han distinguido cinco tipos de mantenimiento, que se diferencian entre sí por el carácter de las tareas que incluyen.

- **Mantenimiento Correctivo:** Es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de los mismos.
- **Mantenimiento Preventivo:** Es el mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las intervenciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno. Suele tener un carácter sistemático, es decir, se interviene aunque el equipo no haya dado ningún síntoma de tener un problema.
- **Mantenimiento Predictivo:** Es el que persigue conocer e informar permanentemente del estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables, representativas de tal estado y operatividad. Para aplicar este mantenimiento, es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.) cuya variación sea indicativa de problemas que puedan estar apareciendo en el equipo. Es el tipo de mantenimiento más tecnológico,

pues requiere de medios técnicos avanzados, y en ocasiones, de fuertes conocimientos matemáticos, físicos y/o técnicos.

- **Mantenimiento Cero Horas (Overhaul):** Es el conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos a intervalos programados bien antes de que aparezca ningún fallo, bien cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva. Dicha revisión consiste en dejar el equipo a “cero horas” de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuera nuevo. En estas revisiones se sustituyen o se reparan todos los elementos sometidos a desgaste. Se pretende asegurar, con gran probabilidad, un tiempo de buen funcionamiento fijado de antemano.
- **Mantenimiento en Uso:** es el mantenimiento básico de un equipo realizado por los usuarios del mismo. Consiste en una serie de tareas elementales (tomas de datos, inspecciones visuales, limpieza, lubricación, reapriete de tornillos, etc.) para las que no es necesario una gran formación, sino tan solo un entrenamiento breve. Este tipo de mantenimiento es la base del TPM (Mantenimiento Productivo Total).

### 3.2.2 MODELOS DE MANTENIMIENTO

Cada uno de los modelos que se exponen a continuación incluye varios de los tipos anteriores de mantenimiento, en la proporción que se indica. Además, todos ellos incluyen dos actividades: inspecciones visuales y lubricación. Esto es así porque está demostrado que la realización de estas dos tareas en cualquier equipo es rentable.

Incluso en el modelo más sencillo (Modelo Correctivo), en el que prácticamente se abandona el equipo a su suerte y no nos ocupamos de él hasta que se produce una avería, es conveniente observarlo al menos una vez al mes, y lubricarlo con productos adecuados a sus características. Las inspecciones visuales prácticamente no cuestan dinero (estas inspecciones estarán incluidas en unas gamas en las que tendremos que observar otros equipos cercanos, por lo que no significará que tengamos que destinar recursos expresamente para esa función). Esta inspección nos permitirá detectar averías de manera precoz, y su resolución generalmente será más barata cuanto antes detectemos el problema. La lubricación siempre es rentable. Aunque sí representa un coste (lubricante y la mano de obra de aplicarlo), en general es tan bajo que está sobradamente justificado, ya que una avería por una falta de lubricación implicará siempre un gasto mayor que la aplicación del lubricante correspondiente.

Hecha esta puntualización, se pueden definir ya los diversos modelos de mantenimiento posibles.

- **Modelo Correctivo:** Este modelo es el más básico, e incluye, además de las inspecciones visuales y la lubricación mencionadas anteriormente, la



reparación de averías que surjan. Es aplicable, como veremos, a equipos con el más bajo nivel de criticidad, cuyas averías no suponen ningún problema, ni económico ni técnico. En este tipo de equipos no es rentable dedicar mayores recursos ni esfuerzos.

- **Modelo Condicional:** El modelo de mantenimiento condicional incluye las actividades del modelo anterior, y además, la realización de una serie de pruebas o ensayos, que condicionarán una actuación posterior. Si tras las pruebas se descubre una anomalía, se programa una intervención; si por el contrario, todo es correcto, no se actúa sobre el equipo. Este modelo de mantenimiento es válido en equipos de poco uso o equipos en que, a pesar de ser importantes en el sistema productivo, su probabilidad de fallo es baja.
  
- **Modelo Sistemático:** Este modelo incluye un conjunto de tareas que se realizan sin importar cuál es la condición del equipo. Además se tomarán algunas mediciones y se realizarán ciertas pruebas para decidir si se realizan otras tareas de mayor envergadura. Por último, se resuelven las averías que surjan. Es un modelo de gran aplicación en equipos de disponibilidad media, de cierta importancia en el sistema productivo y cuyas averías causan algunos trastornos. Es importante señalar que un equipo sujeto a un modelo de mantenimiento sistemático no tiene por qué tener todas sus tareas con una periodicidad fija. Simplemente, un equipo con este modelo de mantenimiento puede tener tareas sistemáticas, que se realicen sin importar el tiempo que lleva funcionando o el estado de los elementos sobre los que se trabaja. Es la principal diferencia con los dos modelos anteriores, en los que para realizar una tarea debe presentarse algún síntoma de fallo.  
Este modelo se aplica a equipos que cuando están en operación deben ser fiables, por lo que se justifica realizar una serie de tareas con independencia de que hayan presentado algún síntoma de fallo, como por ejemplo el tren de aterrizaje de un avión o el propio motor del avión.
  
- **Modelo de Mantenimiento de Alta Disponibilidad:** Es el modelo más exigente y exhaustivo de todos. Se aplica en aquellos equipos que bajo ningún concepto pueden sufrir una avería o un mal funcionamiento. Son equipos a los que se exige, además, unos niveles de disponibilidad altísimos, por encima del 90%. La razón de un nivel tan alto de disponibilidad es en general el alto coste en producción que tiene una avería. Con una exigencia tan alta, no hay tiempo para el mantenimiento que requiera parada del equipo (correctivo, preventivo sistemático). Para mantener estos equipos es necesario emplear técnicas de mantenimiento predictivo, que nos permitan conocer el estado del equipo con él en marcha, y a paradas programadas, que supondrán una revisión general

completa, con una frecuencia generalmente anual o superior. En esta revisión se sustituyen, en general, todas aquellas piezas sometidas a desgaste o con probabilidad de fallo a lo largo del año (piezas con una vida inferior a dos años). Estas revisiones se preparan con gran antelación, y no tiene por qué ser exactamente iguales todas las veces. En este modelo no se incluye el mantenimiento correctivo, es decir, el objetivo que se busca en este equipo es “cero averías”. En general no hay tiempo para subsanar convenientemente las incidencias que ocurren, siendo necesario en muchos casos realizar reparaciones rápidas provisionales que permitan mantener el equipo en marcha hasta la próxima revisión general. Por tanto, la “puesta a cero” anual (o periódica) debe incluir la resolución de todas aquellas reparaciones provisionales que hayan tenido que efectuarse a lo largo del año.

Algunos ejemplos de este modelo de mantenimiento pueden ser los siguientes:

- Turbinas de producción de energía eléctrica.
- Hornos de elevada temperatura, en los que una intervención supone enfriar y volver a calentar el horno, con el consiguiente gasto energético y con las pérdidas de producción que trae asociado.
- Equipos rotativos que trabajan de forma continua.
- Depósitos reactores o tanques de reacción no duplicados, que sean la base de la producción y que deban mantenerse en funcionamiento el máximo número de horas posible.

#### **4. TPM (MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL)**

La metodología TPM se está implementando en Colombia desde la década de los 90, han trabajado en el tema todas las empresas del grupo corona, la Compañía Nacional de Chocolates, Zenú, Noel, Pastas Doria, Cárnicos de Colombia, Laminas del Caribe, Carvajal, Las bananeras de Urabá, Buen café, Nacional de empaques, Alico, Mineros de Antioquia Etc. Situación que deja claro que la metodología se puede aplicar en cualquier empresa

Mantenimiento Productivo Total, (TPM por sus siglas en inglés), es un concepto nuevo en cuanto al involucramiento del personal productivo en el mantenimiento de plantas y equipos.

La meta del TPM es incrementar notablemente la productividad y al mismo tiempo levantar la moral de los trabajadores y su satisfacción por el trabajo realizado. El sistema del TPM nos recuerda el concepto tan popular de TQM "Manufactura de Calidad Total" que surgió en los 70's y se ha mantenido tan popular en el mundo industrial. Se emplean muchas herramientas en común, como la delegación de funciones y responsabilidades cada vez más altas en los trabajadores, la comparación competitiva, así como la documentación de los procesos para su mejoramiento y optimización.

Qué es Total Productive Maintenance (TPM)? El Mantenimiento Productivo Total se basa en principios valiosos de Total Quality Management, TQM (Gerencia de Calidad Total) entre ellos:

- El compromiso total por parte de los altos mandos de la empresa, es indispensable.
- El personal debe tener la suficiente delegación de autoridad para implementar los cambios que se requieran.
- Se debe tener un panorama a largo plazo, ya que su implementación puede durar varios años.
- También deberá tener lugar un cambio en la mentalidad y actitud de toda la gente involucrada en lo que respecta a sus nuevas responsabilidades.

TPM le da un nuevo enfoque al mantenimiento como una parte necesaria y vital dentro del negocio. Se hace a un lado el antiguo concepto de que éste es una actividad improductiva y se otorgan los tiempos requeridos para mantener el equipo que ahora se consideran como una parte del proceso de manufactura. No se considera ya una rutina a ser efectuada sólo cuando el tiempo o el flujo de material lo permitan. La meta es reducir los paros de emergencia, los servicios de mantenimiento inesperados se reducirán a un mínimo.

## 4.1 Historia de TPM

El origen del término "Mantenimiento Productivo Total" (TPM) se ha discutido en diversos escenarios. Mientras algunos afirman que fue iniciado por los manufactureros americanos hace más de cuarenta años, otros lo asocian al plan que se usaba en la planta Nippondenso, una manufacturera de partes eléctricas automotrices de Japón a fines de los 60's. Seiichi Nakajima un alto funcionario del Instituto Japonés de Mantenimiento de la Planta, (JIPM), recibe el crédito de haber definido los conceptos de TPM y de ver por su implementación en cientos de plantas en Japón.

Nippondenso Co. Ltd., una importante empresa proveedora del sector del automóvil, introdujo esta visión de mantenimiento en 1961. La compañía logró grandes resultados de su modelo de mantenimiento a partir de 1969 cuando introdujo sistemas automatizados y de transferencia rápida, los cuales requerían alta fiabilidad. El nombre inicial fue "Total Member Participación PM" abreviado (TPM). Este nombre muestra el verdadero sentido del TPM, esto es participación de todas las personas en el mantenimiento preventivo (PM). La compañía recibió un premio por la excelencia al PM en 1971. Para el desarrollo del PM de Nippondenso Co. Ltd., el Japan Institute of Plant Engineers (JIPE) apoyó y ayudó a desarrollar el modelo de mantenimiento. Posteriormente el JIPE se transformaría en el Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) organización líder y creadora de los conceptos TPM. (Advanced Productive Solutions S.L.)

El JIPM ha evolucionado la idea de TPM y hoy se reconoce que el TPM ha logrado cubrir todos los aspectos de un negocio. Se conoce como el modelo TPM de tercera generación, donde más que mantener el equipo, se orienta a mejorar la productividad total de una organización. TPM no es aplicar 5S e informatizar la gestión de mantenimiento como algunos creen. El modelo JIPM moderno pretende que una organización sea dirigida dentro del concepto de mantener hacer uso adecuado de todos los recursos de una organización.

En realidad el TPM es una evolución de la Manufactura de Calidad Total, derivada de los conceptos de calidad con que el Dr. W. Edwards Deming influyó tan positivamente en la industria Japonesa. El Dr. Deming inició sus trabajos en Japón a poco de terminar la 2<sup>a</sup>. Guerra Mundial. Como experto en estadística, Deming comenzó por mostrar a los japoneses cómo podían controlar la calidad de sus productos durante la manufactura mediante análisis estadísticos. Al combinarse los procesos estadísticos y sus resultados directos en la calidad con la ética de trabajo propia del pueblo japonés, se creó toda una cultura de la calidad, una nueva forma de vivir. De ahí surgió TQM, "Total Quality Management" un nuevo estilo de manejar la industria.

Usando las técnicas de PM, se desarrollaron horarios especiales para mantener el equipo en operación. Sin embargo, esta forma de mantenimiento resultó costosa y

a menudo se daba a los equipos un mantenimiento excesivo en el intento de mejorar la producción. Se aplicaba la idea errónea de que "si un poco de aceite es bueno, más aceite debe ser mejor". Se obedecía más al calendario de PM que a las necesidades reales del equipo y no existía o era mínimo el involucramiento de los operadores de producción. Con frecuencia el entrenamiento de quienes lo hacían se limitaba a la información (a veces incompleta y otras veces equivocada), contenida en los manuales.

La necesidad de ir más allá que sólo programar el mantenimiento de conformidad a las instrucciones o recomendaciones del fabricante como método de mejoramiento de la productividad y la calidad del producto, se puso pronto de manifiesto, especialmente entre aquellas empresas que estaban comprometiéndose en los programas de Calidad Total. Para resolver esta discrepancia y aún mantener congruencia con los conceptos de TQM, se le hicieron ciertas modificaciones a esta disciplina. Estas modificaciones elevaron el mantenimiento al estatus actual en que es considerado como una parte integral del programa de Calidad Total.

#### **4.1.2. Implementación del TPM**

Para iniciar la aplicación de los conceptos de TPM en actividades de mantenimiento de una planta, es necesario que los trabajadores se enteren de que la gerencia del más alto nivel tiene un serio compromiso con el programa. El primer paso en este esfuerzo es contar con una persona, sea externa o interna, que cuente con la capacitación necesaria para coordinar el desarrollo del TPM de tiempo completo. Será la labor de ese coordinador el "vender" los conceptos y bondades del TPM a la fuerza laboral a base de un programa educacional. Se debe convencer al personal de que no se trata simplemente del nuevo "programa del mes", que esa culturización puede tomar más de un año.

Una vez que el coordinador está seguro de que toda la fuerza laboral ha "comprado" el programa de TPM y que entienden su filosofía e implicaciones, se forman los primeros equipos de acción.

Los equipos de acción tienen la responsabilidad de determinar las discrepancias u oportunidades de mejoramiento, la forma más adecuada de corregirlas o implementarlas e iniciar el proceso de corrección o de mejoramiento. Posiblemente no resulte fácil para todos los miembros del equipo el reconocer las oportunidades e iniciar las acciones. El contar con otras experiencias, sirve para llegar a las comparaciones que a veces pueden implicar visitar otras plantas, "benchmarking", Referenciación Competitiva," como cuando tenemos dos aparatos de las mismas características y los ponemos sobre la mesa para comparar cada parte en su proceso de funcionamiento. Esta es una de las grandes ventajas del TPM.

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

El entrenamiento para coordinadores de TPM se puede obtener de diversos proveedores, instituciones privadas, (TPM online entre ellos por ejemplo), asociaciones de profesionales y además hay un buen número de publicaciones especializadas. Hay varios seminarios principalmente en los EEUU. Algunas de estas empresas de capacitación están ofreciendo recorridos por las plantas exitosas, lo que sirve para tomar buenas ideas y ejemplos, así como establecer comparaciones. (Roberts, 2011)

#### **4.1.3 Los Resultados de TPM**

Ford, Eastman Kodak, Dana Corp., Allen Bradley, Harley Davidson; son solamente unas pocas de las empresas que han implementado TPM con éxito. Todas ellas reportan una mayor productividad gracias a esta disciplina. Kodak por ejemplo, reporta que con 5 millones de dólares de inversión, logró aumentar sus utilidades en \$16 millones de beneficio directamente derivado de implementar TPM. Una fábrica de aparatos domésticos informa de la reducción en cambio de moldes en sus troqueladoras de varias horas a sólo 20 minutos. Esto equivale a tener disponibles el equivalente a dos o tres máquinas más, con valor de un millón de dólares cada una, pero sin haber qué tenido que comprarlas o rentarlas. En algunas de sus divisiones, Texas Instruments reporta hasta un 80% de incrementos de su productividad. Prácticamente todas las empresas mencionadas aseguran haber reducido sus tiempos perdidos por fallas en el equipo en 50% o más, también reducción en inventarios de refacciones y mejoramiento en la puntualidad de sus entregas. La necesidad de subcontratar manufactura también se vio drásticamente reducida en la mayoría de ellas.

