



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

**IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL
(TPM)
EN LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS DE LIMPIEZA.**

**TESIS
PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
*INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA***

P R E S E N T A:

TORRES CORONADO JOSÉ JUAN

**ASESOR DE TESIS:
M. I. ANDRADE VALLEJO ANDRES ALFONSO**

**CUAUTITLÁN IZCALLI, EDO. MÉX.
MARZO 2016**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES**

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ASUNTO: **VOTO APROBATORIO**

**M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE**

**ATN: M. en A. ISMAEL HERNÁNDEZ MAURICIO
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán.**

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos **La Tesis:**

"IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) EN LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS DE LIMPIEZA"

Que presenta el pasante: **JOSÉ JUAN TORRES CORONADO**

Con número de cuenta: **30221748-9** para obtener el Título de: **Ingeniero Mecánico Electricista**

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el **EXAMEN PROFESIONAL** correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO**.

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 20 de enero de 2016.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	Ing. José Manuel Medina Monroy	
VOCAL	Ing. Gabriel Vázquez Castillo	
SECRETARIO	M. en I. Andrés Alfonso Andrade Vallejo	
1er SUPLENTE	Ing. Marcos Belisario González Loria	
2do SUPLENTE	Ing. Fernando Fierro Téllez	

NOTA: Los síndacos suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).

En caso de que algún miembro del jurado no pueda asistir al examen profesional deberá dar aviso por anticipado al departamento.
(Art 127 REP)

HHA/vc

Dedicatoria

A Dios:

Dedico esta tesis a Dios, por el permitirme una segunda oportunidad de vida, gracias por darme la fuerza y sabiduría, para salir adelante y poner a la gente correcta para no rendirme y seguir adelante, gracias por las pruebas que pusiste en mi camino lo cual me han forjado y me han hecho un poco más pensante.

A la virgen de Guadalupe:

Gracias madre mía, por cuidar y anteceder por mi ante tu hijo, al igual que darles la paz y serenidad a mis padres en mi accidente.

A mis padres Laura y Víctor:

Si tus ancestros te legaron tradición de gloria y honra, deber tuyo es corresponder en demasía a que ni una ni otra se acabe y se manche.

Ideario pentathlónico.

Padres míos les dedico esta tesis, esta es solo una forma de agradecer todo lo que en mi vida han hecho por mí y mis hermanas, gracias a todos los sacrificios, las desveladas y esfuerzos que hicieron por nosotros, todas estas acciones ven reflejados en lo que ahora somos. Los amo. Gracias y espero enorgullecerles

A mis Abuelos: (Teresa y Alfredo)

De igual forma que a mis padres esta tesis les pertenece porque me ayudaron en infinidad de ocasiones y ayudaron a mis padres a formarme. Gracias, espero que sepan que los amo como si fueran mis padres.

A mis hermanas: (Cristina, Karina y Adriana)

Saben que son una parte muy importante para mí, casi no lo digo pero las amo.

A mis ángeles que me cuidan desde el cielo

Catalina, Juana e Isidro:

Dios no me dio la oportunidad de despedirme en vida de ustedes, pero sé que desde el cielo me han cuidado, guiado e intercedido por mí en el momento más difícil de mi vida.

Brissia:

Sé que solo soy tu tío pero te amo como una hija y tu llegada cambio mi vida.

Tío Mauricio:

Gracias por ser como un segundo padre para mí espero enorgullecerte.

Yesenia

Durante toda la carrera fuiste mi ángel de la guarda, me levantaste infinidad de veces, luchaste a mi lado por este sueño, me motivaste con tu sonrisa y mirada, me aconsejaste y me enseñaste a ser una mejor persona. El destino es incierto y nuestros caminos se separaron, mas, siempre viviré agradecido por el permitirme estar casi cinco años a tu lado y hacerme el ser más feliz del planeta.

Gracias por llenar un alma vacía...

Agradecimientos

A mis amigos:

Sé que no soy una persona muy difícil, mas sin embargo siempre estuvieron para mí demostrando su apoyo dándome consejos y motivándome. Sé que no somos familia de sangre pero ustedes son la familia que yo elegí y a la familia nunca se le deja.

Gracias.

Ingrid, Dora, David Aviña, Gabriel, Cesar, David Albarrán, Guadalupe, Yahaira, Román, Orlando, Felipe, Brissia F., Aarón García, Jair.

A mi asesor Andrés Andrade

Gracias por brindarme parte de su tiempo para este proyecto, por ser un gran gurú y convertirse en un amigo.

A mi Profesor Leonardo

Gracias por que desde muy niños a mí y a mis hermanas nos brindó el apoyo y el amor por el estudio, gracias por siempre alentarme a seguir adelante y regañarme cuando fue necesario. Gracias infinitas.

A toda mi familia

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
INTRODUCCIÓN	X
OBJETIVO	XII
JUSTIFICACION	XII
CAPÍTULO I ANTECEDENTES DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL	- 1 -
1.1 ORIGEN Y DESARROLLO	- 3 -
1.2 RESULTADOS Y BENEFICIOS TANGIBLES DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)	- 7 -
1.3 DEFINICIÓN DEL TPM	- 9 -
CAPÍTULO II MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL	- 11 -
2.1 MEJORAS ENFOCADAS	- 12 -
2.2 MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	- 14 -
2.3 MANTENIMIENTO PLANIFICADO O PROGRESIVO	- 15 -
2.4 MANTENIMIENTO DE CALIDAD O HINSHITSU HOZEN	- 15 -
2.5 PREVENCIÓN DEL MANTENIMIENTO	- 16 -
2.6 TPM EN DEPARTAMENTOS ADMINISTRATIVOS Y DE APOYO	- 17 -
2.7 ENTRENAMIENTO Y DESARROLLO DE HABILIDADES DE OPERACIÓN	- 18 -
2.8 LAS 5 S's, UNA FILOSOFÍA ESCENCIAL	- 19 -
2.9 LAS SEIS GRANDES PÉRDIDAS	- 21 -
2.9.1 FALLOS EN EL EQUIPO POR AVERÍAS	- 22 -
2.9.2 PÉRDIDAS POR PREPARACIÓN Y AJUSTE	- 26 -
2.9.3 PÉRDIDAS POR TIEMPOS MUERTOS Y PARADAS PEQUEÑAS	- 27 -
2.9.4 PÉRDIDAS POR REDUCCIÓN DE LA VELOCIDAD DEL EQUIPO	- 28 -
2.9.5 DEFECTOS DE CALIDAD Y TRABAJOS DE RECTIFICACIÓN	- 28 -
2.9.6 PÉRDIDAS POR ARRANQUE	- 29 -
2.9.7 PÉRDIDAS DE PUESTA EN MARCHA	- 29 -
2.10 OEE- EFECTIVIDAD GLOBAL DEL EQUIPO (OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS)	- 30 -
2.11 IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL	- 35 -
PASO 1: LA ALTA DIRECCIÓN ANUNCIA SU DECISIÓN DE INTRODUCIR EL TPM	- 36 -
PASO 2: CAMPAÑAS DE DIFUSIÓN DEL MÉTODO O EDUCACIÓN INTRODUCTORIA PARA EL TPM	- 36 -
PASO 3: DEFINICION DE COMITÉ, NOMBRAMIENTO DE RESPONSABLES Y FORMACIÓN DE PEQUEÑOS GRUPOS PARA PROMOVER EL TPM	- 37 -
PASO 4: ESTABLECER POLITICAS BASICAS Y METAS PARA EL TPM	- 38 -

PASO 5: PLAN PILOTO	- 39 -
ETAPA DE IMPLANTACIÓN (PASOS 6-11)	- 42 -
PASO 6: INICIO DE IMPLEMENTACIÓN «SAQUE INICIAL» DEL PROYECTO TPM	- 42 -
PASO 7: “KOBETSU-KAISEN” MEJORAR LA EFECTIVIDAD DEL EQUIPO	- 42 -
8ºPASO – ESTABLECIMIENTO DEL “JISHU-HOZEN” (MANTENIMIENTO AUTÓNOMO)	- 44 -
9ºPaso –“KEIKAKU HOZEN” (MANTENIMIENTO PROGRESIVO O PLANIFICADO).....	- 46 -
PASO 10: FORMACIÓN PARA ELEVAR CAPACIDADES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	- 54 -
PASO 11: CREACIÓN DE UN PROGRAMA DE GESTIÓN TEMPRANA.....	- 54 -
PASO 12: CONSOLIDACIÓN DEL TPM	- 55 -
CAPÍTULO III ÁREAS DE OPORTUNIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL TPM	- 56 -
3.1 ANTECEDENTES DE GRUPO AGUAVIENTO.....	- 56 -
3.2 ÁREAS DE OPORTUNIDAD	- 57 -
CAPÍTULO IV PLAN DE IMPLEMENTACIÓN.....	- 67 -
4.1 ROMPIENDO PARADIGMAS	- 67 -
4.2 ROMPIENDO PARADIGMAS DE LA COMPAÑÍA	- 73 -
4.3 IMPLANTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL.....	- 73 -
4.4 PROPUESTA PARA LA ETAPA DE INICIAL DEL PLAN DE IMPLEMENTACIÓN.	- 97 -
CONCLUSIONES	- 103 -
REFERENCIAS.....	- 105 -
BIBLIOGRAFÍA	- 106 -
ANEXO A	- 107 -