“Hoy con una competitividad mayor que nunca antes; ha quedado demostrada su eficacia, no sólo en plantas industriales, también en la construcción, el mantenimiento de edificios, transportes y varias otras actividades incluidos varios deportes. Los empleados de todos los niveles deben ser educados y convencidos de que TPM no es "el programa del mes", sino que es un plan en el que los más altos niveles gerenciales se hallan comprometidos para siempre, incluida la gran inversión de tiempo mientras que dure su implementación”. (Roberts, 2011)

## 5. LOS 8 PILARES DEL TPM

Los pilares o procesos fundamentales del TPM sirven de apoyo para la construcción de un sistema de producción ordenado. Se implantan siguiendo una metodología disciplinada, potente y efectiva. Los pilares considerados como necesarios para el desarrollo del TPM en una organización son los que se indican a continuación:

### 5.1 Pilar 1: Mejoras Enfocadas (Kaizen)

Las “mejoras enfocadas” son actividades que se desarrollan con la intervención de las diferentes áreas comprometidas en el proceso productivo, con el objeto de maximizar la efectividad global del equipo de trabajo (maquinaria y capital humano), proceso y planta; todo esto a través de un trabajo organizado en equipos multidisciplinarios, empleando metodología específica y concentrando su atención en la eliminación de los despilfarros que se presentan en las plantas industriales.

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

Las técnicas TPM ayudan a eliminar dramáticamente las averías de los equipos. El procedimiento seguido para realizar acciones de mejoras enfocadas sigue los pasos de conocido ciclo Deming o PHVA (Planificar – Hacer – Verificar – Actuar)

Se puede decir que este pilar se necesita para:

- enfocarse en las pérdidas específicas e incrementar la productividad, la facilidad de operación y estandarizar los métodos que son fáciles de seguir.
- Asegurar los métodos para identificar las pérdidas, análisis de pérdidas e implementación de medidas y mejorar así la eficiencia del trabajo humano.
- Elevar la facilidad de detección/corrección de deterioro en el equipo, involucrando a todo el personal.
- El propósito fundamental del pilar es maximizar la eficiencia de la red de valor mediante la eliminación de pérdidas con actividades como:

- Identificación de las pérdidas financieras.
- Definir prioridades, implementando las mejoras.
- Tener una metodología de eliminación.
- Realizar el seguimiento a las mejoras.

Las mejoras se pueden realizar en equipos directivos, equipos funcionales, equipos interfuncionales o de manera individual. Es así como se debe evitar la manera de pensar negativa. TPM nos enseña a planear a futuro y prevenir los problemas.

Los sistemas que utiliza este pilar para su desarrollo son:

- Sistema de evaluación.
- Sistema de solución de problemas.
- Sistema de capacitación.

## **5 Pilar 2: Mantenimiento Autónomo (Jishu Hozen)**

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

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

Los objetivos fundamentales del mantenimiento autónomo son:

- Emplear el equipo como instrumento para el aprendizaje y adquisición de conocimiento.
- Desarrollar nuevas habilidades para el análisis de problemas y creación de un nuevo pensamiento sobre el trabajo.
- Mediante una operación correcta y verificación permanente de acuerdo a los estándares se evite el deterioro del equipo.
- Mejorar el funcionamiento del equipo con el aporte creativo del operador.



- Construir y mantener las condiciones necesarias para que el equipo funcione sin averías y rendimiento pleno.
- Mejorar la seguridad en el trabajo.
- Lograr un total sentido de pertenencia y responsabilidad del trabajador.
- Mejora de la moral en el trabajo.

Tradicionalmente, las fábricas productivas operaron bajo el supuesto que todo lo relacionado con máquinas incluso el cuidado del equipo más simple era responsabilidad del equipo de mantenimiento. Pero esa aproximación no puede deshacerse de las paradas y defectos.

TPM elimina gradualmente los defectos y paradas (averías) entrenando los equipos de operadores para jugar un papel fundamental en el mantenimiento preventivo dirigiendo el mantenimiento autónomo desde los fundamentos diarios.

Esta etapa es de extrema importancia, pues es el punto de partida de la puesta en práctica efectiva del TPM. Actúa con el enfoque en el hombre de operación, cambiando su visión sobre el trabajo, capacitándolo y habilitándolo para la gestión autónoma.

Eso significa que el operador pasa a tener el dominio sobre los equipos, pudiendo tanto prever “señales de defectos” y “señales de fallos”, como tomar medidas necesarias para evitar que esos factores embrionarios se desarrollen y se transformen en problemas graves.

El propósito fundamental del pilar es revertir y prevenir el deterioro acelerado de las máquinas, mediante actividades como:

- Generación de cultura de operación autónoma.
- Gestión de indicadores.
- Gestión visual.

Las características para su implementación son:

- Identificar el deterioro.
- Estandarizar la limpieza y la operación.
- Transferir habilidades para mejorar la limpieza y la operación.
- Analizar los problemas para prevenir su recurrencia.

- Prevenir errores.

La táctica para su implementación, es a través de operaciones que garanticen el cumplimiento de los retos, dando flexibilidad sin afectar la productividad.

### **5.3 Pilar 3: Mantenimiento Progresivo o Planificado (Keikaku Hozen)**

El mantenimiento progresivo es uno de los pilares más importantes en la búsqueda de beneficios en una organización industrial. El propósito de este pilar consiste en avanzar gradualmente hacia la búsqueda de la meta "cero averías" para una planta industrial.

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

No se dispone de información histórica necesaria para establecer el tiempo más adecuado para realizar las acciones de mantenimiento preventivo. Los tiempos son establecidos de acuerdo a la experiencia, recomendaciones de fabricante y otros criterios con poco fundamento técnico y sin el apoyo en datos e información histórica sobre el comportamiento pasado.

Se aprovecha la parada de un equipo para "hacer todo lo necesario en la máquina" ya que la tenemos disponible. ¿Será necesario un tiempo similar de intervención para todos los elementos y sistemas de un equipo?, ¿Será esto económico?

Se aplican planes de mantenimiento preventivo a equipos que poseen un alto deterioro acumulado. Este deterioro afecta la dispersión de la distribución (estadística) de fallos, imposibilitando la identificación de un comportamiento regular del fallo y con el que se debería establecer el plan de mantenimiento preventivo.

A los equipos y sistemas se les da un tratamiento similar desde el punto de vista de la definición de las rutinas de preventivo, sin importan su criticidad, riesgo, efecto en la calidad, grado de dificultad para conseguir el recambio o repuesto, entre otros.

Es poco frecuente que los departamentos de mantenimiento cuenten con estándares especializados para realizar su trabajo técnico. La práctica habitual consiste en imprimir la orden de trabajo con algunas asignaciones que no indican el detalle del tipo de acción a realizar.

El trabajo de mantenimiento planificado no incluye acciones Kaizen para la mejora de los métodos de trabajo. No se incluyen acciones que permitan mejorar la capacidad técnica y mejora de la fiabilidad del trabajo de mantenimiento, como tampoco es frecuente observar el desarrollo de planes para eliminar la necesidad de acciones de mantenimiento. Esta también debe ser considerada como una actividad de mantenimiento preventivo.

#### **5.4 Pilar 4: Educación y Formación**

Este pilar considera todas las acciones que se deben realizar para el desarrollo de habilidades para lograr altos niveles de desempeño de las personas en su trabajo.

Utilizadas en mantenimiento autónomo, mejoras enfocadas y herramientas de calidad.

#### **5.5 Pilar 5: Mantenimiento Temprano**

Este pilar busca mejorar la tecnología de los equipos de producción. Es fundamental para empresas que compiten en sectores de innovación acelerada, "mass customization" o manufactura versátil, ya que en estos sistemas de producción la actualización continua de los equipos, la capacidad de flexibilidad y funcionamiento libre de fallos, son factores extremadamente críticos. Este pilar actúa durante la planificación y construcción de los equipos de producción. Para su desarrollo se emplean métodos de gestión de información sobre el funcionamiento de los equipos actuales, acciones de dirección económica de proyectos, técnicas de ingeniería de calidad y mantenimiento.

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

#### **5.6 Pilar 6: Mantenimiento de Calidad (Hinshitsu Hozen)**

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

Mantenimiento de Calidad no es:

- Aplicar técnicas de control de calidad a las tareas de mantenimiento.
- Aplicar un sistema ISO a la función de mantenimiento.

- Utilizar técnicas de control estadístico de calidad al mantenimiento.
- Aplicar acciones de mejora continua a la función de mantenimiento.

Mantenimiento de Calidad es:

- Realizar acciones de mantenimiento orientadas al cuidado del equipo para que este no genere defectos de calidad.
- Prevenir defectos de calidad certificando que la maquinaria cumple las condiciones para "cero defectos" y que estas se encuentra dentro de los estándares técnicos.
- Observar las variaciones de las características de los equipos para prevenir defectos y tomar acciones adelantándose a la situación de anormalidad potencial.
- Realizar estudios de ingeniería del equipo para identificar los elementos del equipo que tienen una alta incidencia en las características de calidad del producto final, realizar el control de estos elementos de la máquina e intervenir estos elementos.
- Los principios en que se fundamenta el Mantenimiento de Calidad son:
- Clasificación de los defectos e identificación de las circunstancias en que se presentan, frecuencia y efectos.
- Realizar un análisis físico para identificar los factores del equipo que generan los defectos de calidad.
- Establecer valores estándar para las características de los factores del equipo y valorar los resultados a través de un proceso de medición.
- Establecer un sistema de inspección periódico de las características críticas.
- Preparar matrices de mantenimiento y valorar periódicamente los estándares.

### **5.7 Pilar 7: Mantenimiento en Áreas Administrativas**

Este pilar tiene como propósito reducir las pérdidas que se pueden producir en el trabajo manual de las oficinas. Cerca del 80 % del costo de un producto es determinado en las etapas de diseño del producto y de desarrollo del sistema de producción. El mantenimiento productivo en áreas administrativas ayuda a evitar pérdidas de información, coordinación, precisión de la información, etc. Emplea técnicas de mejora enfocada, estrategia de 5" s, acciones de mantenimiento autónomo, educación y formación y estandarización de trabajos. Es desarrollado en las áreas administrativas con acciones individuales o en equipo.

Para que las empresas puedan alcanzar el objetivo global de reducir continuamente sus costos mejorando al mismo tiempo la calidad de los productos y servicios que brindan se requieren áreas administrativas que den soporte eficaz.

Al contrario que producción, los departamentos administrativos (compras, administración, ingeniería, RRHH, entre otros) no agregan valor de manera directa. Se requiere en entonces con más razón, que sean ágiles y eficientes.

Desde el punto de vista del TPM existes tres grupos de responsabilidades principales para las áreas administrativas.

- ✓ Procesar información, aconsejar y ayudar a las actividades de producción en su objetivo de mejorar continuamente y reducir los costos.
- ✓ Facilitar a la empresa la tarea de responder rápidamente a los cambios, lo cual implica mejorar su propia productividad y reducir sus costos. Incluye también ayudar en el desarrollo estratégico de la compañía velando por los objetivos de largo plazo.
- ✓ Por último y como consecuencia de los anteriores, las áreas administrativas deben de ganar la confianza de los clientes y contribuir a la creación de una sólida imagen empresarial.

TPM no es exclusivamente para el departamento de producción, a través de este pilar se busca la eliminación de pérdidas de información entre los departamentos de manufactura y administrativos, extendiéndose a proveedores y clientes. Así como en manufactura se convierte la materia prima en productos, buscando un mínimo de desperdicio, en las oficinas se convierten los datos primarios en servicio de información, el cual debe ser efectivo.

El propósito fundamental de este pilar es el de hacer rentable los procesos de soporte, mediante la eliminación de pérdidas y gestión de oportunidades, mediante actividades como:

- La implementación de TPM en pequeños equipos de áreas administrativas.
- La integración de TPM con todos los otros sistemas de gestión.

### **5.8 Pilar 8: Gestión de Seguridad, Salud y Medio Ambiente**

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

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

El propósito fundamental del pilar es promover en las personas la autogestión de incidentes, condiciones y comportamientos, así como prevenir la contaminación, mediante programas de:

- Diagnóstico de la seguridad y el ambiente.
- Planes de acción y programas de sensibilización en seguridad y ambiente.
- Modelos de intervención del comportamiento, a través de programas de formación.
- Programas de “Estilo de vida saludable”.
- Auto inspecciones.
- Controles visuales.
- Monitoreo y medición a través de indicadores de desempeño

Lo anterior, teniendo como responsable de la seguridad al dueño del proceso, interesándose por la seguridad de su equipo de trabajo, con “cero” tolerancia en actos inseguros y el desarrollo de una cultura y responsabilidad ambiental.

La visión del pilar es tener “cero accidentes” y “cero polución”, mediante la reducción del impacto ambiental, la optimización de los recursos y el mejoramiento del desempeño.

La gestión de la seguridad y el ambiente son clave dentro del TPM, para eliminar los accidentes y la polución se debe:

- Asegurar la fiabilidad de los equipos, para crear un sitio de trabajo seguro y saludable.
- Evitar errores humanos con el fin de lograr la meta de cero accidentes y mantenerla.
- Definir reglas básicas de seguridad, las cuales se deben seguir:
- Seguir las instrucciones, si no sabe pregunte.

- Corrija o avise de las condiciones o practicas inseguras que puedan causar lesión a los empleados o daño al equipo.
- Ayude a mantener el orden y la limpieza.
- Utilice las herramientas y equipos apropiados para el trabajo y úselos de manera segura.
- Siempre que usted o el equipo que opera sea parte de un accidente, no importa que sea leve. Informe inmediatamente y solicite los primeros auxilios.
- Utilice, ajuste o repare máquinas solo cuando esté autorizado.
- Use el equipo de protección personal aprobado y manténgalo en buenas condiciones. (POSADA, 2012)

## 6. LA IMPORTANCIA DE 5'S EN LA APLICACIÓN DEL TPM

La importancia de las 5's es fundamental en la implementación de cualquier proceso de mejoramiento continuo, debido al cambio cultural que genera al interior de la organización y a sus implicaciones en la vida de cada una de las personas que tienen la oportunidad de vivir y aplicar esta útil herramienta.

5's es una estrategia desarrollada a principios de los años ochenta basada en cinco palabras Japonesas que comienzan por "S" (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke) que buscan la calidad total en el ambiente de trabajo. El propósito de esta cultura organizacional es crear un entorno de responsabilidad con los recursos, una cultura de mejora permanente y de comportamiento disciplinado.

Su rango de aplicación abarca desde un puesto ubicado en una línea de ensamble de automóviles hasta el escritorio de una secretaria.

Todos tienen la posibilidad de aplicar 5'S en numerosas oportunidades.

Las 5'S son unos principios de actuación sistemáticos para mantener y mejorar la organización, el orden y la limpieza de los puestos de trabajo.

Cuando el puesto de trabajo esta desorganizado y sin limpieza se pierde eficiencia y moral, por lo tanto el trabajo se reduce.

Su actuación está basada en prestar atención al mínimo detalle e implicar a las personas del área en la implementación con enfoque riguroso y sistemático.

La aplicación de las 5'S permite mantener un área de trabajo más organizada y más productiva, crea un estándar para la mejora, tiene alto impacto y su costo de implementación es relativamente bajo.

Aplicar 5'S hace evidente los siete desperdicios de más alto impacto en una empresa, como son:

- Defectos.
- Sobreproducción.
- Inventario.
- Movimiento excesivo.
- Procesos.
- Transporte.
- Espera.



### **6.1 Seiri (Organizar / Clasificar)**

Es arreglar o separar los objetos que no se necesitan en el lugar de trabajo y pueden causar pérdidas de tiempo, defectos, errores y un aumento de riesgo de accidentes.

Al iniciar el desecho de los elementos que no son del área de trabajo, las personas tienden a dejar objetos innecesarios, pensando que pueden ser utilizados en el futuro, estos tienden a estorbar y a acumularse en las áreas afectando la producción del día a día y ocupando espacio en forma incorrecta.