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. DESDÉ EL TPM EN EL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN AL TPM EN TODA LA EMPRESA. FUENTE: TPM EN INDUSTRIAS DE PROCESOS.....	- 6 -
FIGURA 2. ESTRUCTURA DEL TPM. FUENTE: CONCEPCIÓN DEL TPM, FERNANDO ESPINOZA.....	- 12 -
FIGURA 3. CICLO DEMING O PHVA.....	- 13 -
FIGURA 4. MAGNITUDES QUE INTERVIENEN EN EL CÁLCULO DE LA EFICIENCIA GLOBAL.	- 31 -
FIGURA 5. RELACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE LA EFICIENCIA GLOBAL CON LAS SEIS PÉRDIDAS.	- 32 -
FIGURA 6. DIAGRAMA DE EFICIENCIA GLOBAL DEL EQUIPO FUENTE NAKAJIMA, 1984.....	- 33 -
FIGURA 7. TIEMPO TOTAL DE OPERACIÓN FUENTE: HTTP://EDINN.COM/ES/OEE.HTML	- 35 -
FIGURA 8. ESTRUCTURA PROMOCIONAL DEL TPM FUENTE: TPM EN INDUSTRIAS DE PROCESO.....	- 38 -
FIGURA 9. EJEMPLO DE POLÍTICA Y OBJETIVOS TPM BÁSICOS FUENTE: NAKAJIMA, 1984.....	- 39 -
FIGURA 10. EJEMPLO DE PLAN MAESTRO PARA EL DESARROLLO DEL TPM. FUENTE: CENTRAL MOTOR WHEEL CO.	- 41 -
FIGURA 11. EFECTO DE RESTAURACIÓN DE DETERIORO.....	- 48 -
FIGURA 12. EFECTO DEL AUMENTO DE VIDA DEL EQUIPO.	- 49 -
FIGURA 13. PASOS PARA EL ESTABLECIMIENTO DEL MANTENIMIENTO PLANIFICADO.....	- 50 -
FIGURA 14. LLENADORA CON FALTA DE MANTENIMIENTO.	- 57 -
FIGURA 15. ETIQUETADORA CON FALTANTE DE PIEZAS Y ARREMEDIANDO CON CINTA ADHESIVA.	- 58 -
FIGURA 16. CONVEYORS CON FALTANTES DE PIEZAS Y PIEZAS DE OTRAS MÁQUINAS.	- 59 -
FIGURA 17. ENVASE DAÑADO POR GUÍAS EN MAL ESTADO.	- 60 -
FIGURA 18. OBSTRUCCIÓN DE PASILLO Y PASOS PEATONALES.	- 62 -
FIGURA 19. MATERIALES FUERA DE LUGAR.	- 62 -
FIGURA 20. MATERIALES FUERA DE LUGAR, EQUIPOS DAÑADOS Y FALTA DE LIMPIEZA.	- 63 -
FIGURA 21. FALTA DE ESPACIO.....	- 64 -
FIGURA 22. EQUIPOS FUERA DE LUGAR Y MAL POSICIONADOS.	- 65 -
FIGURA 23. ALMACÉN DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO.	- 66 -
FIGURA 24. LÍNEA DE LLENADO SELECCIONADA PARA PROTOTIPO TPM.....	- 75 -
FIGURA 25. FUGA DE LÍQUIDO Y FALTA DE LIMPIEZA.	- 76 -
FIGURA 26. TUBERÍA OBSOLETA.....	- 77 -
FIGURA 27. LAYOUT NUEVO PARA LÍNEA 7.	- 78 -
FIGURA 28. INICIO DE TRANSFORMACIÓN DE LA LÍNEA 7.	- 79 -
FIGURA 29. ESPACIO DESPERDICIAO.....	- 80 -
FIGURA 30. APROVECHAMIENTO DEL ESPACIO DESPERDICIAO.	- 81 -
FIGURA 31. CÓDIGO DE COLORES SEGÚN ESTACIÓN DE TRABAJO.....	- 82 -
FIGURA 32. VISTA PANORÁMICA DE LA LÍNEA 7.	- 83 -
FIGURA 33. VISTA FRONTAL DE LA LÍNEA 7.	- 84 -
FIGURA 34. CENTRADO DEFECTUOSO.	- 85 -
FIGURA 35. MUESCA PROTOTIPO.....	- 86 -
FIGURA 36. INCLUSIÓN DE PLACAS DE ACERO INOXIDABLE PARA MEJORAR EL CENTRADO DE LAS BOQUILLAS.	- 87 -
FIGURA 37. MANIJAS EN FORMA DE CRUCETA.	- 88 -
FIGURA 38. NUEVO CENTRADO DE BOQUILLAS.....	- 88 -
FIGURA 39. TABLERO PRINCIPAL DE LA LLENADORA.	- 89 -
FIGURA 40. CONTROLES VISUALES BÁSICOS PARA EL ACCIONAMIENTO DE LA LÍNEA.....	- 89 -
FIGURA 41. UNIDAD DE SERVICIO SIN CONTROLES VISUALES.	- 90 -
FIGURA 42. UNIDAD DE SERVICIO CON CONTROLES VISUALES.....	- 91 -

FIGURA 43. BANCO PARA COLOCAR TAPAS.....	- 91 -
FIGURA 44. TABLERO KAIZEN.	- 92 -
FIGURA 45. TARJETA FUGUI PARA OPERADORES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	- 94 -
FIGURA 46. TARJETA FUGUI PARA MECÁNICOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	- 95 -
FIGURA 47. PROPUESTA DE FORMATO DE LIMPIEZA.	- 96 -
FIGURA 48. PLAN MAESTRO.	- 100 -
FIGURA 49. PLAN DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO Y MANTENIMIENTO PLANIFICADO.....	- 101 -

INTRODUCCIÓN

Uno de los temas actuales que causa cierta ocupación en las empresas industriales es el cumplir con la calidad en sus procesos y procedimientos que finalizarán en la presentación de un producto seguro y confiable, y que a fin de cuentas se prevé que este mismo cumpla con estándares de calidad. En la industria manufacturera moderna es común ver maquinaria grande y complicada. Sería imposible satisfacer las demandas del mercado actual sin la ayuda de estas maravillas de la ingeniería. Sin embargo, al igual que su complejidad y su utilidad está la dificultad que atraviesa una compañía cuando una pieza crítica de la maquinaria se descompone en el peor momento.

Una manera de minimizar las posibilidades de averías, es instituir un programa TPM (**Mantenimiento Productivo Total**) en toda la compañía, para los diferentes equipos que existan en dicha empresa. He aquí el por qué surgió la idea de implementar este sistema de gestión, en la empresa sujeta a estudio, y así desarrollar este proyecto de tesis, con el cual se busca lograr la optimización de la maquinaria y la implementación de esta filosofía japonesa, la cual tiene como base la eliminación de pérdidas en los procesos de producción industrial.

La presente tesis está constituida por cuatro capítulos, en el primer capítulo, llamado antecedente del Mantenimiento Productivo Total, se da una idea de la importancia que tiene esta filosofía para la mayoría de las empresas, que lo han implementado, también se habla de los orígenes de este sistema y lo vital que es para estas compañías, ya que ha sido motivo de seguridad, crecimiento y estabilidad, en sus procesos, equipos y desarrollo del personal laboral. Así como algunas definiciones por varios expertos en el tema.

En el segundo capítulo, nombrado Mantenimiento Productivo Total, se profundiza como está constituido el TPM, se le otorga al lector, información precisa y de interés acerca de conceptos básicos al mismo tiempo se mencionan, cuales son las principales pérdidas que afectan a una empresa, también se describe el camino de los doce pasos a la implantación Mantenimiento Productivo Total, para obtener una excelencia en la industria industrial.

En el capítulo tres se describe la situación de la empresa sujeta a estudio, se muestran mediante imágenes detalladas, cuáles son las áreas de oportunidad que se pueden trabajar

al interior de esta, para que con la implementación del TPM se corrijan y se mejore la producción con calidad, la seguridad y reducir costos.

Finalizando la presente tesis se presenta, Plan de implantación, nombre que se otorga al capítulo cuatro, en este capítulo se detalla al lector, como fue el proceso realizado para la elaboración de este trabajo de tesis, así como algunos resultados obtenidos hasta el momento, de igual forma se da a conocer los pasos a seguir en busca de la eliminación de algunas pérdidas descritas en capítulos anteriores, algo que causo mucho impacto para el desarrollo de este proyecto y se hace mención, son los paradigmas, los cuales en gran medida frenan cualquier proceso en el mundo. Se da a conocer una propuesta de un programa de implementación, en el cual se describe las acciones que se pueden tomar para llegar hasta el paso seis (etapa inicial), de los doce pasos que nos menciona el JIPM para la implementación del TPM, para que una vez, que los altos mando de la empresa hayan visto resultados tangibles con este trabajo se apruebe su desarrollo correcto y permita optimizar el sistema productivo que actualmente se tiene.

OBJETIVO

El propósito de esta tesis es sentar las bases para la implementación del sistema de mantenimiento productivo total, para obtener una mejor producción, desarrollo y crecimiento de Grupo Aguaviento.

JUSTIFICACION

Grupo Aguaviento es una empresa manufacturera de productos de limpieza para el hogar, la cual realizando una observación detallada se ha encontrado muchos puntos de oportunidad para mejorar. Ya que se tiene una baja tasa de producción, carecen de sistemas de mantenimiento, el personal es muy poco competitivo por la falta de capacitaciones, hay maquinaria obsoleta, también se tiene una desorganización, así como metas a futuro.

Por lo cual es justificable la implementación del mantenimiento productivo total, ya que dicho sistema nos brinda muchas herramientas, para ir erradicando poco a poco cada avería y/o pérdida, para así obtener una mejora en la producción tanto en cantidad como en la calidad de los productos. Tal como lo han hecho muchas empresas alrededor del mundo.

Lo que se busca con esta tesis, es que se inculque, una nueva cultura laboral en las personas, para así lograr cambios en la empresa y obtener un mejor aprovechamiento de los recursos.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL.

Este capítulo trata acerca de la importancia que en el mundo industrial ha marcado el Mantenimiento Productivo Total (TPM), sobre todo los beneficios que obtiene una sociedad industrializada como la tenemos. 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 el Mantenimiento Productivo Total (TPM) [1].

Actualmente muchas empresas alrededor del mundo Dupont, Exxon, Kodak, Ford, Dana Corp., Allen Bradley, Harley Davidson [1], Toyota, Nissan, Mazda [2], se han interesado en este método de producción ya que han tomado conciencia de que gracias a este método pueden obtener el beneficio de aumentar su producción y reducir los costos.

La finalidad de cualquier empresa es crecer, mejorar o bien desarrollar nuevos productos para poder seguir siendo competitivo en un mercado global, y buscar poder tener ahorros en todos los departamentos de la empresa desde la recepción de materia prima hasta que el producto se encuentre en las manos del consumidor. En gran medida a esto las empresas se han puesto a involucrar en sus procesos programas administrativos y productivos para obtener mayores beneficios, ya sea el Mantenimiento Productivo Total (TPM), Mantenimiento Preventivo (PM), Manufactura de Calidad Total o también Total Quality Management (TQM) entre otros para que así puedan cumplir con las exigencias que el consumidor tiene al momento de comprar dicho producto o bien adquirir un servicio [3].

Una breve explicación de que es el Mantenimiento Productivo Total (TPM), nos la da el Ingeniero. Raúl A. Pérez Verzini quien dice que el TPM es un método de gestión empresarial que identifica y elimina las pérdidas de los procesos, maximiza

la utilización de los activos y garantiza la creación de productos y servicios de alta calidad y a costos competitivos.

Para ello reeduca a las personas para orientarlas hacia la prevención y la mejora continua, aumentando así la capacidad de los procesos sin inversiones adicionales.

Actúa también en la cadena de valor, reduciendo el tiempo de respuesta y satisfaciendo a los clientes con lo cual fortalece a la empresa en el mercado.

Los efectos del Mantenimiento Productivo Total (TPM) se miden en la mejora de los resultados del sistema productivo, es decir, en términos de **P (productividad)**, **Q (calidad)**, **C (costos)**, **D (delivery interno y externo)**, **S (seguridad, higiene y medio ambiente)** y **M (moral y satisfacción en el puesto de trabajo)**.

Con el Mantenimiento Productivo Total (TPM) se busca mejorar no sólo los factores relacionados con los resultados en términos de producto (P, Q, C, D) sino también los relacionados con el aspecto humano (S y M) [4].

María Fernanda Rojas Rangel dice:

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) es una herramienta eficaz para asegurar el cuidado básico del equipo, detectar la iniciación de averías y en muchos casos, evitarlas desde el primer momento, siendo su principal objetivo incrementar notablemente la productividad y al mismo tiempo levantar la moral de los trabajadores y su satisfacción por el trabajo realizado.

Lo que se busca con el Mantenimiento Productivo Total (TPM) es que contando con el apoyo del operario por su mayor relación y conocimiento de la maquinaria se vaya mejorando con el día a día [5].

Santiago García Garrido comenta el Mantenimiento Productivo Total (TPM) es una filosofía de mantenimiento cuyo objetivo es eliminar las pérdidas en producción debidas al estado de los equipos, o en otras palabras, mantener los equipos en disposición para producir a su capacidad máxima productos de la calidad esperada, sin paradas no programadas. Esto supone:

- Cero averías
- Cero tiempos muertos
- Cero defectos achacables a un mal estado de los equipos
- Sin pérdidas de rendimiento o de capacidad productiva debidos a estos equipos

Se entiende entonces perfectamente el nombre: mantenimiento productivo total, o mantenimiento que aporta una productividad máxima o total [6].

1.1 ORIGEN Y DESARROLLO

Después de la Segunda Guerra Mundial, las industrias japonesas llegaron a la conclusión de que para poder competir en el mercado mundial tenían que mejorar la calidad de sus productos y, para ello, importaron técnicas de fabricación y administración de los Estados Unidos y las adaptaron a su idiosincrasia [7].

El Dr. W. Edwards Deming influyó en la industria Japonesa. Ya que 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.

Cuando la problemática del mantenimiento fue analizada como una parte del programa de TQM, algunos de sus conceptos generales no parecían encajar en el proceso. Para entonces, ya algunos procedimientos de Mantenimiento Preventivo (PM) se estaban aplicando en un gran número de plantas.

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 en otras equivocadas), 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.

Mientras las industrias de proceso avanzaban en estas técnicas, las industrias de manufactura y ensamble invertían en nuevos equipos para ser menos intensivas en mano de obra, prácticamente se han ido automatizando. Esta tendencia a la automatización, combinada con la producción «just in time» estimuló el interés de mejorar la gestión del mantenimiento en las industrias de manufactura y ensamble dando origen a un enfoque exclusivo japonés denominado Mantenimiento Productivo Total (TPM), una forma de mantenimiento productivo que involucra a todos los empleados [1].

Seiichi Nakajima un alto funcionario del Instituto Japonés de Mantenimiento de la Planta, (JIPM), a finales de los años 60's recibe el crédito de haber definido los conceptos de Mantenimiento Productivo Total (TPM) y de ver por su implementación en cientos de plantas en Japón como por ejemplo la planta Nippodenso, una manufacturera de partes eléctricas automotrices de Japón [1]. EL Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) se encargó de promover el Mantenimiento Productivo Total (TPM), inicialmente en la industria automotriz y rápidamente formó parte de la

cultura corporativa de empresas tales como Toyota, Nissan y Mazda, y de sus suministradores y filiales. Inicialmente, las actividades Mantenimiento Productivo Total (TPM), se limitaron a los departamentos directamente involucrados con los equipos, sin embargo como muestra la figura 1, actualmente los departamentos administrativos y de apoyo se han involucrado en el Mantenimiento Productivo Total (TPM) mejorando la eficacia de sus propias actividades así como también en los departamentos de desarrollo y ventas.

Esta última tendencia subraya la creciente importancia de considerar desde la fase inicial del desarrollo no solo los procesos y equipos de producción sino también los productos, con el objetivo de simplificar la producción, mejorar el aseguramiento de calidad, y la eficacia, y reducir el periodo de arranque de una nueva producción, esto sin duda son temas de gran importancia en la industria de hoy en día. A partir de los resultados obtenidos, por el Mantenimiento Productivo Total (TPM) se extendió fuera de Japón, muchas industria en Estados Unidos, Europa, Asia y Latino América están trabajando con el Mantenimiento Productivo Total (TPM) [2].

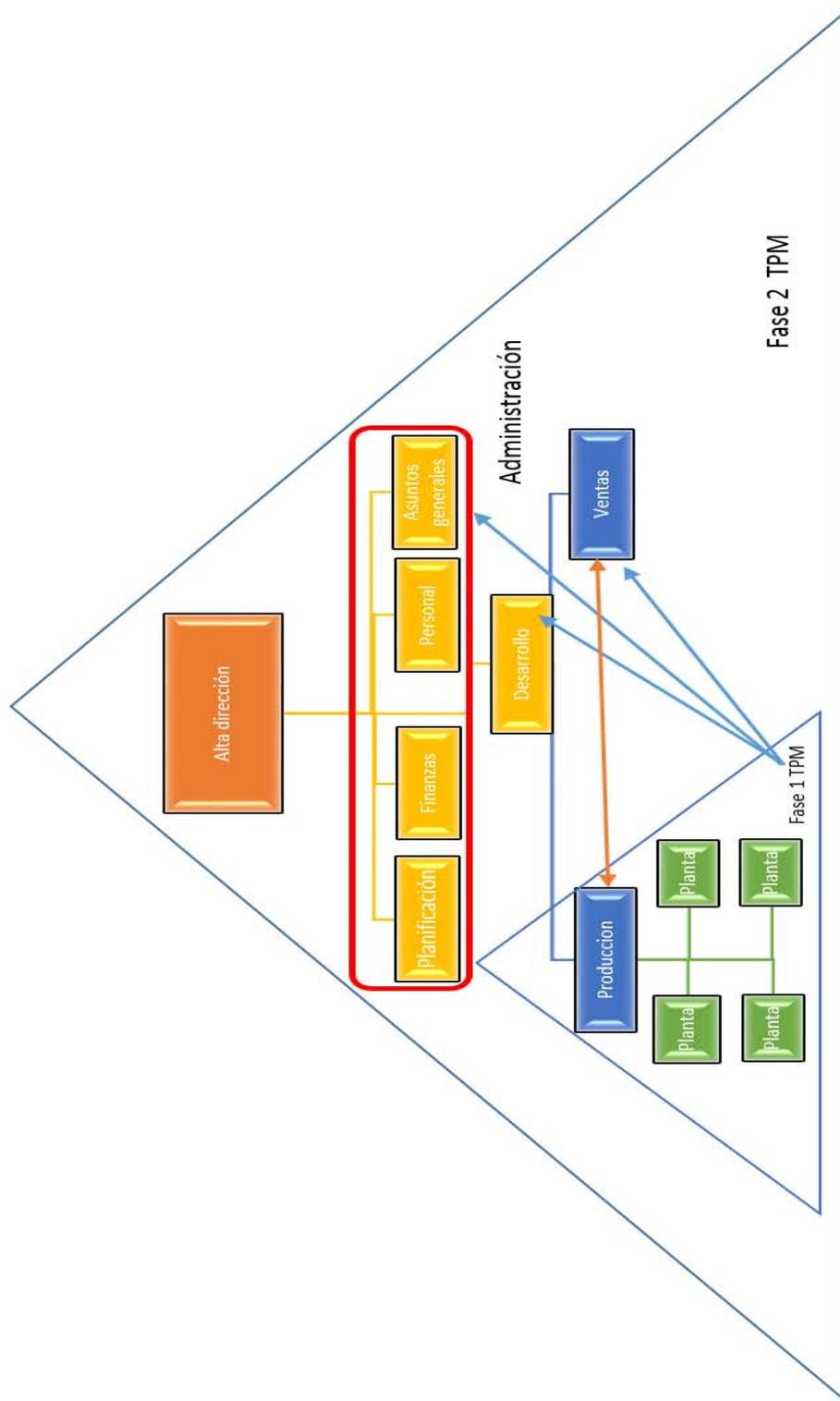


Figura 1. Desde el TPM en el departamento de producción al TPM en toda la empresa. Fuente: TPM en industrias de procesos.