La aplicación de SEIRI es preparar los lugares de trabajo para que estos sean más seguros y productivos, el impacto de SEIRI está relacionado con la seguridad.

Ante la presencia de elementos innecesarios, el ambiente de trabajo es tenso, impide la visión completa de la áreas de trabajo, se dificulta observar el funcionamiento de los equipos y máquinas, las salidas de emergencia quedan obstaculizadas haciendo todo esto que el área de trabajo sea más insegura.

La práctica SEIRI además de los beneficios en seguridad, permite:

- Liberar espacio útil
- Reducir los tiempos de acceso al material, documentos, herramientas y otros elementos de trabajo.
- Mejorar el control visual de carpetas con información, planos, etc.
- Eliminar las pérdidas de productos que se deterioran por permanecer largo tiempo expuesto en un ambiente no adecuado.
- Preparar las áreas de trabajo para el desarrollo de acciones de mantenimiento autónomo.

### **6.2 Seiton (Ordenar)**

Es colocar los elementos necesarios en un lugar establecido con una demarcación correcta del lugar donde va a estar para que cualquier persona que los necesite sepa dónde y cómo ubicarlos fácilmente.

Esta práctica permite crear un pensamiento visual en las empresas ya que aporta disciplina para marcar, codificar y etiquetar los elementos con el fin de que cualquier operario pueda acceder a ellos, de modo que puedan encontrarse, retirarse y dejarse en un sitio fácilmente.

La aplicación de SEITON trae muchos beneficios como son los siguientes:

- Facilita el acceso rápido a elementos que se requiera para el trabajo.

- Mejora el orden en el sitio de trabajo para evitar errores y acciones de riesgo potencial.
- El aseo y la limpieza se pueden realizar con mayor facilidad y seguridad.
- La presentación y estética de la planta se mejora, comunica orden, responsabilidad y compromiso con el trabajo.
- Se libera espacio.
- El ambiente de trabajo es más agradable.

El no aplicar SEITON en el sitio de trabajo conduce a los siguientes problemas:

- Incremento del número de movimientos innecesarios. El tiempo de acceso a un elemento para su utilización se incrementa.
- Se puede perder el tiempo de varias personas que esperan los elementos que se están buscando para realizar en trabajo.
- El desorden no permite controlar visualmente los stocks de materiales de oficina.
- Error en la manipulación de información.
- La falta de identificación de lugares inseguros o zonas del equipo de alto riesgos pueden conducir a accidentes y pérdida de la moral en el trabajo.

Para la implementación se debe seguir unos pasos a saber:

- Definir ubicación (tener en cuenta frecuencia de uso y punto de uso)
- Marcar la localización.
- Definir métodos de almacenamiento.
- Definir criterios para ordenar.
- Asegurar las cantidades adecuadas.

SEITON es una estrategia que agudiza el sentido del orden a través de la marcación y utilización de ayudas visuales. Estas ayudas sirven para estandarizar acciones y evitar despilfarro de tiempo, dinero, materiales y lo más importante, eliminar riesgos potenciales de accidentes del personal.

### **6.3 Seiso (Limpiar)**

Consiste en eliminar polvo y residuos, limpiar la maquinaria, y en general tener todo en forma aseada. En general en la industria la limpieza está relacionada con la calidad y con la eliminación de la contaminación.

Las metas que se deben alcanzar con la limpieza tienen tres categorías:

- Elementos de almacén: Son los materiales en bruto, piezas en proceso o terminadas, componentes y cualquier tipo de materia prima.

- El equipo: Incluye máquinas, herramientas generales, útiles, mesas de trabajo, carros, equipos de oficina, repuestos, etc.
- El espacio: Es el área de trabajo, suelos, paredes, techos, ventanas, cuartos y cualquier otra locación que esté en una empresa.

Es necesario que se designe un tiempo determinado para desarrollar las actividades de limpieza para que se tenga en cuenta como una operación obligatoria dentro del proceso de producción y así ser más fácilmente asimilado por los operarios.

SEISO implica un pensamiento superior a limpiar. Exige que se realice un trabajo creativo de identificación de las fuentes de suciedad y contaminación para tomar acciones de raíz par su eliminación, de lo contrario, sería imposible mantener limpio y en buen estado el área de trabajo.

La aplicación de SEISO trae como beneficio entre otros:

- Reduce el riesgo potencial de que se produzcan accidentes.
- Mejora el bienestar físico y mental del trabajador.
- Incrementa la vida útil de los equipos.
- Las averías se pueden identificar más fácilmente cuando el equipo se encuentra en estado óptimo de limpieza.
- La limpieza conduce a un aumento significativo de la efectividad global del equipo.
- La calidad del producto se mejora y se evitan pérdidas por suciedad y contaminación del producto y el empaque.

Es muy importante tener en cuenta que cada persona es responsable de la limpieza de su puesto de trabajo. Se debe limpiar regularmente, no esperar a que este sucio para limpiar. Se debe evitar colocar objetos fuera del lugar que hagan ensuciar el área de trabajo.

#### **6.4 Seiketsu (Estandarizar)**

Es mantener los tres anteriores estándares (Organización, Orden y Limpieza). Lo que se pretende con esta etapa es generar el hábito de mantener los tres pasos anteriores de tal forma que cada empleado tome una cultura de actuación, es decir que lo haga constantemente.

Sin la estandarización no es posible alcanzar con éxito el propósito final de 5´S de mentalizar a las personas de la necesidad de mantener las áreas de trabajo en un estado organizado por iniciativa propia de los empleados.

Aplicar SEIKETSU tiene como beneficios los siguientes:

- Se mejora el bienestar del personal al crear un hábito de conservar impecable el sitio de trabajo en forma permanente.
- El personal aprende a conocer a profundidad su equipo.
- Se evitan errores en la limpieza que puedan conducir a accidentes o riesgos laborales innecesarios.
- La dirección se compromete más en el mantenimiento de las áreas de trabajo al intervenir en la aprobación y promoción de los estándares.
- Se prepara el personal para asumir mayores responsabilidades en la gestión del puesto de trabajo.
- Los tiempos de intervención se mejoran y se incrementa la productividad de la planta.

Para su implementación se deben definir responsables, integrar las tres primeras “S” a las actividades regulares del trabajo y determinar un proceso de mantenimiento, para de esta forma poder garantizar la sostenibilidad.

### **6.5 Shitsuke (Disciplina)**

La disciplina está relacionada con el hábito de mantener correctamente los procedimientos apropiados. Esta es necesaria para asegurar que la práctica de las primeras cuatro “S”, se mantenga a través del tiempo.

La disciplina es fundamental para que la organización en general encuentre el éxito en la aplicación de 5´s porque hace responsable a cada operario de estas acciones, generando automotivación en cada uno de ellos.

Es fundamental entender la importancia de la aplicación de todas las 5´s sin excepción, si se aplican las tres primeras (seiri, seiton y seiso) y no se fomenta la disciplina se va a perder el trabajo y tiempo gastado porque todo volvería al desorden inicial, es por esto que la disciplina y autonomía en cada uno de los empleados es el fin fundamental de las 5´S y no solo cambiar el aspecto físico de la planta.

Son muchos los beneficios de la SHITSUKE:

- Se crea una cultura de sensibilidad, respeto y cuidado de los recursos de la empresa.
- La disciplina es una forma de cambiar hábitos.
- Se siguen los estándares establecidos y existe un mayor respeto entre las personas.

- La moral en el trabajo se incrementa.
- El cliente se sentirá más satisfecho ya que los niveles de calidad serán superiores debido a que se han respetado íntegramente los procedimientos y normas establecidas.
- El sitio de trabajo será un lugar donde realmente sea atractivo llegar cada día.

La disciplina no es visible y no puede medirse a diferencia de la clasificación, orden, limpieza y estandarización. Existe en la mente y en la voluntad de las personas y solo la conducta demuestra su presencia.

Es por esto que es de suma importancia la aplicación de la estrategia de las 5´S, no se trata de una moda sino de un nuevo modelo de dirección o un proceso de implantación que mejora la organización. (ÁLVAREZ LAVERDE, 2006)

## **7. EL TPM Y EL RECURSO HUMANO**

El factor humano es el aspecto más importante en el momento de implementar cualquier tipo de cambio dentro de una organización, debido a que cualquier proceso de cambio involucra directamente a las personas y son éstas las que finalmente lo ejecutarán. Por la misma razón es de suma importancia que este proceso sea informado adecuadamente ya que en todas las organizaciones siempre habrá personas que se resistan al cambio ya sea por temor de lo que les espera, o simplemente porque piensan que la forma actual de hacer las cosas es la correcta y que no existe una necesidad de mejorar.

Por lo tanto el proceso de cambio genera molestia, por que saca a las personas de su “zona de confort”, además de “criticar” la forma actual de manejar y hacer las cosas.

En un principio todo cambio hace a la organización ineficiente por que ésta tiene que pasar por una curva de aprendizaje y en ese camino se desarrollarán las nuevas capacidades, se generará un crecimiento personal y profesional y se delegará autonomía y control a las áreas respectivas involucradas en el proceso de cambio, haciendo más fácil su adaptación al proceso y obteniendo mejores resultados.

### **7.1 Resistencia al cambio**

La resistencia es una conducta natural de todo ser humano ante cada situación de cambio, ante cada propuesta diferente, ante todo aquello que dista en alguna medida de su esquema de pensamiento y acción vigente. Los factores ambientales dificultan la aceptación y la aplicación del cambio.

“Con frecuencia las personas mismas son las encargadas de levantar barreras para el cambio por temor a lo desconocido como se mencionó anteriormente, por desconfianza hacia los líderes del cambio o por sentimientos de seguridad amenazada. Una de las dificultades de la introducción del cambio es que algunas personas se benefician mientras que otras sufren pérdidas, por lo que se resisten al verse afectadas de modos distintos”: (QUIRANT ESPINOZA, 2006)

- Cualquier cambio que se da en alguna parte de la empresa es percibido por todos los integrantes de ésta.
- El proceso es un cambio emocional e intelectual.
- Los cambios requieren tiempo y todos en la empresa se deben concientizar de esto.

- El cambio es situacional, por lo tanto no se puede dirigir, sino únicamente facilitar, debido a que en él están involucradas personas cuyas reacciones no han sido planificadas, por lo tanto se necesita un acompañamiento constante de los agentes del cambio.
- El cambio trae un proceso evolutivo.
- El cambio es un reto humano y técnico, que se traduce a una transición individual y organizacional.
- El reto de los líderes del cambio es lograr que los miembros de la organización se adapten a las nuevas circunstancias.
- Los beneficios que traerán los cambios deben ser totalmente justificados porque de lo contrario, pueden perder credibilidad en el proceso.
- Aunque sean los líderes los iniciadores y promotores del cambio, los resultados finales dependen en gran medida de los implicados y de su actitud ante dicho cambio.

### **Resistencia al cambio**

En todo proceso de cambio se encuentra resistencia, existen diferentes tipos de resistencia, las más comunes son las siguientes:

**Resistencia Lógica:** Esta se origina del tiempo y el esfuerzo normal que se requiere para ajustarse al cambio, incluyendo las nuevas labores a aprender para el desarrollo del cambio.

**Resistencia Sicológica:** Se refiere a los intereses y a las emociones individuales de los empleados, temor a lo desconocido, desconfianza en el liderazgo de la gerencia o percepción de seguridad amenazada.

**Resistencia Sociológica:** Se expresa en términos y valores a nivel grupal.

Dichas resistencias se deben manejar con efectividad si el objetivo es que los empleados sean los protagonistas del cambio. De manera que existen una serie de factores que influyen de manera directa a la resistencia al cambio y son los siguientes:

1. Factores Económicos: Este factor se refiere al temor que reflejan los empleados ante una posible pérdida del empleo o un impedimento para seguir desarrollando destrezas individuales que lo forman como persona e individuo íntegro.
2. Factores de Incomodidad: Esta incomodidad nace de la sensación del empleado de sentir que le asignarán tareas adicionales que deberá cumplir.

3. Factores de Incertidumbre: Este factor es originado por la falta de comunicación entre los directivos y los empleados ya que el no tener claro el panorama, los empleados empiezan a especular y a sentir que lo nuevo es sinónimo de amenaza aun cuando esto sea para mejorar.
4. Factores de Relaciones Personales: En este factor se ven amenazadas las destrezas a nivel social que el empleado ha desarrollado a lo largo de su labor y de su experiencia.
5. Factores de Resentimiento: Se refleja la inconformidad de los empleados, ya que estos tienen en mente que el cambio supone un aumento de órdenes y controles.
6. Factores de Actitud de los Sindicatos: En este aspecto es cuando estos grupos se oponen al cambio debido a que los directivos no contaron con su opinión para la ejecución del cambio.

En toda organización sea cual sea el sector; siempre se van a encontrar personas que no apoyen el cambio totalmente y que se conviertan en líderes negativos para el proceso; por esto es importante saber manejar la cuestión desde un principio, con el fin de evitar o tener el control sobre estas situaciones ya que una persona así puede generar dificultades y malestares en el ambiente e influenciar negativamente a las demás personas, entorpeciendo el proceso adecuado para implementar el cambio.

De esta manera es de suma importancia que se involucre a todos los empleados de la organización desde un principio para que estos sientan empoderamiento del cambio y que sean parte de este junto con los beneficios y mejoras que éste les va a traer, por lo tanto se plantea básicamente tres tácticas que pueden ser utilizadas para prevenir los efectos negativos de la resistencia al cambio:

**Educación y Comunicación:** Trata de sensibilizar a los empleados mediante capacitaciones y comunicación clara y abierta con ellos desde un principio con el fin de ayudarles a ver la lógica y necesidad del cambio. Es vital que los empleados vean el cambio como suyo, se empoderen de él y así mismo involucrándose en este proceso, confíen y crean en el cambio.

**Participación:** A través de la participación se logra que los empleados se comprometan totalmente con el proceso de cambio y así mismo se conviertan en herramienta activa dentro de éste.

**Facilitación y Apoyo:** Una manera muy eficaz de brindar el apoyo necesario a los empleados es comunicándoles los pequeños avances que se van logrando recalando la importancia de la participación de éstos para sus logros; la



información suministrada debe ser precisa, de manera que no se sientan inútiles los esfuerzos de los empleados; esto es importante debido a que cuando se ven beneficios inmediatos, el temor y la ansiedad disminuyen.

En cuanto se detecta la llegada de un cambio en cualquier organización, el estrés en los empleados comienza a sentirse. Los rumores comienzan porque hay poca información disponible.

Por esta razón es indispensable que el cambio se refleje desde la gerencia y la alta dirección, ya que estos deben ser los principales interesados en el proceso y por lo tanto deben estar involucrados desde un principio, pues cualquier cambio que no esté apoyado por la gerencia tiende a fracasar; por ende deben ser claros desde un comienzo para evitar manipulación con la información y que ésta se tergiverse y conlleve a generar estrés y mal ambiente en el clima laboral. La gerencia debe dar seguridad del empleo y continuidad en la empresa a las personas; para esto delega líderes de cambio, quienes deben ser los encargados de minimizar los temores y las actitudes negativas normales de los empleados.

Algunas de las principales características de estos líderes deben ser:

Tener la habilidad de mostrar actitudes positivas.

Tener la capacidad de ver la actitud y comportamiento de resistencia de un trabajador y entender su situación.

Los buenos líderes toman pasos para aconsejar y ayudar.

Animan a las personas a tomar actitudes de adaptación frente al cambio.

Una de las principales funciones de estos líderes es identificar signos o indicadores de estrés negativo en los miembros de su grupo de trabajo; algunos de los síntomas más comunes de esto son los siguientes:

- Actitud Negativa.
- Sentimiento de Impotencia.
- Falta General de Entusiasmo.
- Cansancio, desgano por periodos largos.
- Problemas de salud recurrentes.
- Reto a la autoridad y a la disciplina.
- Reducida creatividad.
- Retardos y faltas de asistencias.
- Miedo de perder el control.

- Dificultad de relajarse, concentrarse o dormir.
- Ninguna voluntad de apoyar proyectos.