Fase 1 TPM: TPM en departamentos de producción.

Fase 2 TPM: Toda la empresa: producción, ventas, desarrollo, administración.

1.2 RESULTADOS Y BENEFICIOS TANGIBLES DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM).

Ford, Eastman Kodak, Dana Corp., Allen Bradley, Harley Davidson; son solamente unas pocas de las empresas que han implementado Mantenimiento Productivo Total (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 Mantenimiento Productivo Total (TPM). Una fábrica de aparatos domésticos informa de la reducción en cambio de dados 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 [1].

Heineken Holanda ha ahorrado en 3 años US\$ 650.000 e incrementado un 20% la calidad del servicio de mantenimiento al implementar la metodología TPM en su relación con los proveedores de servicios externos [8].

Hay tres razones principales por las que el TPM se ha difundido tan rápidamente en la industria:

- Garantiza drásticos resultados.
- Transforma visiblemente los lugares de trabajo.
- Eleva el nivel de conocimiento y capacidad de los trabajadores de producción y mantenimiento.

Las empresas que ponen en práctica el TPM invariablemente logran resultados sobresalientes, particularmente en la reducción de averías de los equipos, la minimización de los tiempos en vacío y pequeñas paradas, en la disminución de defectos y reclamaciones de calidad; en la elevación de la productividad, reducción de costos de personal, inventarios y accidentes; y en la promoción de la implicación de los empleados (como lo demuestra el aumento en el número de sugerencias de mejora).(véase tabla 1.1) [2].

Tabla 1.1. Ejemplo de resultados TPM. Fuente: TPM en industrias de procesos

Beneficios tangibles

P... Aumento de la productividad neta: entre 1.5 y 2 veces.
Descenso del número de averías súbitas: desde 1/10 a 1/250 para lo anterior.

❖ Eficacia global de la planta: de 1.5 a 2 veces de anterior.

Q... Descenso de la tasa de defectos del proceso: 90%.

Descenso de reclamaciones de clientes: 75%.

C... Reducción de costes de producción: 30%.

D... Stock de productos y trabajos en curso: reducción a la mitad.

M... Sugerencia de mejora: de 5 a 10 veces más que antes.

Beneficios intangibles

❖ Logro de autosugestión plena: los operarios asumen la responsabilidad del equipo, se ocupan de él sin recurrir a los departamentos indirectos.

❖ Se eliminan averías y defectos y se infunde confianza en «puedo hacerlo».

❖ Los lugares de trabajo sucios antes y grasientos, son ahora limpios, brillantes y vivos.

❖ Se ofrece una mejor imagen a los visitantes y clientes.

1.3 DEFINICIÓN DEL TPM

El concepto de Mantenimiento Productivo Total (TPM) ha evolucionado a lo largo de los años. En 1971 el Japan Institute of Plant Engineers, (hoy Japan Institute for Plant Maintenance) lo define:

“El Mantenimiento Productivo Total (TPM), es un sistema que tiene entre sus objetivos la efectividad total, tratando de conseguir mejoras en la rentabilidad, incluyéndose la prevención y mejora del mismo, así como el mantenimiento preventivo y la colaboración de todos los empleados, el mantenimiento deja de ser tarea exclusiva del personal de mantenimiento y se incorporan otros departamentos. El Mantenimiento Productivo Total (TPM), incluye a todos los empleados desde la alta dirección a los operarios de planta. Se basa en la promoción del Mantenimiento Preventivo (PM) a través de una “dirección de la motivación” y actividades autónomas de pequeños grupos”.

En 1989 el JIPM redefine el concepto y desde entonces el TPM es un sistema de gestión que busca:

- Crear una organización corporativa que maximice la eficacia de los sistemas de producción para gestionar la planta como una organización que evite todo tipo de pérdidas, involucrando a todos los departamentos en la implantación del TPM, desde la alta dirección a los operarios de planta, en el mantenimiento. Promoviendo el desarrollo de actividades de “pequeños grupos” orientadas a conseguir “cero pérdidas”.

Como se desprende de las definiciones vistas, la palabra total de “Mantenimiento Productivo Total” está justificada por las siguientes características:

- Eficacia total. Hasta este momento se entendía que el mantenimiento era un gasto necesario, con este nuevo sistema pasa a considerarse una inversión rentable.

- PM total. Se establecen planes de mantenimiento para toda la vida útil del equipo, incluyendo prevención del mantenimiento (técnicas de monitorización para diagnosticar las condiciones del equipo, identificando signos de deterioro y posibles fallos) y mantenimiento preventivo.
- Participación total. Mantenimiento autónomo por los operarios y actividades de pequeños grupos a todos los niveles.

El Mantenimiento Productivo Total (TPM), no es más que una filosofía gerencial que promueve el cambio de cultura organizacional en busca de la calidad y la productividad en cualquier nivel dentro de una empresa. Ya que por medio de diferentes técnicas o pilares se busca el reducir costos, mejorar la producción, que el empleado tenga una actitud positiva y este satisfecho para la realización de su trabajo [4].

De acuerdo a lo expuesto en este capítulo, la implementación del TPM en diversas empresas a logrado, no solo incrementar la productividad, si no también, aprovechar de una mejor manera los recursos materiales y humanos. Marcando los errores y aciertos que se presentaron al generar esta nueva cultura organizacional.

CAPÍTULO II

MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL.

En el capítulo anterior se presentó el estado del arte con respecto al Mantenimiento Productivo Total, dejando claro la importancia de esta nueva cultura. Ahora bien, se presenta en que consiste. Describiendo las partes que lo conforman, haciendo énfasis en las acciones con las cuales se va a trabajar para obtener los beneficios del TPM.

En el sistema TPM hay procesos fundamentales que han sido llamados por el JIPM como "pilares". Estos pilares sirven de apoyo para la construcción de un sistema de producción ordenado. Se implantan siguiendo una metodología disciplinada, potente y efectiva. Los pilares considerados por el JIPM como necesarios para el desarrollo del TPM en una organización son:

- Mejoras enfocadas o Kobetsu Kaisenma
- Mantenimiento autónomo o Jishu Hozen
- Mantenimiento planificado o progresivo
- Mantenimiento de calidad o Hinshitsu Hozen
- Prevención del mantenimiento
- TPM en departamentos administrativos y de apoyo
- Capacitación o entrenamiento
- Filosofía de las 5 S

En la figura 2 se muestra un ejemplo de cómo está conformada la estructura del TPM.

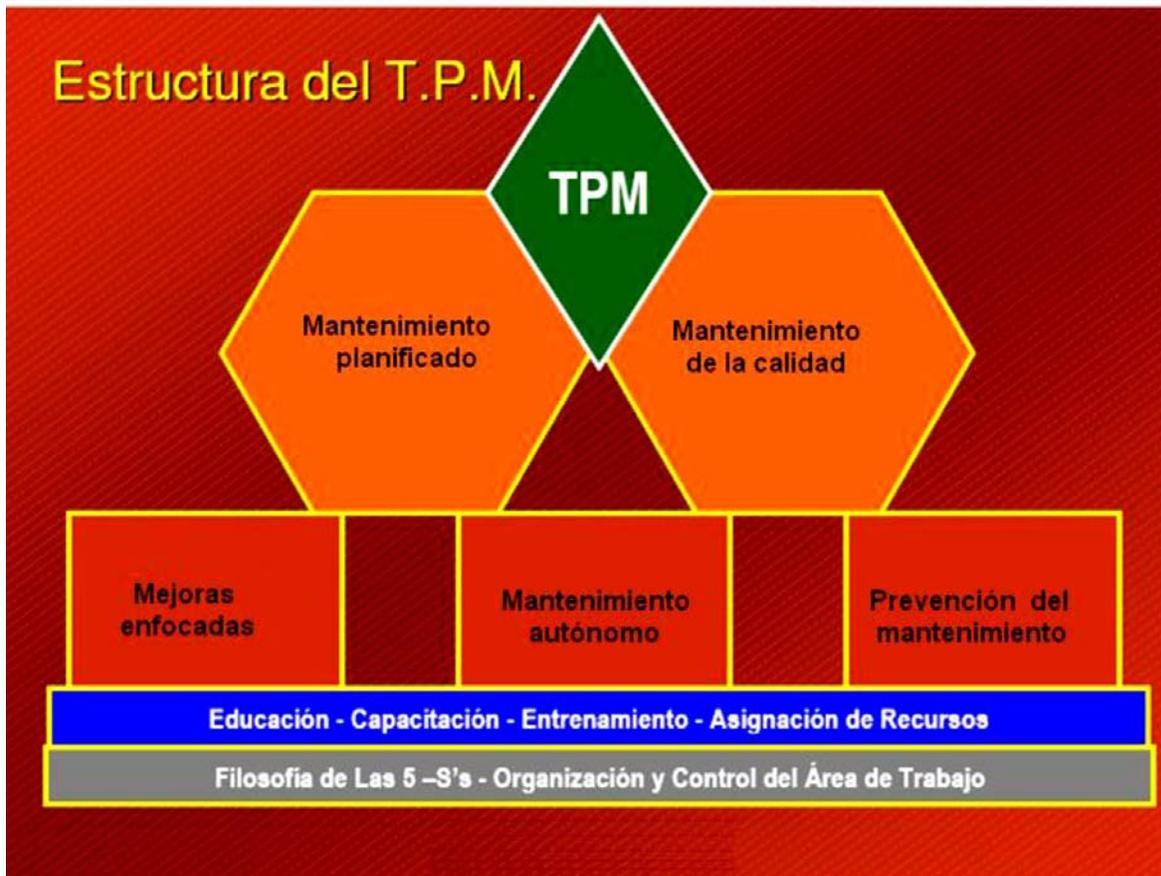


Figura 2. Estructura del TPM.

Fuente: Concepción del TPM, Fernando Espinoza.

2.1 MEJORAS ENFOCADAS

Las mejoras enfocadas son actividades que se desarrollan con la intervención de las diferentes áreas comprometidas en el proceso productivo; ya sean ingenieros de producción, personal de mantenimiento, operarios e ingenieros de calidad, con el objetivo de maximizar la efectividad de los equipos, procesos y plantas; todo esto a través de un trabajo organizado en equipos funcionales e inter-funcionales que emplean metodología específica y centran su atención en la eliminación de las pérdidas existentes en las plantas industriales.

Con estas actividades se busca que el proceso de mejora continua sea 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 se podrán incorporar dentro de su proceso, Kaizen o mejora. Estas actividades están pensadas para minimizar las pérdidas que se buscan erradicar. El procedimiento seguido para realizar acciones de mejoras enfocadas sigue los pasos del conocido Ciclo Deming o PHVA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar).

El desarrollo de las actividades Kobetsu Kaizen se realizan a través de los pasos mostrados en la figura 3: [2,9]

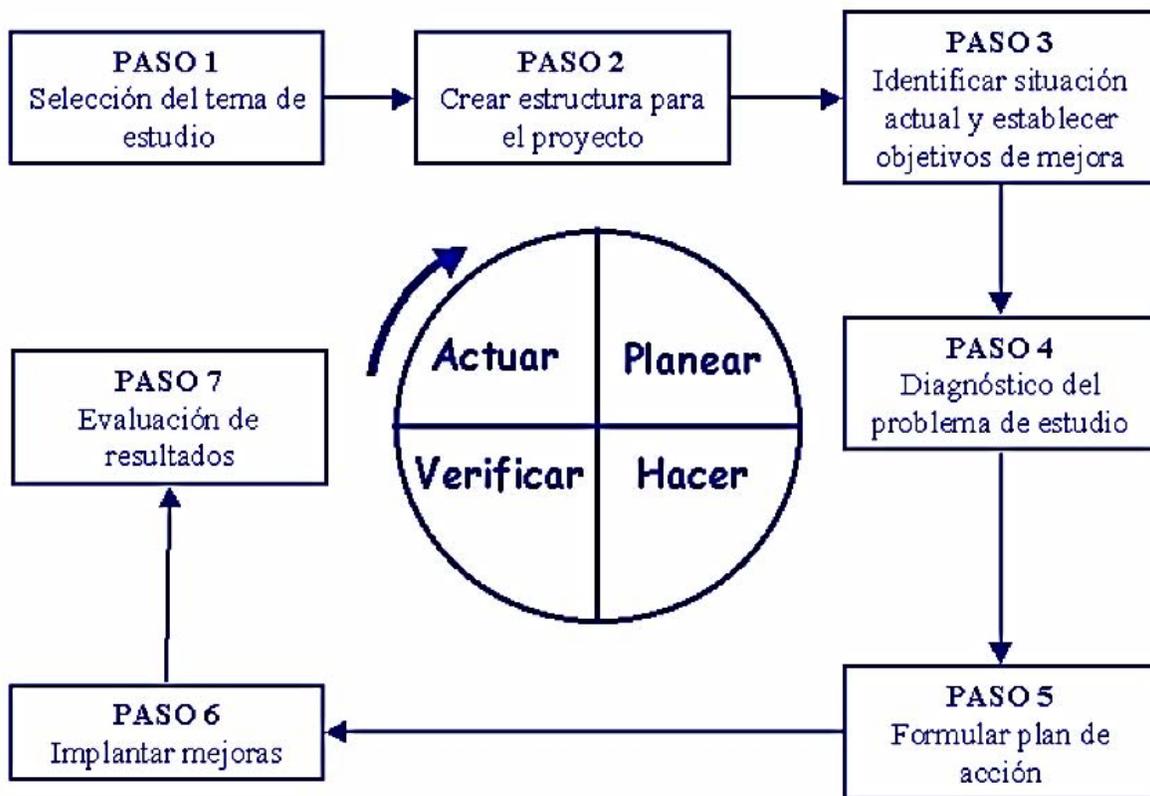


Figura 3. Ciclo Deming o PHVA

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

2.2 MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

Con la introducción del mantenimiento preventivo a Japón proveniente de Estados Unidos, hubo una separación de las funciones de operación y de las de mantenimiento, a raíz de esto los operarios perdieron responsabilidad respecto a su equipo y gradualmente perdieron toda sensibilidad respecto a su mantenimiento.

El TPM busca la participación del personal de producción en las actividades de mantenimiento. Este es uno de los procesos de mayor impacto en la mejora de la productividad. Su propósito es involucrar al operador en el cuidado del equipo a través de un alto grado de formación y preparación profesional, respeto de las condiciones de operación, conservación de las áreas de trabajo libres de contaminación, suciedad y desorden.

El mantenimiento autónomo se debe fundamentar en el conocimiento que el operador tiene para dominar las condiciones del equipo, esto es, mecanismos, aspectos operativos, cuidados y conservación, manejo, averías, etc. Con este conocimiento los operadores podrán comprender la importancia de la conservación de las condiciones de trabajo, la necesidad de realizar inspecciones preventivas, participar en el análisis de problemas y la realización de trabajos de mantenimiento liviano en una primera etapa, para luego asimilar acciones de mantenimiento más complejas.

El Mantenimiento Autónomo está compuesto por un conjunto de actividades que se deben realizar 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 operan.

Cuando se planifica el mantenimiento autónomo para entornos individuales de procesos, se debe:

- Considerar como se pueden realizar más eficazmente las actividades de mantenimiento autónomo en los diferentes tipos de equipos.
- Investigar la importancia relativa de los diferentes elementos del equipo y determinar los enfoques de mantenimiento apropiados.
- Priorizar las tareas de mantenimiento.
- Asignar apropiadamente responsabilidades entre el personal de producción y el de mantenimiento especializado. [2,9]

2.3 MANTENIMIENTO PLANIFICADO O PROGRESIVO

El mantenimiento planificado abarca tres formas de mantenimiento: el de averías, el preventivo, y el predictivo. Para esto se debe de crear un sistema planificado que debe de realizarse sistemáticamente. La finalidad de realizar el mantenimiento preventivo y predictivo es eliminar las averías, pero hay que tener en cuenta que aunque se realizan prácticas de mantenimiento sistemáticas seguirán ocurriendo fallos inesperados. Para una correcta gestión de las actividades de mantenimiento es necesario contar con bases de información, obtención de conocimiento a partir de los datos, capacidad de programación de recursos, gestión de tecnologías de mantenimiento y un poder de motivación y coordinación del equipo humano encargado de estas actividades. Por esto el TPM se resalta la importancia de controlar los tiempos medios entre fallos y de usar este análisis para especificar los intervalos entre las fallas ya sea mediante calendarios de mantenimiento semanal, mensual, anual etc. [2,9]

2.4 MANTENIMIENTO DE CALIDAD O HINSHITSU HOZEN

Esta clase de mantenimiento tiene como propósito mejorar la calidad del producto reduciendo la variabilidad mediante el control de las condiciones de los

componentes y condiciones del equipo que tienen directo impacto en las características de calidad del producto. Frecuentemente se entiende en el entorno industrial que los equipos producen problemas cuando fallan y se detienen, sin embargo, se pueden presentar averías que no detienen el funcionamiento del equipo pero producen pérdidas debido al cambio de las características de calidad del producto final. El mantenimiento de calidad es una clase de mantenimiento preventivo orientado al cuidado de las condiciones del producto resultante.

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 encuentran 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.

[9]

2.5 PREVENCIÓN DEL MANTENIMIENTO

Son aquellas actividades de mejora que se realizan durante la fase de diseño, construcción y puesta a punto de los equipos, con el objeto de reducir los costes de mantenimiento durante su explotación. Una empresa que pretende adquirir nuevos equipos puede hacer uso del historial del comportamiento de la maquinaria que posee, con el objeto de identificar posibles mejoras en el diseño y reducir drásticamente las causas de averías desde el mismo momento en que se negocia

un nuevo equipo. Las técnicas de prevención de mantenimiento se fundamentan en la teoría de la fiabilidad, esto exige contar con buenas bases de datos sobre frecuencia de averías y reparaciones.