Ante un nuevo proceso hay que rediseñar el trabajo e identificar nuevas prioridades, de manera que hay que visualizar el trabajo como un valor agregado que se le está dando a la compañía para que ésta mejore sus procesos.

## **7.2 Motivación y calidad de vida**

Un bajo grado de compromiso laboral y profesional puede significar dos cosas: “o las personas no están capacitadas y entrenadas para ejecutar sus tareas, o no pueden hacerlas o sencillamente no desean realizarlas”; esta última razón se refiere posiblemente a una falta de incentivos o motivación hacia el trabajo que hacen que se refleje en las actividades y comportamientos del día a día; y más aún cuando los trabajadores no encuentran gusto en su trabajo ni en lo que realizan cotidianamente. En el momento de nombrar la palabra “cambio” genera pánico, una sensación de irritabilidad debido a que las actitudes y comportamientos de los que se ha hablado anteriormente salen a flote generando molestias en el ambiente y en la misma calidad de vida de los empleados.

No existe calidad ni en los productos o servicios de la empresa si no existe una calidad de vida primero en los empleados; cuando se menciona calidad de vida, se refiere a que las empresas deben tener claro que los empleados necesitan su propio espacio para dedicarse a sus aspectos personales, que ese tiempo se debe respetar debido a que es un espacio en donde las personas se destensionan y se alejan de lo que es la vida laboral y así mismo dedican su tiempo a otras actividades que los enriquecen y los forman integralmente de tal manera que esa formación y bienestar se refleje en el ámbito laboral y se vean incentivados y comprometidos con la organización.

Se puede interpretar que se genera una relación gana – gana por parte de la empresa y de los trabajadores en donde la Empresa ofrece compromiso, desarrollo profesional y calidad de vida a cambio de recibir motivación, calidad al desempeño del trabajo, motivación, apertura al cambio por parte de los empleados. Esta relación requiere de reciprocidad, de compromiso mutuo para que el resultado sea generar confianza por parte y parte y así mismo involucrar a toda la compañía desde los altos ejecutivos hasta los operarios.

De esta forma cuando ya se logra una total integración por parte de todos los miembros de la organización, se genera un ambiente de confianza, calidad de vida y motivación que por ende conlleva a un clima laboral adecuado para iniciar

cualquier proceso de cambio y contar con la participación y compromiso de todos, facilitando una de las limitantes ante cualquier intento de cambio de cultura organizacional que es la resistencia al cambio y el temor hacia éste.

### **7.3 Como involucrar a los empleados**

Al aplicar en todos los empleados, desde la gerencia hasta los operarios, correctamente la fórmula anterior dentro de una organización, se reflejará inmediatamente el desarrollo y el compromiso por parte de todos con ésta, generando los resultados esperados de integración y de sentido de pertenencia hacia la empresa; al implicar a los empleados e involucrarlos con las variables descritas en la fórmula, se genera mayor responsabilidad y autonomía en el trabajo por lo tanto los empleados sienten que son confiables y darán más de su parte, generando así una relación gana – gana y en el momento que la empresa requiera de un cambio , estos ya tendrán la actitud y la mente abierta ante cualquier situación. El potencial competitivo de una empresa está en la forma de dirigir la organización.

Lo importante para tener éxito cuando la empresa decida implementar algún cambio, es saber dirigir adecuadamente a los empleados. Un claro ejemplo de esto son las industrias japonesas de automóviles en donde su éxito se encuentra en la habilidad para organizar y dirigir el trabajo.

Algunos sistemas para lograr dicha integridad son los siguientes:

Sistema Hoshin Kanri, o Dirección por Políticas: es un sistema en donde se despliegan objetivos y formulación de acciones para lograr las metas. Este proceso implícitamente involucra al empleado en la fijación de objetivos y metas así mismo con la forma de controlar el cumplimiento de estas. Requiere el ciclo PDCA durante su ejecución.

Gemba Kanri o Shop Floor Management: Involucra la gestión de las actividades diarias del negocio; es impulsado por los objetivos planteados en el anterior sistema. Hace énfasis en el control y el avance logrado.

Para que exista compromiso, debe existir una organización basada en equipos con el propósito de generar líderes en donde se implica significativamente al empleado, debido a que se transfiere el poder y la responsabilidad en el control de las actividades cotidianas. Así mismo debe existir una red de comunicaciones en donde se dejan de lado los niveles jerárquicos debido a que esto genera autonomía y por lo tanto mayor responsabilidad. Es necesario que existan

momentos de conversación e interacción entre los equipos para generar soluciones a posibles problemas que puedan presentarse.

#### **7.4 Importancia del recurso humano en el tpm**

El TPM no es solo una herramienta de Ingeniería para mejorar procesos de producción, es también la forma de hacer cada vez mejores personas; TOYOTA una de las empresas líderes en este tipo de procesos dice “nosotros no producimos automóviles, nosotros formamos personas”, esta es la filosofía que debe tener cada empresa al aplicar TPM, si las directivas no le dan la importancia a la formación de los empleados se puede estar incurriendo en un error al tratar de implementar TPM.

Toyota tuvo éxito en la implementación del TPM, debido a que el punto de partida para aplicar cualquier proceso de cambio en cualquier empresa es llevar a cabo el empoderamiento junto con todo el personal desde el inicio con el fin de que éste se involucre y se familiarice totalmente con el cambio, facilitando así el proceso de implementación. Los empleados deben sentir que forman parte de la empresa, y para esto la organización debe crear confianza entre ellos brindándoles la autonomía necesaria para el desarrollo de sus funciones; educando y formando a las personas desde el nivel gerencial hasta el nivel operativo.

Algunos mencionan el capital como el recurso esencial para el desarrollo industrial, y otros mencionan la tecnología como el factor que incrementa la misma. Si bien estos recursos son importantes, el capital puede ser desperdiciado por las personas y la tecnología no sirve de nada sin personas que se comprometan y aprendan a utilizarla bien. No solo es importante desarrollar el talento humano sino también contar con la adecuada participación de la dirección en cuanto a dirigir, controlar y realizarle seguimiento al programa de implementación; porque la dirección es la que debe dar el ejemplo a seguir controlando las actividades bajo su cargo y así mismo reflejando este compromiso al resto de la organización, generando mayor compromiso por parte de todos; pero vale la pena repetir que no es solo cuestión de contar con el talento humano adecuado, sino con la alta dirección totalmente comprometida y dispuesta a seguir con esta actitud durante todo el proceso dando ejemplo en toda la empresa.

La mentalidad de los directivos de las empresas que desean aplicar alguna herramienta para mejorar la productividad es generar en el personal talentos y competencias; “el talento necesario para tener éxito en determinados puestos de trabajo se puede traducir en competencias”. Se requiere de talento, disciplina y

capacidades en el personal de la empresa para poder llevar a cabo los planes de mejoramiento que se planteen, en este caso el Mantenimiento Productivo Total; por lo tanto es indispensable que el personal esté capacitado, formado y con la mente preparada ante nuevos retos y cambios. El talento se puede plantear en una fórmula que contiene las siguientes variables:

Talento: Capacidades + Compromiso + Acción. Al lograr desarrollar estos elementos en los empleados, se habrá dado un gran paso frente a la transformación de actitud de los trabajadores ante un cambio.

A continuación se mencionarán las competencias más significativas para la alta productividad y competitividad industrial según Toyota:

Observación e identificación de las pérdidas de productividad en los sitios de trabajo.

- ✓ Diagnóstico de causas y solución de problemas en forma sistemática.
- ✓ Empleo disciplinado de los estándares de trabajo.
- ✓ Empleo de controles visuales para evitar o detener los problemas.
- ✓ Desarrollo de liderazgo a través de la comprensión total del trabajo que se realiza.
- ✓ Desarrollo de trabajos en equipo para la mejora de la productividad.
- ✓ Procesos de conversación y diálogo como una de las más poderosas herramientas de trabajo.

Una vez se realice la formación en las competencias, se debe iniciar con un proceso de observación de los comportamientos por parte de los directivos, con el fin de cerciorarse de que los nuevos hábitos respalden las competencias que se han logrado desarrollar; en caso de que el resultado no sea el esperado, se deberán efectuar planes de refuerzo.

## **7.5 Creacion del ambiente para TPM**

A continuación se mencionarán las principales características que se requieren en el ambiente laboral para desarrollar el TPM en una organización.

### **7.5.1 Necesidad de una cultura de trabajo en equipo**

Al no contar con la colaboración de todo el personal involucrado en las operaciones de la fábrica, no es posible pensar en mejorar los procesos de las plantas y organizaciones. Actualmente la asociación e intervención de los trabajadores en las actividades de mejora e innovación es de suma importancia

para el progreso de las organizaciones. Darle autonomía, poder de decisión y crear una organización altamente eficiente, es trabajo por parte de la dirección.

La participación del personal, se debe ver reflejada desde la formulación de los objetivos del TPM, generando así compromiso con las metas de la empresa. Para lograr esto, se requiere de formación, flujo de información y confianza en las personas.

### **7.5.2 Conversación permanente y Gestión visual**

La conversación, el diálogo para el aprendizaje, el estudio de proyectos, la coordinación y la formulación de metas son unas de las características importantes del trabajo en TPM, debido a que el dialogo es un elemento vital que fortalece el compromiso con los objetivos de la empresa.

Una de las metodologías que se utiliza en el TPM son los tableros de gestión de la información, ya que en estos se presentan los resultados obtenidos en forma dinámica y gráfica. Estos tableros se encuentran ubicados cerca de los equipos, con el fin de hacer las reuniones cortas conocidas en Japón como “los cinco minutos TPM” en donde se permite socializar el conocimiento en la empresa. Importancia de las experiencias como fuente de conocimientos.

El nuevo modelo de empresa se basa en la gestión del conocimiento, en donde se apoya en una nueva conservación y transferencia del conocimiento. Esto implica desarrollar sistemas para el registro de experiencias adquiridas en las diferentes actividades que se realicen durante el trabajo de conservación de equipos.

Del resultado de las experiencias se analizan e interpretan los resultados con el fin de generar acciones que permitan mejorar la eficiencia de los equipos. Con esta forma de hacer las cosas, las enseñanzas de cada evento se guardan y se transfieren a otros trabajadores, evitando así que se repitan los errores en las otras áreas de la fábrica; la idea de esta parte es aprender de las experiencias de los demás y mejorar las situaciones similares que se presenten.

### **7.5.3 Creación de depósitos de conocimiento de fácil acceso.**

Con el motivo de asegurar el conocimiento y la experiencia, se crean “almacenes” de conocimiento para guardar la experiencia del trabajo técnico. Es necesario preservar el conocimiento de las personas en cuanto al comportamiento de los equipos y procesos como las experiencias cuando se le ha realizado mantenimiento a éstos.

El fin de este aspecto es recoger documentos donde se consigna el conocimiento (informes técnicos, estudios de fallos, artículos técnicos, presentaciones, entre otros), y guardarlos donde puedan ser consultados para su uso.

Una de las formas empleadas para almacenar el conocimiento es la utilización de bases de datos en donde los mismos empleados diligencian su propia información en cuanto a intervenciones en los equipos o sobre algún tema técnico concreto

#### **7.5.4 Fomentar el ambiente propicio para los conocimientos.**

Otro elemento importante para tener en cuenta si se quiere transformar la industria, se trata de promover y generar el ambiente propicio en donde se cree un espacio para la creación, transmisión y uso del conocimiento en una forma oportuna.

Entre los métodos más comunes en las organizaciones están: digitalización de planos, elaboración de manuales de procedimientos entre otros.

Es importante aplicar las características mencionadas anteriormente cuando se va a implementar TPM, ya que siguiendo estos pasos se “prepara el terreno” en la organización y esto hace que sea mucho más fácil empezar a desarrollar la filosofía.

### **7.6 Elementos para la práctica del tpm en una organización**

#### **7.6.1 Proceso de Dirección:**

Para la implementación de la filosofía del TPM, se requiere de una nueva forma de dirigir, en donde la característica principal es la participación, la cual debe hacerse efectiva desde el momento en que se plantean los objetivos de él en toda la empresa. .

#### **7.6.2 Cultura de Empresa:**

Es primordial preparar la cultura de la empresa para implantar TPM; algunos de los factores culturales para desarrollar adecuadamente el programa son: el trabajo de alta colaboración y autorresponsabilidad, autocontrol, participación, sentido de ahorro y de pertenencia hacia la empresa. Este trabajo de crear la cultura se da por medio del trabajo dedicado de la alta dirección hacia los demás niveles en la organización.

#### **7.6.3 Formación y Entrenamiento:**

La base del cambio en cualquier tipo de empresa es la formación del personal; esta formación no solo implica el aspecto técnico, sino también el aspecto a nivel

de crecimiento y desarrollo personal por medio de programas de educación que involucran aspectos humanos como trabajo en equipo, comunicación, conversación y diálogo. Una vez se obtiene esta formación, se deben realizar actividades de entrenamiento para su fortalecimiento y práctica.

#### **7.6.4 Organización de Apoyo:**

Para la implementación del TPM, se debe contar con una estructura específica, la cual contará con un equipo líder y a su vez éste con un facilitador, el cual será el encargado de coordinar y controlar todas las actividades que tienen que ver con la filosofía, como los temas logísticos y los equipos de mejora a nivel operativo. A cada pilar del TPM se le asigna un subgrupo de directivos los cuales velarán por cumplir los objetivos de estos, generando así la participación total de las áreas de la organización en el proceso de cambio.

En esta “nueva estructura” no se creará ningún cargo, se reorganizará en pequeños equipos de trabajo, los cuales liderarán cada uno de los pilares TPM. La coordinación y el seguimiento de las actividades TPM estarán a cargo de la dirección superior de la empresa.

Los anteriores elementos, están basados en principios y valores fundamentales que determinan las prioridades con que la empresa decide sus acciones. Los valores y principios en los que se apoya en TPM son:

- Respeto por el Individuo.
- Respeto por el clima laboral.
- Aprecio por los recursos disponibles en la empresa.
- Cultura de alta responsabilidad en el trabajo individual y colaboración con los compañeros.
- Gusto por la exigencia.
- Cultura de observación.
- Pasión por los resultados.
- Transferencia de conocimientos.

Los valores y principios mencionados apuntan directamente al Éxito Personal y al Éxito de la Empresa.

#### **7.7 Comunicación en el TPM**

El diálogo y las conversaciones permanentes entre toda la organización generan una retroalimentación que permite enfocarse hacia una mejora continua. De esta manera, en las empresa se deben crear estas redes de conversación con el fin de



hacer partícipes a todos los integrantes dentro del proceso de implementación del sistema de Mantenimiento Productivo Total, TPM, en donde cada persona aporta soluciones a problemas presentados.

Como ya se mencionó, el diálogo es la principal herramienta de comunicación entre los empleados de todos los niveles de la organización en donde se pueden expresar los problemas, puntos de vista, opiniones, mejoras en todo lo que tiene que ver con en TPM; en las organizaciones se debe crear un espacio de retroalimentación en donde el personal deberá expresar el conocimiento adquirido, las experiencias con el proceso de cambio, a nivel personal cómo se sienten en este proceso. Este espacio debe ser liderado por la dirección de la organización en donde los integrantes de ésta también participarán de forma activa en la retroalimentación dando el ejemplo y generando confianza a los empleados para que éstos no se cohíban en el momento de tener que expresarse.

Estos diálogos, se deben realizar sobre tableros de gestión visual consignando allí la información relevante que resulta como conclusión de las reuniones o sesiones planeadas.

Es relevante la claridad en el diseño de la representación gráfica de estos tableros, por lo tanto se destacan las principales recomendaciones para su elaboración:

- Proximidad o diseños sencillos que favorezcan el entendimiento de la información.
- Facilidad para el diálogo.
- Facilidad en la identificación del evento que se pretende controlar.
- Facilidad para actualizar y modificar.

Estos tableros son una herramienta en donde participa toda la organización que permite valorar y evaluar en tiempo real los avances del proceso de implementación de la filosofía TPM.