2.6 TPM EN DEPARTAMENTOS ADMINISTRATIVOS Y DE APOYO

Esta clase de actividades no involucra el equipo productivo. Departamentos como planificación, desarrollo y administración no producen un valor directo como producción, pero facilitan y ofrecen el apoyo necesario para que el proceso productivo funcione eficientemente, con los menores costos, oportunidad solicitada y con la más alta calidad. Su apoyo normalmente es ofrecido a través de un proceso productivo de información, y este de apoyo juega un papel importante como soporte de la producción. La calidad y oportunidad de plazo de la información que aportan estos departamentos tienen un gran efecto sobre las actividades de producción.

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

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

el número de personas necesarias. Para lograr esto, se automatizan las tareas de oficina, se instalan sistemas de proceso de datos tales como redes electrónicas locales, etc. [2,9]

2.7 ENTRENAMIENTO Y DESARROLLO DE HABILIDADES DE OPERACIÓN

Las habilidades tienen que ver con la correcta forma de interpretar y actuar de acuerdo a las condiciones establecidas para el buen funcionamiento de los procesos. Es el conocimiento adquirido a través de la reflexión y experiencia acumulada en el trabajo diario durante un tiempo, lo que hace a la fuerza laboral de una empresa sea un activo de gran valor, y todas las empresas deben formar sistemáticamente a sus empleados.

Los trabajadores capacitados de las industrias son cada vez más escasos, forman parte de una élite, y cada vez tienen una formación más polivalente, de modo que su adiestramiento debe ser una parte vital del sistema de recursos humanos. Para obtener esto hay que visualizar el tipo de personas que se desea formar y los programas apropiados. En otras palabras, hay que identificar los conocimientos específicos, capacidades, y habilidades de gestión que se desea tener y entonces programar la formación para lograr tal visión.

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

- Habilidad para identificar y detectar problemas en los equipos.
- Comprender el funcionamiento de los equipos.
- Entender la relación entre los mecanismos de los equipos y las características de calidad del producto.
- Poder de analizar y resolver problemas de funcionamiento y operaciones de los procesos.
- Capacidad para conservar el conocimiento y enseñar a otros compañeros.

- Habilidad para trabajar y cooperar con áreas relacionadas con los procesos industriales.

La formación debe también ajustarse para servir necesidades individuales. Hay que evaluar a cada persona para medir su grado de asimilación de los conocimientos y capacidades requeridos e identificar sus debilidades, y con todo ello programar más eficazmente la formación. Los trabajadores y supervisores deben examinar anualmente los resultados de esta evaluación y en función de esto fijar los objetivos del año próximo y los planes para la fase siguiente. [2,9]

2.8 LAS 5 S's, UNA FILOSOFÍA ESCENCIAL

Basada en palabras japonesas que comienzan con una "S", esta filosofía se enfoca en trabajo efectivo, organización del lugar y procesos estandarizados de trabajo. 5'S simplifica el ambiente de trabajo, reduce los desperdicios y actividades que no agregan valor, al tiempo que incrementa la seguridad y eficiencia de calidad.

- Seiri (ordenamiento o acomodo), la primera "S" se refiere a eliminar del área de trabajo todo aquello que no sea necesario. Una forma efectiva de identificar estos elementos que habrán de ser eliminados es llamada "etiquetado en rojo". En efecto una tarjeta roja (de expulsión) es colocada a cada artículo que se considera no necesario para la operación. Enseguida, estos artículos son llevados a un área de almacenamiento transitorio. Más tarde, si se confirmó que eran innecesarios, estos se dividirán en dos clases, los que son utilizables para otra operación y los inútiles que serán descartados. Este paso de ordenamiento es una manera excelente de liberar espacios de piso desechando cosas tales como: herramientas rotas, aditamentos o herramientas obsoletas, recortes y excesos de materia prima. Este paso también ayuda a eliminar la mentalidad de "Por Si Acaso"
- Seiton (Todo en Su Lugar) es la segunda "S" y se enfoca a sistemas de guardado eficientes y efectivos.

a) ¿Qué necesito para hacer mi trabajo?

- b) ¿Dónde lo necesito tener?
- c) ¿Cuántas piezas de ello necesito?

- Algunas estrategias para este proceso de "todo en Su lugar" son: pintura de pisos delimitando claramente áreas de trabajo y ubicaciones, tablas con siluetas, así como estantería modular y/o gabinetes para tener en su lugar cosas como un bote de basura, una escoba, trapeador, cubeta, etc. ¡No nos imaginamos cómo se pierde tiempo buscando una escoba que no está en su lugar! Esa simple escoba debe tener su lugar donde todo el que la necesite, la halle. "Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar".

- Seiso (¡que brille!) Una vez que ya hemos eliminado la cantidad de estorbos y hasta basura, y relocalizado lo que sí necesitamos, viene una súper-limpieza del área. Cuando se logre por primera vez, habrá que mantener una diaria limpieza a fin de conservar el buen aspecto y comodidad de esta mejora. Se desarrollará en los trabajadores un orgullo por lo limpia y ordenada que tienen su área de trabajo. Este paso de limpieza realmente desarrolla un buen sentido de propiedad en los trabajadores. Al mismo tiempo comienzan a aparecer evidentes problemas que antes eran ocultados por el desorden y suciedad. Así, se dan cuenta de fugas de aceite, aire, refrigerante, partes con excesiva vibración o temperatura, riesgos de contaminación, partes fatigadas, deformadas, rotas, des-alineamiento, etc. Estos elementos, cuando no se atienden, pueden llevarnos a una falla del equipo y pérdidas de producción, factores que afectan las utilidades de la empresa.

- Seiketsu (Estandarizar) Al implementar las 5S's, nos debemos concentrar en estandarizar las mejores prácticas en nuestra área de trabajo. Dejemos que los trabajadores participen en el desarrollo de estos estándares o normas. Estas normas son fuentes de información muy valiosas en lo que se refiere a su trabajo, pero con frecuencia no se les toma en cuenta. Pensemos en lo que McDonald's, Pizza Hut, UPS, el Ejército de los EE.UU. serían si no tuvieran efectivas normas de trabajo o estándares.

- Shitsuke (Sostener) Esta "S" es la más difícil de alcanzar e implementar. La naturaleza humana es resistir el cambio y no pocas organizaciones se han encontrado dentro de un taller sucio y amontonado a solo unos meses de haber intentado la implementación de las "5S's". Existe la tendencia de volver a la tranquilidad del "Status Quo" y la "tradicional" forma de hacer las cosas. El sostenimiento consiste en establecer un nuevo "status quo" y una nueva serie de normas o estándares en la organización del área de trabajo.

Una vez bien implementado, el proceso de las 5S's eleva la moral, crea impresiones positivas en los clientes y aumenta la eficiencia la organización. No solo se sienten los trabajadores mejor acerca del lugar donde trabajan, sino que el efecto de superación continua genera menores desperdicios, mejor calidad de productos y más rápida revolvencia, cualquiera de los cuales, hace a nuestra organización más remunerativa y competitiva en el mercado[9].

2.9 LAS SEIS GRANDES PÉRDIDAS

El TPM aumenta al máximo la efectividad del equipo a través de dos tipos de actividad:

- Cuantitativa: aumentando la disponibilidad total del equipo y mejorando su productividad dentro de un período dado de tiempo operativo.
- Cualitativa: reduciendo el número de productos defectuosos estabilizando y mejorando la calidad. [9]

Las metas del TPM son cero averías, cero defectos y cero accidentes. El TPM maximiza el output (Productividad, Calidad, Coste, Entrega, Seguridad, Salud, Entorno y Moral) manteniendo las condiciones operativas ideales y manejando el equipo eficazmente. Para lograr la efectividad total TPM trabaja para eliminar estas "6 grandes pérdidas:"

Pérdidas por paradas (disponibilidad):

1. Pérdidas por averías.
2. Pérdidas por preparación y ajuste.

Pérdidas de velocidad (rendimiento):

3. Pérdidas por tiempos muertos y paradas pequeñas.
4. Pérdidas por reducción de la velocidad del equipo.

Pérdidas por defectos (calidad):

5. Defectos de calidad y trabajos de rectificación.
6. Pérdidas por arranque.

Cuando se eliminan las averías y defectos, las tasas de operación del equipo mejoran, los costes se reducen, el stock puede minimizarse y como consecuencia, la productividad del personal aumenta. [9]

2.9.1 FALLOS EN EL EQUIPO POR AVERÍAS.

Las pérdidas por averías, son errores o fallos del equipo que provocan tiempos muertos del proceso por paro total del mismo a problemas que impiden su buen funcionamiento.

Las averías son el grupo de pérdidas más grande de entre las seis citadas. Hay dos tipos: averías de pérdida de función y averías de reducción de función.

Las averías de pérdida de función.

Se caracterizan por que el equipo pierde alguna de sus funciones fundamentales y se para por completo. Suele ocurrir de manera inesperada, en forma de fallos repentinos y drásticos, dando lugar a pérdidas claras y urgentes de solucionar. Estas pérdidas dan lugar a pérdidas esporádicas con un coste económico inicial alto.

Las averías de reducción de función.

Se producen sin que el equipo deje de funcionar, pero el deterioro sufrido por el equipo o partes específicas del mismo hace que rinda por debajo de lo previsto.

La meta cero averías.

En general, las averías pueden causarse por todo tipo de factores pero solemos darnos cuenta únicamente de los grandes defectos y pasamos por alto la multitud de defectos pequeños que también contribuyen a ellas. Obviamente, los grandes defectos merecen nuestra atención, pero los defectos pequeños merecen igual atención porque se acumulan y también causan averías. De hecho, muchas se producen simplemente por no hacer caso a detalles que parecen insignificantes tales como un tornillo suelto, abrasión, suciedad y contaminantes, y los efectos de estas pequeñas cosas se acumulan hasta afectar a la eficacia del equipo.

Para alcanzar la meta de cero averías hay que llevar a cabo las siguientes siete acciones:

1. Impedir el deterioro acelerado
2. Mantenimiento de condiciones básicas del equipo
3. Adherirse a las condiciones correctas de operación
4. Mejorar la calidad del mantenimiento
5. Hacer que el trabajo de reparación sea algo más que una medida transitoria
6. Corregir debilidades del diseño
7. Aprender lo máximo posible de cada avería.

Impedir el deterioro acelerado.

Es simplemente un deterioro generado artificialmente. Por ejemplo, en talleres donde el equipo se sobrecalienta porque no se repone aceite tan a menudo como se debería o donde no se hacen controles o ajustes al equipo. Pronto, una pieza

suelta afecta a otras y se produce una reacción en cadena que finalmente acaba en avería. Cuando el deterioro acelerado se deja sin corregir, se acorta la vida del equipo y ocurren averías. De hecho, la mayoría de las averías se deben al deterioro acelerado. Por lo tanto, el primer paso decisivo hacia la reducción de averías tiene que ser obviamente la eliminación del deterioro acelerado.

Existen actividades básicas -limpieza, orden, lubricación, inspección y ajuste- que hay que llevar a cabo para mantener las condiciones básicas del equipo. Si éstas no se realizan periódicamente seguramente el equipo sufrirá muchas averías.

Hay varias razones por las cuales los trabajadores no mantienen las condiciones básicas del equipo. A veces algunos no saben cómo y otros saben cómo hacerlo pero están demasiado despreocupados o preocupados para molestarse. Hay que enseñar a los que no saben pero no sólo enseñarles cómo hacer las actividades básicas del mantenimiento, sino también la razón de su importancia. A veces los trabajadores realmente tienen ganas de mantener las condiciones básicas del equipo, pero por alguna razón les es demasiado difícil. Por ejemplo, hacer un control a una máquina puede necesitar un proceso de desmontaje que exige mucho tiempo tal como, por ejemplo, quitar una tapa que está fijada con pernos, o subir una escalera alta, plataforma u otros elementos peligrosos. En estos casos no hay más remedio que mejorar el equipo para que su mantenimiento sea más fácil.

Adherirse a las condiciones correctas de operación.

Muchas averías son el resultado de un equipo que tiene que "esforzarse" para operar más allá de su rango normal porque no se cumplen las condiciones normales. Operar un equipo bajo condiciones que sobrepasan los límites especificados en el manual de operaciones – tales como sobrecargarlo al permitir que el fluido hidráulico se sobrecaliente o utilizar una potencia de 24V cuando se especifica una potencia de 12V- es exponer el equipo a averías.

Por esta razón es tan importante el mantenimiento de las condiciones correctas de operación.

Mejorar la calidad del mantenimiento.

A veces ocurren averías en piezas recientemente reemplazadas o reparadas debido a que el trabajador de mantenimiento no conocía las técnicas necesarias para llevar a cabo correctamente la reparación o instalación. Para impedir que ocurran estos errores, hay que mejorar los niveles de conocimiento técnico a través de la formación y de esta manera mejorar la calidad del trabajo de mantenimiento. Hacer que el trabajo de reparación sea algo más que una medida transitoria.

El trabajo de reparación normalmente se realiza con el apremio de poner el equipo en marcha con la mayor rapidez posible sin dar demasiada importancia a conocer las causas de la avería. Por ejemplo, si la causa más obvia era un tornillo que mantenía un cilindro en su sitio, el trabajo de reparación muchas veces consiste simplemente en reemplazar el tornillo sin investigar por qué se rompió. Obviamente, tal actitud da lugar a una repetición del mismo problema. Lo que hace falta aquí es una actitud que busque la raíz del problema lo cual, hay que admitirlo, no siempre se puede encontrar. Sin esto, sin embargo, no puede existir el mantenimiento exhaustivo que requiere el TPM.

Corregir debilidades de diseño

Una razón por la cual las averías se hacen crónicas es que no se lleva a cabo una investigación suficiente de las debilidades incorporadas en el diseño del equipo, tales como mecanismos mal diseñados, malas configuraciones de sistemas, o selección incorrecta de materiales. Con demasiada frecuencia, no hay ninguna investigación que trate los defectos de diseño, o si la hay no se profundiza lo suficiente como para descubrir las implicaciones totales. Como resultado, el mantenimiento no está orientado hacia la mejora y por lo tanto las averías se hacen crónicas.

Aprender lo máximo posible de cada avería

Una vez que haya ocurrido una avería, asegúrese de aprender todo lo que pueda sobre ella.

Al estudiar las causas, condiciones preexistentes y exactitud de métodos utilizados anteriormente en controles y reparaciones se puede aprender mucho sobre cómo impedir que la avería vuelva a ocurrir no sólo en el equipo afectado, sino también en modelos parecidos.

Se pueden aprender muchas cosas de una avería y es lamentable que no se aproveche más de estas experiencias. A menudo los informes de una avería se archivan y quedan olvidados cuando podrían servir como referencia en el futuro. Hay que aprender a aprovechar material de referencia de este tipo porque puede enseñar a trabajadores de mantenimiento y operarios lo que ellos pueden hacer para impedir las averías.

2.9.2 PÉRDIDAS POR PREPARACIÓN Y AJUSTE

Las pérdidas por preparación y ajustes son pérdidas que se deben a paradas que ocurren durante el proceso de re-utillaje tales como cambio de útiles, etc. Las pérdidas por preparación y ajuste comienzan cuando la fabricación de un producto se ha concluido, y finaliza cuando se consigue la calidad estándar en la fabricación del producto siguiente.

La meta de cero ajustes.

Los ajustes son los que consumen la mayor parte del tiempo. A veces se necesitan de los ajustes debido a una falta de rigidez o alguna otra deficiencia mecánica. Sin embargo, al intentar reducir el número de ajustes primero hay que investigar los mecanismos de ajuste y dividir los ajustes en los evitables (que se pueden mejorar) y los inevitables (no mejorables).

Como media, en una fábrica normal, del 10 al 80 por 100 de los ajustes son evitables y podrían incluir lo siguiente:

- Ajustes necesarios debido a una acumulación de errores pequeños de precisión, por ejemplo, montajes imprecisos repetidos del equipo o plantillas.
- Ajustes necesarios cuando los estándares no son consistentes o cuando los métodos de medir y cuantificar no se han estandarizados.

Un equipo capaz de producir sin defectos desde el principio, indicaría que se habría conseguido la meta de cero ajustes. Para alcanzar esta meta, hay que hacer estudios y tomar medidas desde una variedad de perspectivas.

2.9.3 PÉRDIDAS POR TIEMPOS MUERTOS Y PARADAS PEQUEÑAS

A diferencia de las averías ordinarias la inactividad y paradas pequeñas son el resultado de problemas transitorios en el equipo. Por ejemplo, una pieza puede atascarse en una tolva o un sensor de control de calidad puede parar temporalmente el equipo. Tan pronto como alguien quita la pieza atascada o vuelve a poner en marcha el sensor, funciona normalmente de nuevo. Por lo tanto, la inactividad y paradas pequeñas difieren cualitativamente de las averías normales, pero tienen tanta o mayor incidencia que ellas en la eficacia del equipo, sobre todo en máquinas de proceso automático, de ensamble o de línea.

Ya que se pueden restaurar con bastante facilidad los tiempos muertos y paradas pequeñas, hay una tendencia a pasarlos por alto y no considerarlos como pérdidas. Pero son, de hecho, pérdidas y esto hay que hacerlo entender a todo el mundo. Sin embargo, aún después de haber explicado esto, puede que sea difícil entender la importancia de las pérdidas por tiempos muertos desde un punto de vista cuantitativo. Por ello, mientras no se haga patente su nocividad, difícilmente se podrán tomar medidas exhaustivas para eliminarlas.

En fábricas con muchas unidades de equipos, cada caso de inactividad o parada pequeña necesitará su tiempo de reparación, pero obviamente cuanto más tiempo se tarda, más grande es el problema. Hoy en día, cada vez más fábricas que han ido reduciendo su personal, sufren inactividad y paradas pequeñas que suponen un problema muy grave pues no hay nadie allí que pueda responder de inmediato. Entonces, en estos casos, es esencial la meta de cero inactividades y paradas pequeñas.

2.9.4 PÉRDIDAS POR REDUCCIÓN DE LA VELOCIDAD DEL EQUIPO.

Las pérdidas por reducción de velocidad se producen cuando hay una diferencia entre la velocidad prevista en el diseño de la máquina y su velocidad de operación actual. Las pérdidas por reducción de velocidad se ignoran generalmente, aunque constituyen un gran obstáculo para la eficacia del equipo y deben estudiarse cuidadosamente. La meta debe ser eliminar el desfase entre la velocidad de diseño y la actual.

El equipo puede estar operando por debajo de la velocidad ideal o de diseño por una variedad de razones: problemas mecánicos y calidad defectuosa, una historia de problemas anteriores o el temor de sobrecargar el equipo. A menudo, simplemente no se conoce la velocidad óptima. Por otro lado, aumentar deliberadamente la velocidad de operación contribuye a la resolución de problemas revelando fallos latentes en la condición del equipo.