El contenido típico de un tablero de gestión visual empleado para la práctica del TPM es el siguiente:

- Objetivos de la empresa y del área
- Diagrama de flujo del proceso
- Planes para lograr las metas
- Resultados y avance
- Acciones Kaizen

- Estándares de mantenimiento autónomo
- Programa de entrenamiento
- Análisis de desviaciones en el logro de metas
- Diagnósticos de calidad
- Mapas de seguridad de la zona
- Otra información sobre diagnóstico de problemas.

En algunas empresas estos tableros en la parte superior incluyen una fotografía del equipo (integrantes) con el propósito de generar pertenencia.

Es de suma importancia que se generen estas sesiones ya que acá se confirma que el recurso humano es el factor más importante para la implementación del TPM y la mejora de la productividad; los equipos y las maquinarias simplemente son los medios, pero realmente es la persona, sus conocimientos y aportes los que generan valor en la organización.

## **7.8 Los roles para la implementación del TPM**

Los roles de los empleados van cambiando a medida que se implementa el TPM, las características de un empleado antes y después de haber implementado TPM desde un operario hasta un gerente son muy diferentes. El rol donde ya se ha aplicado TPM, el empleado tiene un contacto directo con el proveedor y con el cliente, dándole autonomía en sus funciones y así mismo generando autoconfianza hacia su trabajo

## **7.9 Metodologías para la implementación del TPM**

### **7.9.1 Pasos para la implementación tpm**

A continuación se explicarán detalladamente los doce pasos que se deben llevar a cabo durante la implementación del TPM según Seiichi Nakajima. El objetivo de los pasos descritos es involucrar a todos los niveles de la organización en el proceso desde la alta dirección hasta los operarios.

### **7.9.2 Anuncio de la Alta Dirección de la Introducción del TPM**

Los trabajadores deben enterarse por parte de la alta dirección la decisión de aplicar TPM; ésta decisión se debe infundir con entusiasmo para generar expectativas en los empleados. La preparación implica crear un ambiente adecuado para generar un cambio efectivo y para esto se requiere de un apoyo persistente y firme liderazgo de la alta dirección, teniendo claro que el programa depende directamente de la participación total de los miembros de la organización

### **7.9.3. Lanzamiento de una Campaña Educativa**

Este paso abarca el entrenamiento y promoción del programa, el cual debe empezar cuanto antes sea posible, después de haber introducido el proyecto en el paso (1) uno. El objetivo principal no es solamente explicar el TPM sino también elevar la moral y el ánimo de los trabajadores y romper con la resistencia al cambio. Los operarios de producción en su mayoría creen que el TPM incrementa la carga de trabajo, mientras que los operarios de mantenimiento son incrédulos acerca de la capacidad de los operarios de producción para practicar las actividades preventivas. En este paso se tratan de romper estos paradigmas.

### **7.9.4. Crear Organizaciones para Promover el TPM**

La estructura promocional del TPM se basa en una matriz organizacional plana, conformada por comités y grupos de proyectos en cada nivel de la empresa (táctico y estratégico) y asignar el personal necesario que apoye la gestión de la promoción del programa, facilitando la comunicación entre los entes de la organización.

### **7.9.5 Establecer Políticas y Metas para el TPM**

Las metas deben ser claras, cuantitativas y precisas, que especifiquen el objetivo, la cantidad y el periodo de tiempo. Con el motivo de medir una meta alcanzable, debe comprenderse la situación actual en cuanto a las características de las averías. Metas razonables de acuerdo a la situación actual de la empresa dan la pauta para el éxito.

### **7.9.6 Formular un Plan Maestro para Desarrollo del TPM**

Este plan, debe incluir un programa diario de promoción del TPM; el plan debe contener las siguientes actividades:

- Mejoramiento de la Efectividad del Equipo
- Establecimiento del Mantenimiento Autónomo
- Aseguramiento de la Calidad de los Productos
- Programa de Mantenimiento Planificado
- Plan de Entrenamiento y Capacitación

### **7.9.7. El Disparo de Salida del TPM**

Prácticamente este es el primer paso para la implementación del TPM. Desde este momento, los empleados deben cambiar las rutinas diarias tradicionales y empezar a aplicar el Mantenimiento Productivo Total. En este paso se debe crear un ambiente que incremente la moral y la dedicación de los trabajadores.

### **7.9.8. Mejora la Efectividad del Equipo**

Todos los miembros de la organización (ingenieros de producción, división técnica y mantenimiento, supervisores de línea, etc.), forman equipos de proyectos que implementarán las mejoras para eliminar las pérdidas.

### **7.9.9 Establecer el Programa de Mantenimiento Autónomo**

Este tipo de mantenimiento es una característica única del TPM. Durante la promoción del TPM, toda la organización en todos los niveles debe creer y convencerse que los operarios son los responsables de realizar el mantenimiento a sus propios equipos.

### **7.9.10 Establecer el Programa de Auto Mantenimiento**

El volumen de mantenimiento disminuye en el momento en que las inspecciones se vuelven rutinas de los operarios. En esta etapa del proceso, el área de mantenimiento se debe enfocar en su propia organización y establecer un programa de auto mantenimiento.

### **7.9.11 Conducir el Entrenamiento para Mejorar las Habilidades**

La educación y el entrenamiento para la formación y habilidades de operación y mantenimiento se deben ajustar a los requerimientos particulares de la compañía. La capacitación se debe analizar como una inversión en el personal que genera beneficios. Las organizaciones que implantan el Mantenimiento Productivo Total deben realizar la inversión en entrenamiento y capacitación para hacer que sus empleados operen adecuadamente sus equipos y cimentar sus habilidades en la operación cotidiana.

### **7.9.12. Desarrollo Temprano de un Programa de Gestión de Equipos**

Se requieren inspecciones y revisiones en el periodo inicial ya que durante el arranque cuando se instala un equipo nuevo probablemente aparecen problemas, por lo tanto es necesario realizar ajustes, reparaciones, limpieza y lubricación para evitar el deterioro. Esta gestión temprana de los equipos debe ser realizada por el personal de mantenimiento junto con producción.

### **7.9.13 Implantación Plena del TPM**

Finalmente, se debe perfeccionar la implantación del TPM y fijar las metas futuras más elevadas. Mientras transcurre el periodo de estabilización, cada miembro de la organización trabaja continuamente para mejorar los resultados y la pauta que marca el verdadero comienzo del programa.

La clave para un efectivo mantenimiento es la iniciativa de los operadores de las maquinas. Más del 75% de daños pueden ser detectados y prevenidos por operadores bien entrenados y capacitados.

Cuando los miembros del equipo de trabajo se sienten a gusto con el cambio del TPM y cuentan con la responsabilidad y las habilidades “bienvenido el cambio”. De manera que es de suma importancia que se apliquen adecuadamente los pasos anteriormente mencionados ya que estos son una guía para la correcta aplicación del Mantenimiento Productivo Total, aclarando que esta guía no es una “camisa de fuerza” ya que depende del tipo de organización y cultura que se maneje al interior de esta.

Debido a que el proceso de implementación de TPM es a largo plazo, se requiere de un facilitador de tiempo completo que este durante todo el proceso, este facilitador es una persona interna de la empresa nombrada por la alta dirección, deberá tener buenas relaciones con todo el personal además de la capacidad de liderazgo y un alto grado de responsabilidad y compromiso. Este facilitador deberá reportar directamente a las personas encargadas de la implementación con la presentación de informes a la alta dirección.

Un exitoso lanzamiento de TPM es una importante señal para la facilidad de su implementación en el futuro. El éxito de este lanzamiento y la velocidad con que esto ocurra, depende del correcto entrenamiento y compromiso del facilitador del TPM y del equipo quien tiene el total entusiasmo y apoyo visible de la alta dirección. TPM representa un drástico pero requerido cambio en la forma en que se realiza el trabajo.

A continuación se mencionarán unos pasos que se recomiendan para integrar a toda la organización en el proceso de aplicación del Mantenimiento Productivo Total.

#### **7.9.13.1 Seleccionar el facilitador del TPM**

Se debe contar con un líder quien ayude a lanzar y dirigir la iniciativa. Seleccionar una persona quien esté dispuesta a conocer las necesidades reales del lanzamiento de este cambio. Las personas hacen mejor las cosas que les gusta hacer, de manera que es muy importante escoger adecuadamente al líder que se ajuste al perfil que se requiere. A continuación un breve esbozo de lo que un buen facilitador de TPM realiza.

El facilitador es responsable por:

- ✓ Desarrollar un claro entendimiento de la visión total de la compañía en el futuro y como la iniciativa del TPM ayuda a que esta visión se haga realidad.
- ✓ Visitar otras compañías, competidores si es posible, porque estos son puntos de referencia de actividades de TPM. Desarrollar contactos en esas compañías explotará las posibilidades de compartir actividades relacionadas con la tecnología. La “tecnología compartida” es un concepto que permite a grupos que no compiten con las plantas compartir sus conocimientos y experiencias en TPM.
- ✓ Realizar reuniones periódicamente para evaluar cómo va el proceso.
- ✓ Realizar el lanzamiento del primer TPM en el área piloto y desarrollar en éste una “Isla de Excelencia” de TPM.
- ✓ Desarrollar recompensas y reconocimientos por la iniciativa del TPM.

Un facilitador es un recurso para el equipo del TPM que proporciona los fundamentos de este, ayuda al grupo a superar los obstáculos, y demuestra el comportamiento en equipo. (La palabra facilitador significa hacer las cosas más fáciles, avanzar). El facilitador ayuda al equipo pero no se hace responsable por las tareas de éste. Es neutral, objetivo, observador, proporciona una fuente de información. Idealmente un facilitador es alguien respetado y confiable por casi todos en la organización; este sujeto debe tener antecedentes técnicos y excelentes habilidades para entrenar a las personas. Un facilitador ayuda a que el equipo de TPM se adapte adecuadamente por medio de las siguientes características.

- ✓ Entrenador TPM. Proporciona un entrenamiento inicial y después revisa la información que pudo no haber sido entendida por algunos en este entrenamiento. Actualiza los equipos con nuevas técnicas o tecnología desarrollada por otros equipos de otras plantas o desde fuera de la compañía (tecnología compartida).
- ✓ Equipo desarrollador. Ayuda a superar la controversia y los problemas de disciplina tanto desde dentro del equipo como desde el exterior (como la falta de apoyo de las plantas o una pobre participación de un miembro del equipo).
- ✓ Asesor Técnico. Ayuda al equipo a mantenerse enfocado. Se asegura que su equipo mida su propio desempeño. Prepara al equipo para reunión de presentaciones en la planta.
- ✓ Animador. Alentar a cada uno de los miembros del equipo cuando las circunstancias lo requieran.

- ✓ Enlace. Se asegura de que la dirección y el resto de la planta sepan como el grupo está haciendo de forma continua las cosas.

### **7.9.13.2 TPM “Islas De La Excelencia”**

El piloto inicial del área de TPM puede ser desarrollado y usado como una “Isla de Excelencia”. Esta isla TPM será usada como un modelo en toda la organización. Las islas calmarán los temores iniciales que despierta el TPM, y es ahí es donde realmente inicia la curva de aprendizaje.

Esta técnica puede tener cierta dificultad en su implementación, por lo tanto es recomendable empezar solamente en un área. Tras la finalización del modelo de “isla” del TPM, simultáneamente la implementación en las múltiples áreas debe considerarse.

Es muy importante tomar muchas fotos antes y después para recordar a cada uno como empezó y ver lo que han logrado. La implementación completa del TPM requiere por lo menos 3 años; de manera que la organización se tiene que asegurar de tener un facilitador comprometido con una exitosa implementación.

### **7.9.13.3 Seleccionar primero el área y el equipo piloto**

Se requieren ciertos requisitos para seleccionar la primera área piloto:

- Un área manufactura que no ejecute actualmente más de dos turnos, 5 días a la semana. Esto es importante porque el área de manufactura estará cerrada por 3 o 5 días durante el entrenamiento de TPM, por lo tanto será necesario construir una reserva de productos de esta área con el fin de proteger los envíos a los clientes durante este periodo.
- Un área de manufactura donde haya inactividad en los equipos, pérdidas en los costos de producción o calidad del producto deficiente porque son un problema importante en donde la satisfacción del cliente se pone en peligro.
- Las personas que estén trabajando en esta área deben tener las 5S y tener claro el concepto de la construcción de un equipo de entrenamiento.
- Es importante que el lanzamiento del TPM se realice en un área donde la gente sea receptiva y no tenga conflictos con la implementación ya que éste es el primer equipo que debe entender y aceptar la responsabilidad de desarrollarse y llegar a ser “el área modelo”.
- El equipo del área piloto deberá tener las siguientes características:
- Deberán estar todos los operarios de todos los turnos que trabajan en el área piloto. Si se dificulta la entrada a cualquier cambio, la implementación

será demasiado lenta. Puede ser difícil programar un calendario de formación para varios turnos, pero es absolutamente esencial.

- El equipo deberá contar con Técnicos de mantenimiento quienes son responsables de actividades de mantenimiento para esta área de la planta y estos permanecerán después del lanzamiento. Los operarios y los técnicos desarrollarán una nueva relación como resultado de este evento y esta relación se debe permitir para que crezca después de realizada esta actividad. Debe haber como mínimo dos técnicos.

#### **7.9.13.4 Desarrollar el piloto en el área y establecer los objetivos TPM en el calendario.**

En este momento, se desarrolla la prueba piloto en el área establecida de acuerdo con los objetivos planteados en el calendario; estos objetivos deben estar organizados en un cronograma para su respectivo control, seguimiento y cumplimiento, el facilitador deberá estar al tanto del desarrollo de los objetivos y así mismo presentar informes a la alta dirección de los avances de estos con el fin de mantener informados a los directivos, también el facilitador deberá organizar reuniones a nivel de toda la organización y presentar los avances para que las otras áreas tomen ejemplo.

#### **7.10 Entrenamiento en Mantenimiento Autónomo y Preventivo**

Se realizarán capacitaciones y entrenamientos acerca de los diferentes tipos de mantenimiento tanto a los operarios de las máquinas como a los técnicos de mantenimiento ya que estos son complementarios porque los operarios conocen las máquinas perfectamente y los técnicos como solucionar los problemas de estas.

Para el entrenamiento, se diseñarán unas etiquetas las cuales se pondrán en las máquinas con el fin de tener el control de la fecha, el operario o el técnico y el problema que solucionó (seguridad, calidad, mecánico, eléctrico, herramientas, otro), para crear un historial de éstas.

#### **7.11 Lecciones de un Punto (LUP's)**

Las OPL's (One Point Lesson) o LUP's (Lecciones de un Punto), son una herramienta fundamental en la aplicación del Mantenimiento Productivo Total y estas se pueden aplicar durante todos los pasos descritos anteriormente; este instrumento se aplica mediante un documento gráfico para asegurar el conocimiento en el proceso de implementación tanto industrial como de formación del puesto de trabajo por parte de los trabajadores; una LUP involucra casos de



mejora y casos de problemas a manera de retroalimentación y así mismo fomenta las habilidades del trabajo en equipo.

El objetivo principal de esta herramienta es incrementar los conocimientos y habilidades a corto plazo, consignándolos y teniéndolos disponibles en el momento que sean requeridos.

### **¿Cómo nace una LUP?**

Cualquier miembro del grupo toma la iniciativa de crear una LUP, estudia y prepara una hoja en la cual se expresa con originalidad, el creador se la explica a sus compañeros de grupo, el grupo discute para mejorarla para finalmente obtener una LUP clara y confiable.

### **¿Cómo se hace una LUP?**

Se debe seguir el siguiente procedimiento para realizar una Lección de un Punto:

- a) Tomar una hoja de papel y poner un título claro sobre el contenido.
- b) Realizar un dibujo o poner fotos para ilustrar lo que se quiere transmitir. Utilizar menos de 20 palabras.
- c) Hacerla revisar por el Facilitador del TPM.
- d) Enseñarla a los compañeros.

### **Claves para el éxito de una LUP**

- Esta debe ser original.
- Debe transmitir un solo conocimiento.
- Debe ser simple y clara.
- Se debe difundir y asegurarse mediante retroalimentaciones que el mensaje fue claro.

Esta herramienta debe ser muy gráfica para su mayor entendimiento, se deben utilizar recomendaciones acerca de cómo ejecutar el trabajo, cuidados o malas prácticas, y para esto se debe emplear el lenguaje visual. La alta gerencia debe realizar el control de la transferencia del conocimiento y motivar la realización de estas. “Estándar como tal no existe o por lo menos, no se ha tratado de normalizar. El JIPM de Japón emplea un formato muy similar en las diversas

industrias. Si lo analizamos, podríamos encontrar la siguiente información similar entre ellos: logo de la empresa, tema sobre el que se realiza la OPL o LUP, número consecutivo, estratificado por área o temática de entrenamiento, nombre de la persona que la preparó y aprobó, fechas correspondientes, tipo de OPL o LUP, pilar TPM a que pertenece, contenido de la OPL o LUP muy gráfico con poco texto (fotografías digitales), fecha y nombres de las personas que son entrenadas, plan de formación, etc.

### **7.12 Liderazgo fuerte de la supervisión**

Finalmente cabe recordar que un proyecto TPM requiere de un fuerte liderazgo desde un principio para su consolidación. Por ejemplo, varias compañías han iniciado con mucho entusiasmo el programa de implementar Mantenimiento Productivo Total, encargando a un Facilitador la responsabilidad total de este proceso de cambio. El Facilitador ha preparado el programa, ha realizado el entrenamiento inicial y divulgado los principios TPM en la empresa. Sin embargo, una vez realizado el kick off o lanzamiento oficial, el ánimo del proyecto se disminuye, ya que el facilitador o coordinador se encuentra con una barrera ante la necesidad de transferir las acciones TPM a los responsables funcionales de las áreas productivas, ya que son estos los encargados de ejecutar la gestión diaria TPM. Esto se debe a que las diferentes áreas de la organización, creen que la responsabilidad de realizar las acciones TPM son únicamente del facilitador y no asumen el compromiso ni la responsabilidad necesaria para ejecutar las acciones correspondientes, de manera que es muy importante que se encuentre presente la alta dirección en este proceso verificando el cumplimiento de las actividades por parte de los responsables.

El poco liderazgo de la media dirección puede deberse a los siguientes factores:

- No se ha involucrado lo suficiente al personal de línea en el proceso de planificación y desarrollo del TPM.
- El facilitador ha sido el que realmente ha realizado todo el trabajo de diseño y desarrollo del TPM, por lo tanto se genera la sensación de que el proyecto es de esta persona en particular y no de toda la empresa.
- Sigue el pensamiento errado de únicamente producir y no asignar unos minutos para la gestión de la rutina del TPM.

Para evitar que surjan estos inconvenientes, es necesario contar con un fuerte modelo de supervisión mediante un liderazgo, el cual inicia con el compromiso de los jefes de ser ellos mismos los líderes de formación del TPM, y estos deben romper con el paradigma de que es el Facilitador el que debe entrenar a los

operarios, porque este es trabajo de todo el equipo responsable de la implementación del programa. Para esto es de suma importancia un modelo adecuado de educación en donde se logre este liderazgo y así mismo este modelo debe ser ejecutado por el líder de cada área a través de un proceso de cascada.

Un proyecto de implementación de TPM exitoso, requiere de líderes formadores a nivel operativo, estos líderes deben ser proactivos y estudiar constantemente para su formación, este líder debe aprender y tener claro que el seguimiento, control y estímulo es fundamental para que los operarios y técnicos adquieran la disciplina de desarrollo personal y laboral y reflejen ésta en su trabajo generando resultados benéficos para la organización.

Finalmente se puede concluir que Mantenimiento Productivo Total TPM, requiere de un proceso de formación permanente en todos los niveles de la organización, apoyo constante del facilitador y aplicación práctica inmediata, y es claro que “no se necesitan jefes sino LIDERES”.

## 8. TPM EN ROTOPLAST

### 8.1 Rotomoldeadora Schutler (Mpr09)

En la actualidad la maquina MPR09 representa el % 25 de la producción de Rotoplast, medido en kilogramos. Es una máquina de rotomoldeo de origen brasileño, la cual llego a ROTOPLAS en el año 2008.

Contando con un sistema completamente automatizado para el proceso de rotomoldeo; cuenta con un manual de usuario; en el momento de su instalación llega a la empresa un técnico de ROTOMECH para su instalación y capacitación básica para el personal. He aquí algunas características de la maquina:



## DESCRIPCION FISICA DE MAQUINA MPR09

ROTOMECH ENGINEERING

SHUTTLE

### 1.3 CARACTERISTICAS TECNICAS

MODELO ROTACIONAL	MOD.	SH4000
MATRÍCULA	NR	R1064.07
AÑO DE CONSTRUÇÃO		2007
BRAZO RECTO	Nº	2
BRAZO A ESCUADRA	Nº	1
DIAMETRO ESFÉRICO	mm.	4000
DIAMETRO MAX.PLATO (SPIDER BRAZO RECTO)	mm.	3500
DIAMETRO MAX.PLATO (SPIDER BRAZO A ESCUADRA)	mm.	3000
PESO MAX. SOPORTABLE POR UN BRAZO RECTO	Kg.	1700*
PESO MAX. SOPORTABLE POR UN BRAZO A ESCUADRA	Kg.	1300*
RELACION ROTACION/REVOLUCIONES	VARIABLE	
ROTACIONES MAX. EJE PRIMARIO	G/min	8
ROTACIONES MAX. EJE SECUNDARIO***	G/min	8***
CALENTAMIENTO	Gas	NATURAL
PRESION GAS (LINEA * G )	mbar	300
POTENCIA QUEIMADOR	Kw.	/
TEMPERATURA MAX. DI TRABAJO PERMITIDA	C°	370
TEMPERATURA DE ALARMES	C°	400
POTENCIA TOTAL INTALADA	Kw.	27
PRESION AIRE COMPRIMIDA (LINEA 1/2" G)	bar	6 (0.5")
CONSUMO MAX. AIRE COMPRIMIDA	Nl/h	3200
PRESION AGUA ( ENTRADA * G)	bar	2
CONSUMO DE ÁGUA	m³/h	0,10
CONSUMO MAX DE GÁS	m³/h	23/60
CONSUMO MÉDIO DE GÁS	m³/h	14/36
DIMENSÕES DA MÁQUINA (VEDI 1.4)	mm.	
A - B - C		6130 X 16730 X 4555
PESO DE LA MÁQUINA	Kg.	17.000
TENSION DE TRABAJO	VOLT 440	Hz 60
MAX DIFERENCIA DE TENSION PERMITIDA	±	10%
ESQUEMA ELECTRICO	Nº	/
INTENSIDAD ACUSTICA POSICION OPERADOR REGISTRADA EN FABRICA	dBA	70

## **8.2 Mantenimiento actual de la maquina mpr09**

Para hablar del mantenimiento actual de la maquina se entrevistó al ingeniero Camilo Gonzales, quien es el jefe de mantenimiento de ROTOPLAS desde hace unos 3 años.

Pregunta 1:

Que es la maquina MPR09 para ROTOPLAS?

La máquina MPR09 representa el % 25 de la producción, ya que es una de las más grandes, donde se pueden montar los moldes más grandes al igual que la variedad de productos que trabajamos en ella.

Pregunta 2:

¿Cómo era la MPR09 cuando llego a la empresa?

La máquina cuando llego a Rotoplast era una maquina completamente automatizada, tanto los carros como los hornos se manejaban de forma automática desde un mismo tablero, el cual no tenía una fácil manipulación por la cantidad de cables que de allí dependían sin la información adecuada; los manuales contaban con unos tiempos de mantenimiento, que después de un tiempo y por nuestra carga operacional no sirvieron para nada.

Pregunta 3:

¿Cómo ha sido el mantenimiento de la MPR09?

El mantenimiento que se manejaba con esta máquina era más correctivo que cualquier cosa, cuando se presentaban fallos en la maquina esta se paraba entre 5 a 6 días realizando el mantenimiento y buscando cuales eran los problemas que estaba presentando; en conseguir los repuestos e iniciar de nuevo su funcionamiento.

Con la maquina se han presentado varios problemas algunos de los más importantes fueron dos conatos de incendio, el ultimo se presenta el 31 de diciembre del 2012 en el horno de la máquina por presencia de materia en las paredes del mismo.

Desde allí se tomó la decisión de arrancar de ceros por el riesgo que nos estaba generando y la perdida productiva. Lo primero que se hace es tratar de llevar la maquina lo más semejante posible a cuando llega a la empresa, la parte eléctrica fue lo más difícil y el tratar de volverla a colocar automática.

Lo que hicimos entonces fue adaptarla más a nuestro sistema, bajo nuestros parámetros; se remodelaron los ejes que sufrieron problemas calibración, se desprenden los soportes de las chumaceras, se deforma el piso, los ventiladores del eje y el eje se deforma junto el hogar del horno. Se llevan a mantenimiento el hogar del horno e intervenir la máquina, todos los moto reductores del eje mayor y menor y se realizó todo un mantenimiento general de limpieza pintura en marzo del año 2013.

Y se toma la decisión de implementar un mantenimiento preventivo.

Ya los paros son programados, basados en el manual se manejan tiempos de mantenimientos preventivos ya que todas las actividades no se pueden realizar al mismo tiempo por esto se tienen programadas actividades semanales, mensuales, trimestrales, semestrales y anuales que se manejan bajo un programa de mantenimiento que fue desarrollado por Camilo el jefe de mantenimiento y el área de sistemas de la empresa. Este nos genera órdenes de trabajo con las actividades, se las entregamos al mecánico de turno para que él ya sepa cuáles son las tareas a realizar.

La orden de trabajo cuenta con hora de inicio, hora de terminación, fecha, nombre de la máquina, actividades a realizar, observaciones y repuestos utilizados

Una de las partes de más control y mantenimiento preventivo es el cabezote de brazo ya que es una de las partes donde se encuentra la transmisión de movimiento, donde hay mayores esfuerzos y donde hay mayor torsión, además es la zona que más expuesta está a la temperatura del horno.

Entonces mientras los operarios realizan la limpieza del horno el personal de mantenimiento realiza la lubricación del brazo.

Inicialmente se realizaba lubricación del rodamiento del motor, según información o recomendación del catálogo de la maquina pero en el momento que se realizan todas las reparaciones de la maquina se cambió el motor que es llamado por el fabricante "motor libre de mantenimiento", no porque no lleve mantenimiento si no porque según catalogo dice que se debe lubricar cada 3 años o cada cierto número de horas que según nuestros cálculos nos da alrededor de 3 años pero nosotros no esperamos ese tiempo si no estamos mirando la posibilidad de realizar su mantenimiento cada año, para no dejar llegar el equipo al límite.

La idea que se tiene es poder controlar completamente los paros por averías que se presentan actualmente; para esto es que se está buscando la implementación de un TPM.

Anteriormente se podían tener hasta 60 averías al mes y ahora con los mantenimientos preventivos contamos con más disponibilidad de la máquina. Para asegurarse de intervenir la maquina antes de que ocurran la avería y así poder programar los paros y que no surjan imprevistos que nos puedan llevar a paros en producción o daños mucho más grandes.

### **8.3. Implementar TPM para la máquina MPR09**

Antes de entrar a definir los pasos para la implementación del TPM es necesario como primera medida establecer la necesidad de la empresa de la aplicación de este sistema y el real compromiso que tienen los directivos para implementarlo en su organización. Por esto se recomienda realizar un estudio previo de la alta gerencia para no incurrir en equivocaciones a la hora de implementar esta herramienta. Se recomienda realizar un análisis del “DIAGRAMA DE DECISIÓN IMPLEMENTACIÓN TPM” para determinar si se implementa o no el TPM en una organización.

La propuesta de implementación de TPM que se hace a Rotoplast después de una serie de estudios y seguimientos incluye:

#### **8.3.1 Generación de indicadores según OEE (P, 2012)**

Descripción OEE: El **OEE (Overall Equipment Effectiveness o Eficiencia General de los Equipos (EGE))** es una razón porcentual que sirve para medir la eficiencia productiva de la maquinaria industrial. Esta herramienta también es conocida como TTR (Tasa de Retorno Total) cuando se utiliza en centros de producción de proyectos.

La ventaja del métrico OEE frente a otras razones es que mide, en un único indicador, todos los parámetros fundamentales en la producción industrial: la disponibilidad, rendimiento y calidad.

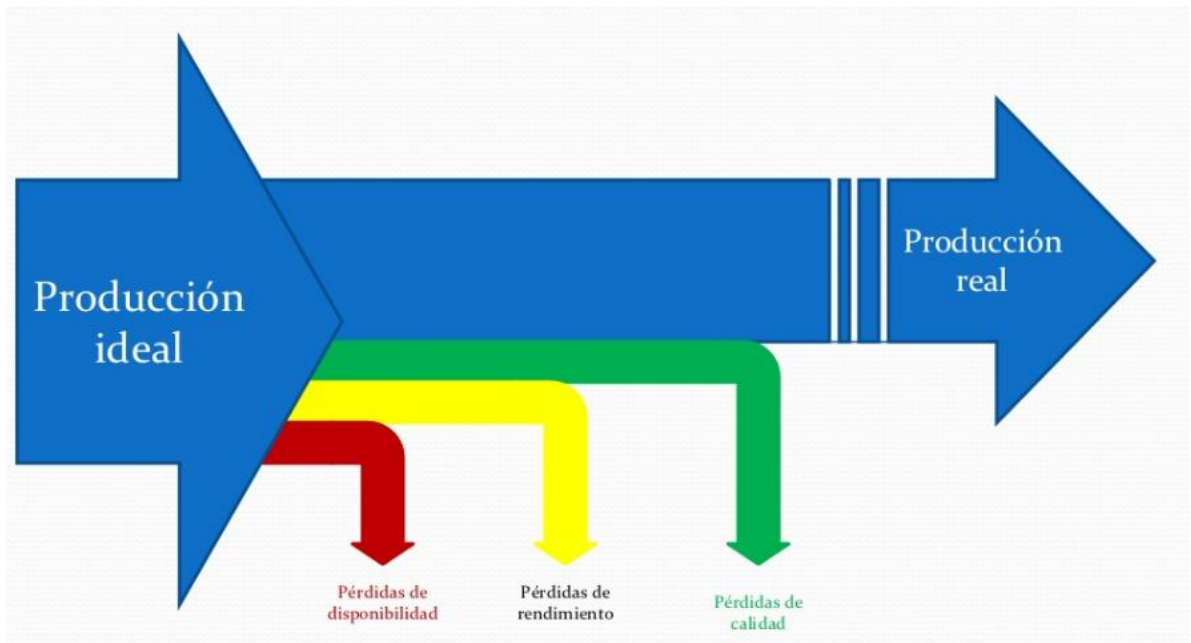
Tener un OEE de, por ejemplo, el 40%, significa que de cada 100 piezas buenas que la máquina podría haber producido, sólo ha producido 40.

Se dice que engloba todos los parámetros fundamentales, porque del análisis de las tres razones que forman el OEE, es posible saber si lo que falta hasta el 100% se ha perdido por disponibilidad (la maquinaria estuvo cierto tiempo parada), eficiencia (la maquinaria estuvo funcionando a menos de su capacidad total) o calidad (se han producido unidades defectuosas).

Sus inicios son inciertos aunque parece ser que fue creado por Toyota. Hoy en día se ha convertido en un estándar internacional reconocido por las principales industrias alrededor del mundo. En algunas partes del mundo es llamado también como TVC (Tiempo, Velocidad y Calidad.) (wikipedia.org, 2007)



## Ilustración 1. INDICADORES OEE Ó EDGE



LOS INDICADORES PROPUESTOS SEGÚN OEE:

### a. Indicador de disponibilidad mensual (D):

Se toma con las 240 horas que debe tener la maquina disponible durante el mes, se deben incluir otras perdidas no planeadas, tales como: arranques y paros inesperados, falta de materiales, cambios de moldes o herramienta, y el tiempo que reporte el área de mantenimiento por cualquier tipo de paro:

$$D = \frac{\text{Horas totales} - \text{horas paradas por mantenimiento u otros}}{\text{Horas totales}} \times 100 = \% \text{ disponibilidad}$$

### b. Indicador de Rendimiento (R):

Es la relación entre la producción real al mes y la producción teórica teniendo en cuenta el tiempo real disponible de la maquina al mes.

$$R = \frac{\text{Producción real}}{\text{Producción teórica (en el tiempo disponible real)}} \times 100 = \% \text{ de rendimiento}$$

**c. Indicador de calidad (Q):**

Es la relación entre el producto conforme que cumple con las propiedades y características exigidas y la producción total.

$$Q: \frac{\text{Producción real} - \text{producción no conforme}}{\text{Producción real}} \times 100 = \% \text{ Producto conforme}$$

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Calidad} \\ = D \times R \times Q$$

**8.3.2. IMPLEMENTACION 5`S**

**8.3.2.1 SEIRI (Clasificar)**



Ilustración 2.Desarrollo de Seiri

### 8.3.2.2 SEITON (Organizar)

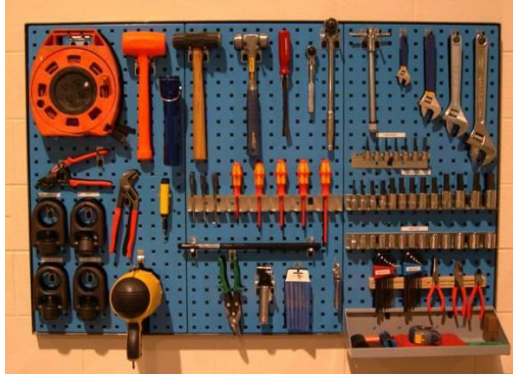


Ilustración 3. Desarrollo de Seiton

### 8.3.2.3 SEISO (LIMPIAR)



Ilustración 4. Desarrollo de Seiso

### 8.3.2.4 SEIKETSU (ESTANDARIZAR)

Mantener los tres anteriores Clasificar, ordenar, y limpiar

### 8.3.2.5. SHITSUKE (DISCIPLINA)

*“La disciplina está relacionada con el hábito de mantener correctamente los procedimientos apropiados”.*

### 8.3.3. ENCUESTA

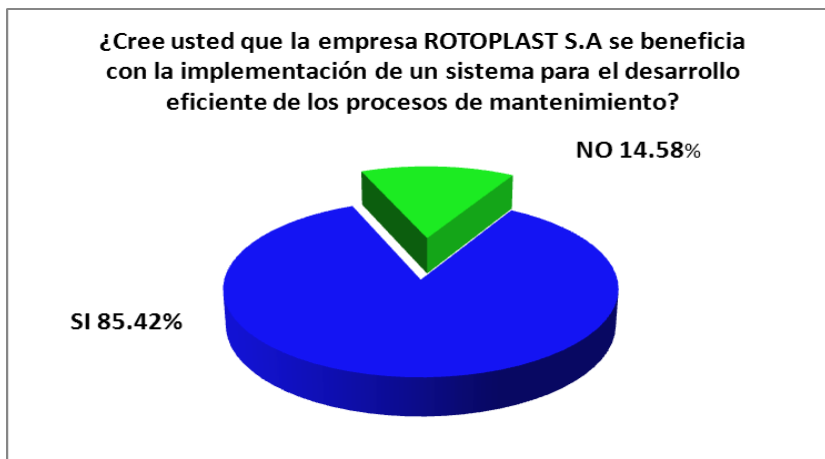
Se elabora encuesta con el fin de conocer las expectativas y el conocimiento de los empleados de ROTPLAST S.A sobre la implementación y el desarrollo del TPM. Además de su adaptación al cambio durante el desarrollo del proyecto.

La encuesta está diseñada en 4 preguntas de respuestas cerradas así:

**Tabla 1. Resultados pregunta 1**

<b>PREGUNTA 1</b>		
¿Cree usted que la empresa ROTOPLAST S.A se beneficia con la implementación de un sistema para el desarrollo eficiente de los procesos de mantenimiento?		
<b>RESPUESTA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PORCENTAJE</b>
SI	41	85.42 %
NO	7	14.58 %
<b>TOTAL</b>	<b>48</b>	

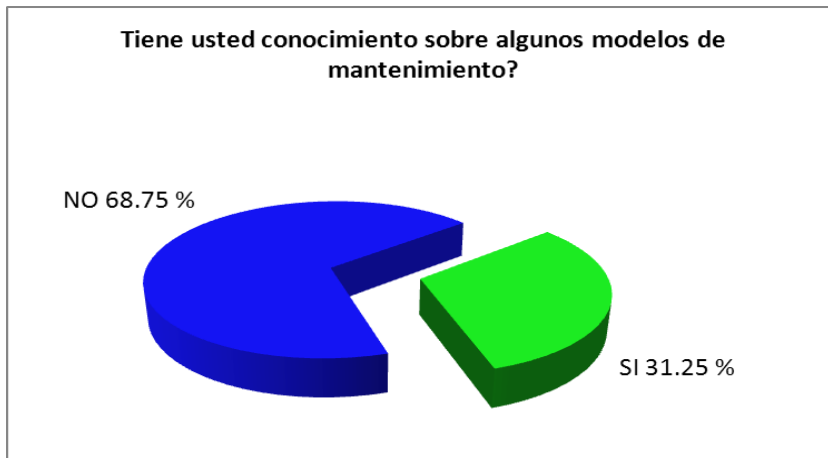
**Ilustración 5. Grafico pregunta 1**



**Tabla 2. Resultados pregunta 2**

<b>PREGUNTA 2</b>		
¿Tiene usted conocimiento sobre algunos modelos de mantenimiento?		
<b>RESPUESTA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PORCENTAJE</b>
SI	15	31.25 %
NO	33	68.75 %
<b>TOTAL</b>	<b>48</b>	

**Ilustración 6. Grafico pregunta 2**



**Tabla 3. Resultados pregunta 3**

<b>PREGUNTA 3</b>		
¿Está usted dispuesto a recibir capacitación para el manejo de un sistema de mantenimiento?		
<b>RESPUESTA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PORCENTAJE</b>
SI	44	91.67%
NO	4	8.33 %
<b>TOTAL</b>	<b>48</b>	

**Ilustración 7. Grafico pregunta 3**

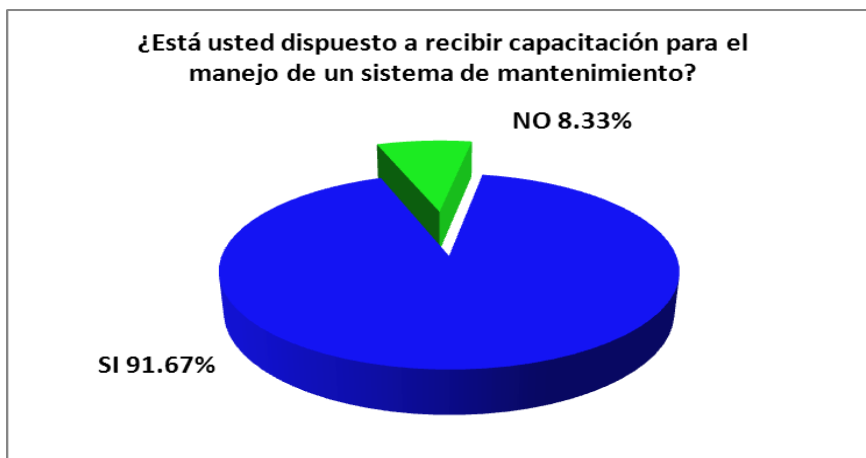


Tabla 4. Resultados pregunta 3

<b>PREGUNTA 4</b>		
¿Está usted dispuesto a asumir nuevas responsabilidades a causa de la implementación de un nuevo sistema de mantenimiento?		
<b>RESPUESTA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PORCENTAJE</b>
SI	43	89.58%
NO	5	10.42 %
<b>TOTAL</b>	<b>48</b>	

Ilustración 8. Grafico pregunta 4



Análisis encuesta:

Se puede concluir al tabular los resultados de la encuesta que el personal es consciente de los beneficios que la implementación del sistema TPM puede generar para la empresa; así mismo manifiestan no tener amplios conocimientos sobre modelos de mantenimiento pero en su gran mayoría están dispuestos a recibir la capacitación necesaria y asumir las nuevas responsabilidades que dicho proyecto pueda generar.

### 8.3.4. Evaluar la capacidad para la implementación del TPM en Rotoplast S.A.

Evaluación de la Empresa para la implementación

Ilustración 9. Necesidad del TPM

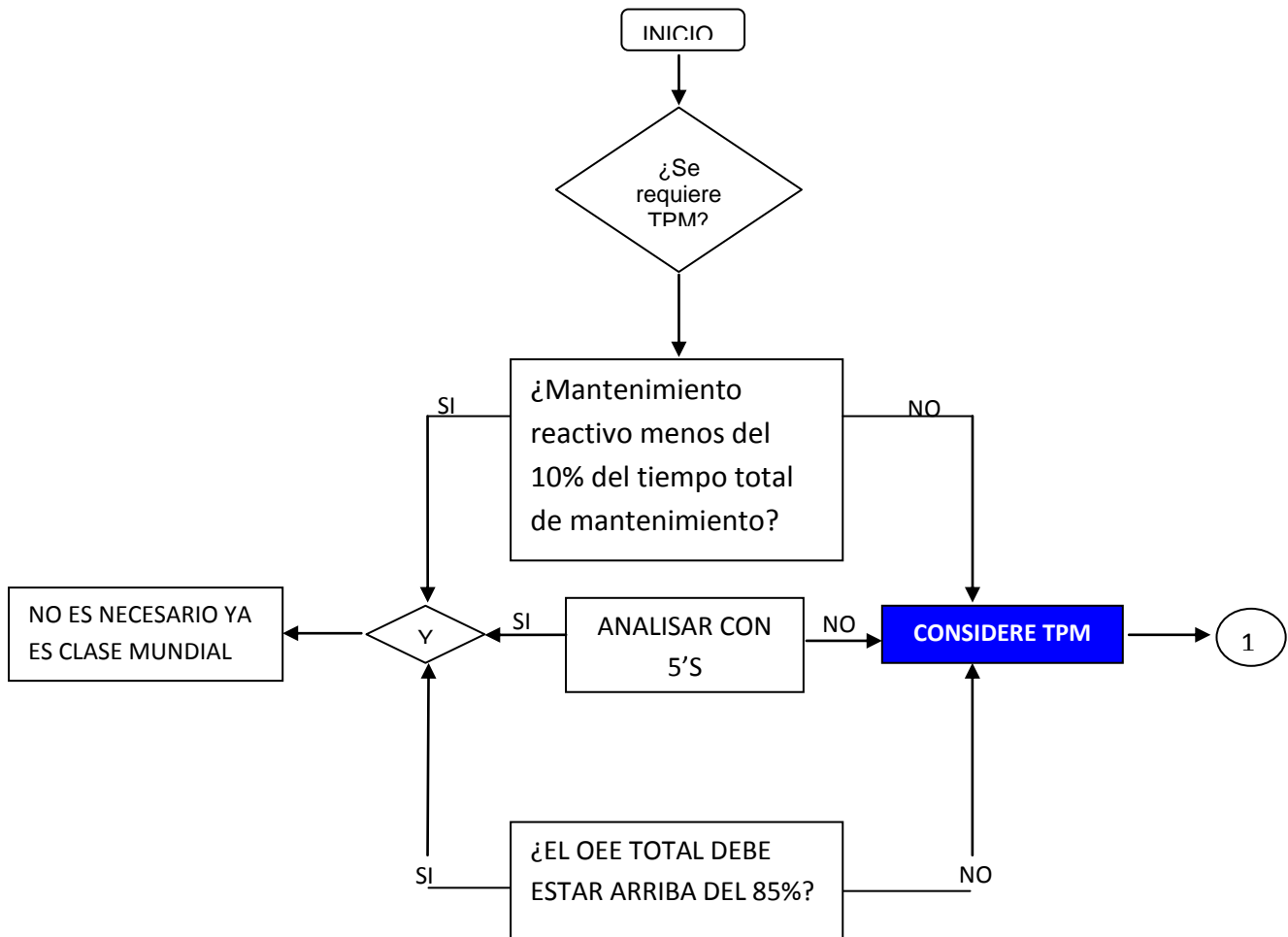
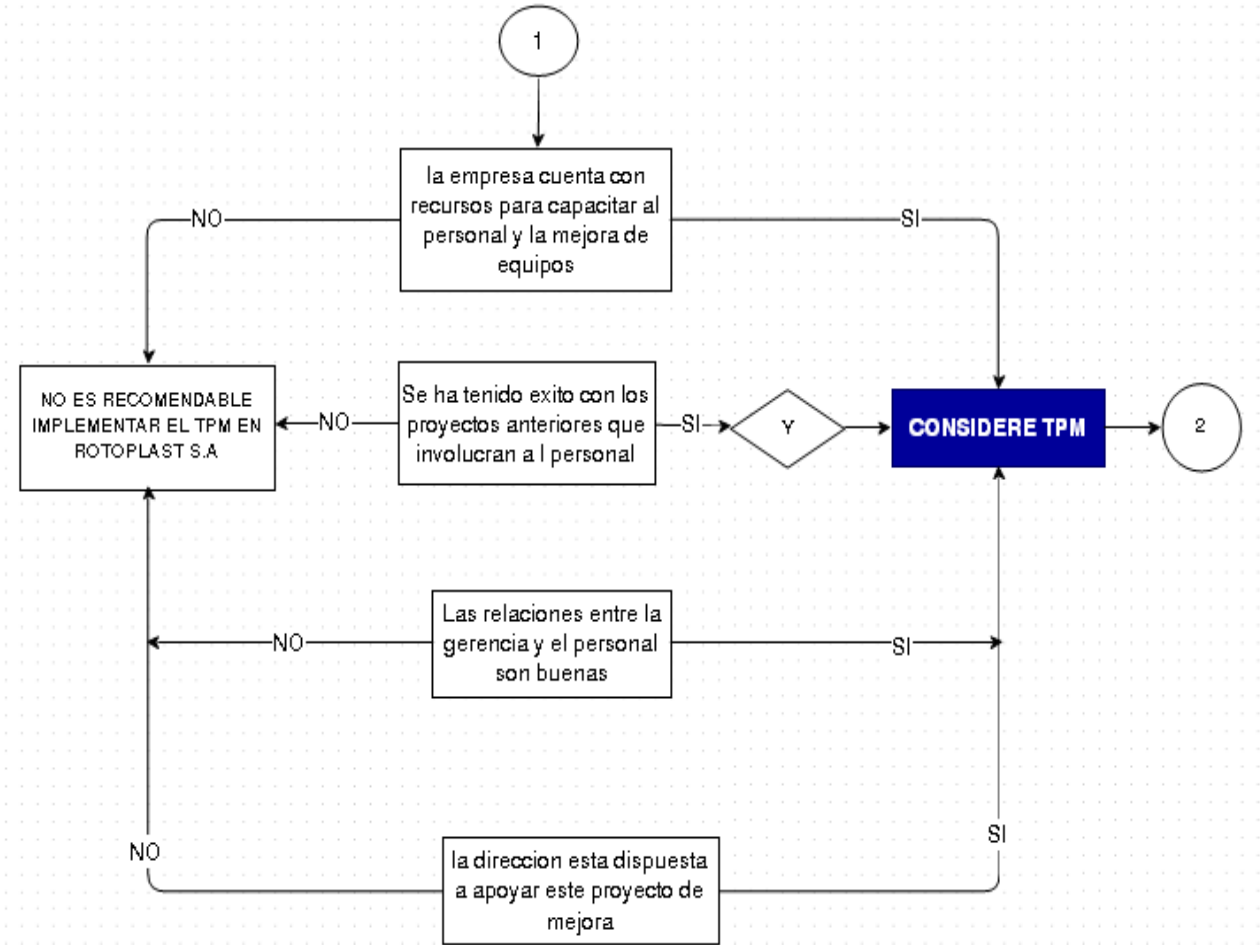
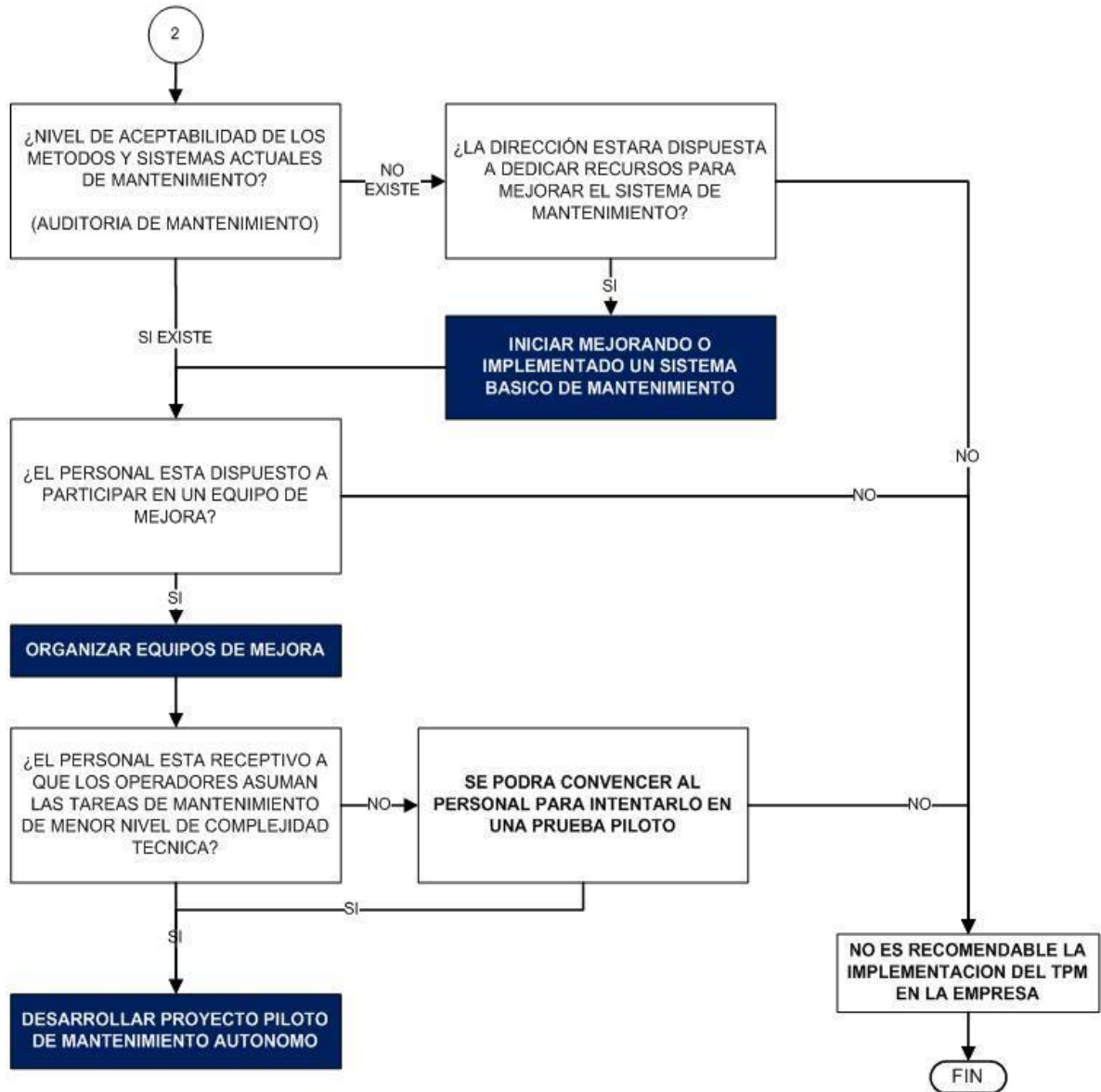


Ilustración 10. Capacidad de la empresa para implementar TPM





**Ilustración 11. Secuencia de actividades para implementar TPM**



### 8.3.5. Etapas de la implementación del TPM

Tabla 5. Etapas de implementación

ETAPAS	PASOS	CONTENIDOS
<b>PREPARACION</b>	1. Decisión de la dirección de aplicar el TPM en la organización.	Comité de dirección.
	2. Campaña de información técnica o educativa.	Capacitaciones y presentaciones.
	3. Estructura de promoción TPM.	grupos de Trabajo y lideres
	4. Establecer políticas y objetivos del TPM.	Diagnóstico y análisis.
	5. Plan maestro y desarrollo del mismo.	Implementación.
<b>IMPLEMENTACION PRELIMINAR</b>	6. Lanzamiento.	Presentación y divulgación del proyecto.
<b>IMPLEMENTACION DEL TPM</b>	7. Mejora de equipos.	Selección y mejora de equipos.
	8. Desarrollo del proyecto de mantenimiento Autónomo.	Desarrollo de pasos Mantenimiento Autónomo.
	9. Programa y plan de trabajo Mantenimiento Autónomo.	Desarrollo del Programa adoptado para el Mantenimiento.
	10. Mejorar las habilidades de operaciones y mantenimiento.	Entrenamientos.
	11. Desarrollo del programa de gerencia.	Diseño de mantenimiento productivo, con Análisis de costo.
<b>ESTABILIZACION</b>	12. Implementación perfecta del TPM.	Evaluación de costo del mantenimiento y establecer objetivos mayores.

(ÁLVAREZ LAVERDE, 2006)

## **9. FORMATOS PROPUESTOS**

A continuación se explican los diferentes formatos que se han propuesto como parte de este trabajo.

### **9.1 Formato Gráfico de pérdidas**

En este formato se deben reportar diariamente todos los paros en el equipo por cualquier causa que se genere, sea por averías, reparaciones y ajustes, herramientas, arranques, operaciones en vacío, baja velocidad, paros programados o cualquier otra.

Se debe realizar el análisis de las causas más recurrentes y tomar acciones correctivas, inicialmente se miden solo el número de paros y posteriormente se registran los tiempos correspondientes a esos mismos paros.

### **9.2 Formato Lección de un punto**

Este formato se utiliza para graficar diferentes situaciones que se consideran importantes y que deben ser difundidas a un grupo de personas, se utilizan para situaciones de seguridad, orden y aseo, procesos y procedimientos, se deben llenar con muy pocas palabras y la idea es que contengan gráficos ilustrativos de lo que se quiere enseñar.

Debe quedar firmada por quien enseña y por quienes reciben el mensaje, es una de las herramientas más poderosas en el proceso de la implementación de TPM.

### **9.3 Tarjetas de control**

Se utilizan tres tipos de tarjetas diferentes para registrar novedades o necesidades del equipo, se identifican por el color, así:

Rojo: Se utilizan para registrar riesgos de salud, seguridad y medio ambiente.

Verde: Se utilizan para reportar casos de mantenimiento autónomo.

Azul: Se utilizan para reportar los casos de mantenimiento planeado.

### **9.4 Plan de cierre de tarjetas**

Este formato es utilizado para el registro de de las acciones tomadas, responsables de ejecutarlas, fecha programada y fecha de cierre. Los resultados de estos cierres deben ser graficados.

### **9.5 Registro del sistema de gestión en calidad y salud ocupacional**

Este formato es utilizado para la investigación de accidentes e incidentes en la planta.

Se debe registrar fecha, nombre de la persona que sufrió el accidente o incidente, lugar exacto de ocurrencia, que actos inseguros hubo, que procedimientos de seguridad se omitieron, cual fue la condición insegura, relato corto de los sucesos, consecuencias o posibles consecuencias, acciones implementadas para evitar la recurrencia.

### **9.6 Seguimiento diario de las tarjetas**

En este formato se debe registrar diariamente todas las tarjetas elaboradas, no importa el color, de la misma forma se debe registrar las tarjetas cerradas diariamente independientes del color que sean, así mismo se debe llevar un control acumulado de las tarjetas abiertas y cerradas.

Todos los registros se deben graficar y adicionalmente se deben tomar las acciones de forma inmediata.

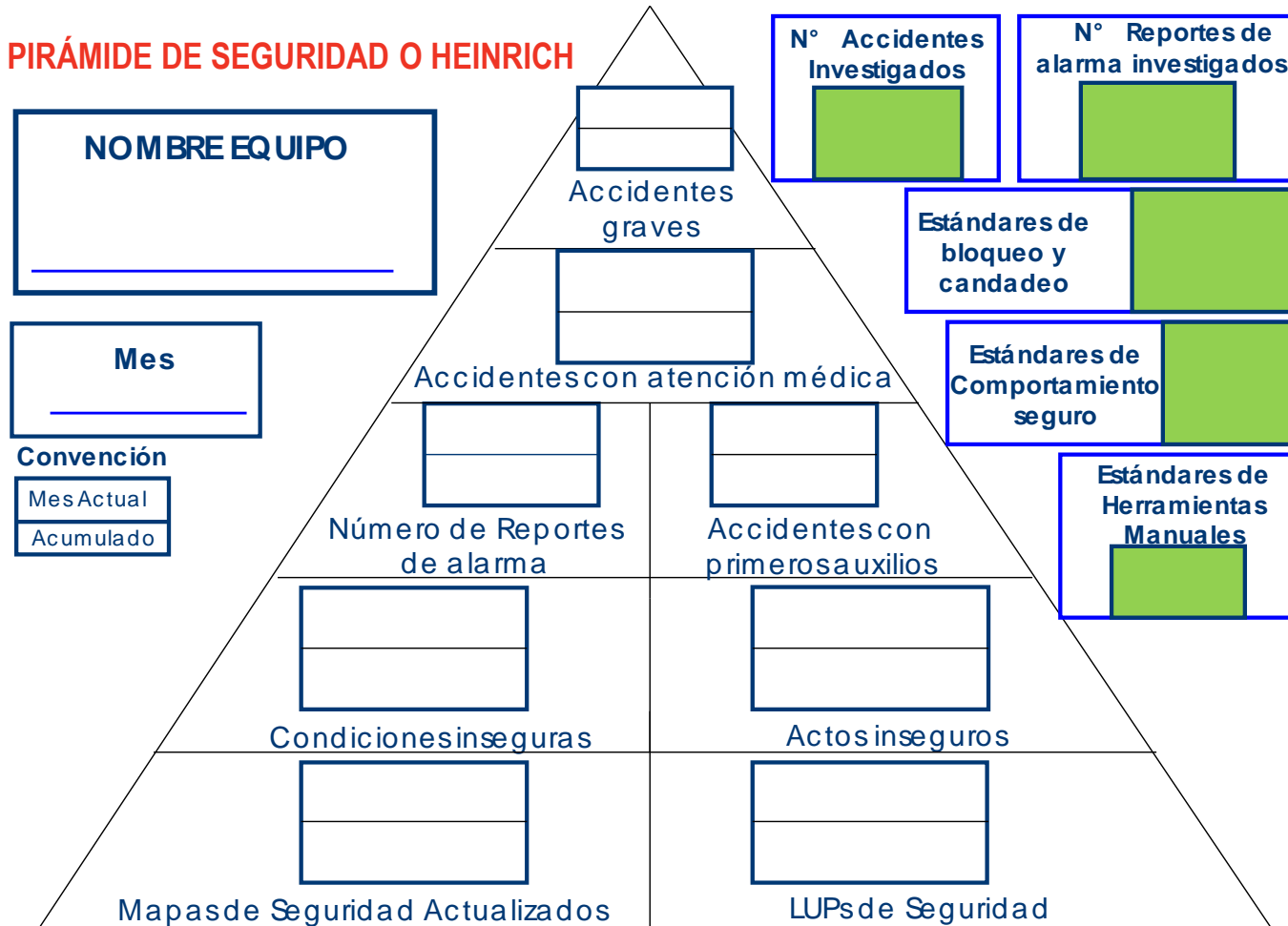
## CONCLUSIONES

1. La implementación de TPM requiere el compromiso de la gerencia y de cada colaborador de la organización para que sea exitoso.
2. La metodología permite ir permeando al personal para que poco a poco ingresen en la nueva forma de hacer las cosas, les da responsabilidades que permiten mantener un lugar limpio, agradable y seguro para trabajar.
3. Desde el inicio de la implementación se observan beneficios económicos y beneficios para los colaboradores, ya que la metodología permite la participación, la exposición en público y el reconocimiento por los logros.
4. En Rotoplast S.A. es totalmente factible iniciar con el proceso de implementación ya que la gerencia general está comprometida con el proyecto, cree en él y está dispuesta a asignar los recursos necesarios.
5. El personal operativo, aunque no conoce mucho de este sistema, está dispuesto a aprender y a asumir las nuevas responsabilidades que este pueda traer.
6. En la compañía, en general, se percibe interés en la implementación y ese es el primer gran paso que se debe dar.

# ANEXOS

Ilustración 12. Pirámide de seguridad

## PIRÁMIDE DE SEGURIDAD O HEINRICH





## BIBLIOGRAFIA

- Advanced Productive Solutions S.L. (s.f.). *cero averias*. Recuperado el 25 de Agosto de 2013, de cero averias:  
<http://www.ceroaverias.com/centroTPM/historiadeltpm.htm>
- ÁLVAREZ LAVERDE, H. F. (2006). *cero averias*. Recuperado el 15 de Agosto de 2012, de cero averias: <http://www.ceroaverias.com/5s/indextemas.htm>
- P, A. P. (2012). *Total Productiva Maintenance T.P.M.* Bogota: Autoreseditores.
- POSADA, A. P. (2012). *Total Productive Maintenance, TPM, Implementando el TPM.* Bogota: Auditores Editores.
- QUIRANT ESPINOZA, A. O. (2006). El cambio organizacional: la importancia del factor humano para lograr el éxito del proceso del cambio. *Revista de empresa* , 50-63.
- renovetec. (2013). *renovetec*. Recuperado el 29 de Agosto de 2013, de renovetec: <http://mantenimientoindustrial.wikispaces.com/Mantenimiento+industrial>
- Roberts, J. (Agosto de 2011). *TPMONLINE.COM*. Recuperado el 29 de Agosto de 2013, de TPMONLINE.COM:  
[http://www.leanexpertise.com/TPMONLINE/articles\\_on\\_total\\_productive\\_maintenance/tpm/tpmrobertsSpanish.htm](http://www.leanexpertise.com/TPMONLINE/articles_on_total_productive_maintenance/tpm/tpmrobertsSpanish.htm)
- *wikipedia.org*. (23 de junio de 2007). Recuperado el 4 de 11 de 2013, de [wikipedia.org: http://es.wikipedia.org/wiki/Eficiencia\\_General\\_de\\_los\\_Equipos](http://es.wikipedia.org/wiki/Eficiencia_General_de_los_Equipos)
- “El Mantenimiento Productivo Total y su Aplicabilidad Industrial Pág. 15,  
<http://www.fing.edu.uy/iq/cursos/qica/repart/TPM.pdf>
- TPM (Total Productiva Management).  
<http://www.itcl.es/ificheros/TPM.pdf>
- Estrategia y dirección estratégica  
<http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger1/estkailefco.htm>
- ¿Cómo tener éxito implementando TPM?  
[http://www.tpmonline.com/articles\\_on\\_total\\_productive\\_maintenance/tpm/ExitoImplementandoTPM.htm](http://www.tpmonline.com/articles_on_total_productive_maintenance/tpm/ExitoImplementandoTPM.htm)



- La combinación del TPM y el RCM. En: Fiabilidad, mantenibilidad y mantenimiento proactivo.  
[http://www.mantenimientoplanificado.com/tpm\\_archivos/la\\_coml\\_tpm%20rcmit%20consol.pdf](http://www.mantenimientoplanificado.com/tpm_archivos/la_coml_tpm%20rcmit%20consol.pdf)
- Curso para formación de facilitadores TPM. Hugo Abugauch- instructor internacional, junio 11, 2011. Copyright.
- TPM en industrias de proceso. Japan Institute of Plant Maintenance. 1992. Copyright