2.9.5 DEFECTOS DE CALIDAD Y TRABAJOS DE RECTIFICACIÓN.

Los defectos de calidad y trabajos rehechos son pérdidas originadas por disfunciones de las máquinas. En general, los defectos esporádicos se corrigen fácil y rápidamente devolviendo el equipo a su condición normal. Estos defectos incluyen los aumentos súbitos en la cantidad de defectos u otros fenómenos dramáticos. Por otra parte, las causas de los defectos crónicos son de identificación difícil. Las reparaciones rápidas para restaurar el status de la máquina raramente resuelven el

problema, y las condiciones que realmente causan los defectos pueden ignorarse o dejarse de lado. Deben también registrarse como pérdidas crónicas, y no ignorarse, los defectos que se pueden corregir a través de rectificaciones y trabajos rehechos. La eliminación de los defectos crónicos, como las averías crónicas, exige una profunda investigación y medidas innovadoras. Deben determinarse las condiciones que provocan los defectos y entonces controlarse eficazmente. La meta principal es siempre la eliminación total de los defectos.

Ya que hay distintos tipos de defectos -esporádicos y crónicos- alcanzar la meta de cero defectos se vuelve cada vez más difícil. Llegar a ella, requiere la consideración de medidas basadas en una comprensión amplia de todos los defectos.

2.9.6 PÉRDIDAS POR ARRANQUE.

Las pérdidas entre la puesta en marcha y la producción estable son las que ocurren debido al rendimiento reducido entre el momento de arranque de máquina y la producción estable. Muchas veces, las pérdidas entre la puesta en marcha y la producción estable son difíciles de identificar y su alcance varía según la estabilidad de las condiciones del proceso, la disponibilidad de plantillas y troqueles, la formación de los trabajadores, las pérdidas debidas a operaciones de prueba y otros factores. En todo caso, el resultado es tener muchas pérdidas.

2.9.7 PÉRDIDAS DE PUESTA EN MARCHA

Las pérdidas entre la puesta en marcha y la producción estable son las que ocurren debido al rendimiento reducido entre el momento de arranque de máquina y la producción estable. Muchas veces, las pérdidas entre la puesta en marcha y la producción estable son difíciles de identificar y su alcance varía según la estabilidad de las condiciones del proceso, la disponibilidad de plantillas y troqueles, la formación de los trabajadores, las pérdidas debidas a operaciones de prueba y otros factores. En todo caso, el resultado es tener muchas pérdidas.

2.10 OEE- EFECTIVIDAD GLOBAL DEL EQUIPO (OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS).

Las industrias deben maximizar la eficacia de su planta elevando al máximo las posibilidades de sus funciones y rendimiento. La eficacia global se eleva eliminando cuidadosamente todo lo que tienda a perjudicar dicha eficacia. En otras palabras, maximizar la eficacia de la planta implica llevar ésta a condiciones óptimas de operación y mantenerla en ese estado eliminando o al menos minimizando factores tales como los fallos, defectos, o problemas que perjudiquen su rendimiento.

Las posibles mejoras en los equipos productivos y su operativa se centran especialmente, según se ha visto en las pérdidas tanto las crónicas como las esporádicas, las provocadas por una causa única, por causas múltiples, o bien por causas interrelacionadas. Su identificación y posteriormente su eliminación será lo que nos permita progresar hacia el rendimiento óptimo de los equipos.

Para el logro con éxito de este objetivo se deberá activar y potencializar todos los recursos a nuestro alcance tales como:

- Potencializar las tareas de mantenimiento por parte de los operarios de producción.
- La implementación con éxito de la filosofía de 5'S en nuestros puestos de trabajo.
- Reorganizar al departamento de mantenimiento con el claro objetivo de trabajar en base a la mejora continua y gestión de sus propios equipos y recambio.

Para conocer hasta qué punto es necesaria una actuación decidida en este sentido, o hasta qué punto la actuación se ha llevado a cabo, es muy conveniente disponer de elementos que nos permitan medir dicha eficiencia.

Es conveniente definir una magnitud que englobe a otras que permitan conocer aspectos relevantes de la eficiencia del equipo, como se muestra en la figura 4.

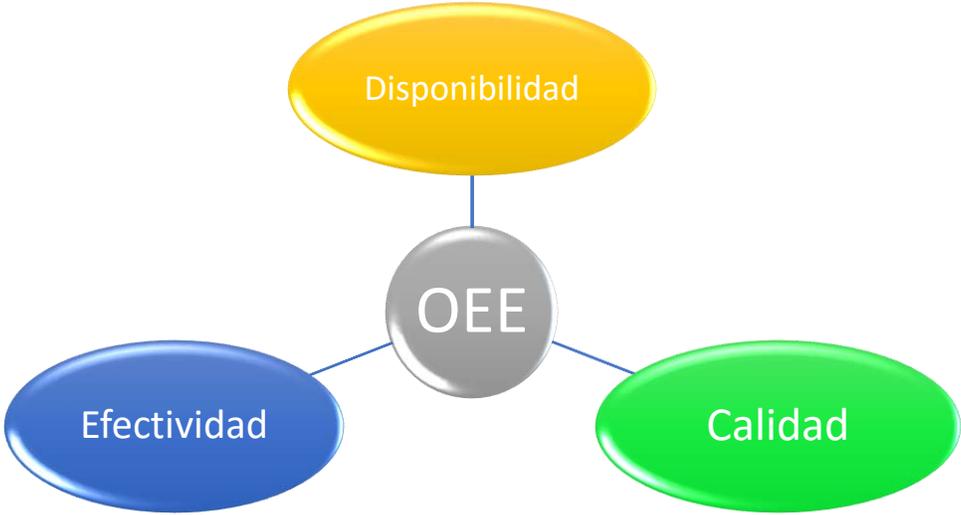


Figura 4. Magnitudes que intervienen en el cálculo de la eficiencia global.

Estas magnitudes se medirán por medio de coeficientes que harán referencia a los conceptos de tiempo requerido para trabajar, tiempo que realmente está operando el equipo, tiempo que a pesar de estar operativo puede no estar produciendo, o bien hacerlo a una velocidad inferior a la espera y, también a la calidad del output o producto resultante del proceso productivo.

Puede deducirse que cada uno de estos coeficientes hace referencia directamente a las seis grandes pérdidas como se muestra en la figura 5.

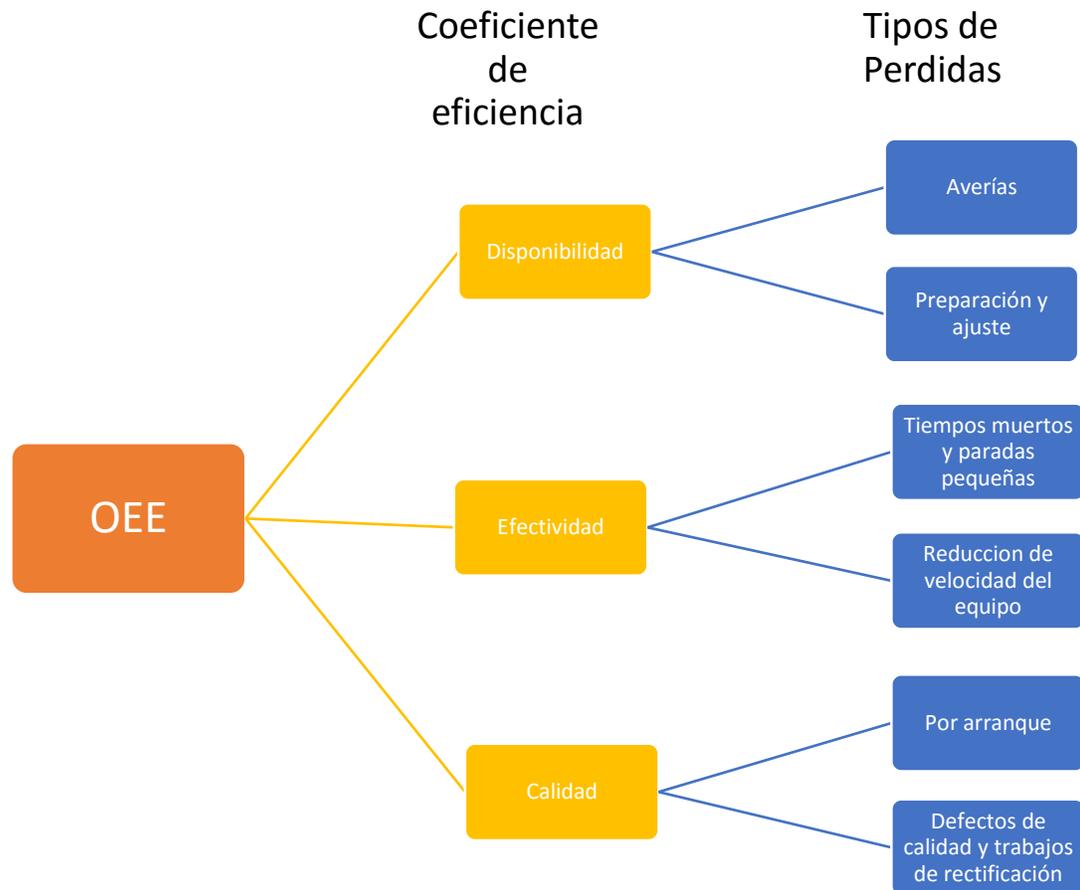


Figura 5. Relación de los coeficientes de la eficiencia global con las seis pérdidas.

El OEE, como lo muestra la figura 6, se obtiene por la determinación de fracción de tiempo que el equipo funciona una vez deducida las seis grandes pérdidas. El resultado obtenido para la OEE será un porcentaje que, con anterioridad a la introducción de mejoras, deberá determinarse para poder así conocer cuál es el punto de partida del equipo que se desea mejorar la eficiencia. [10]

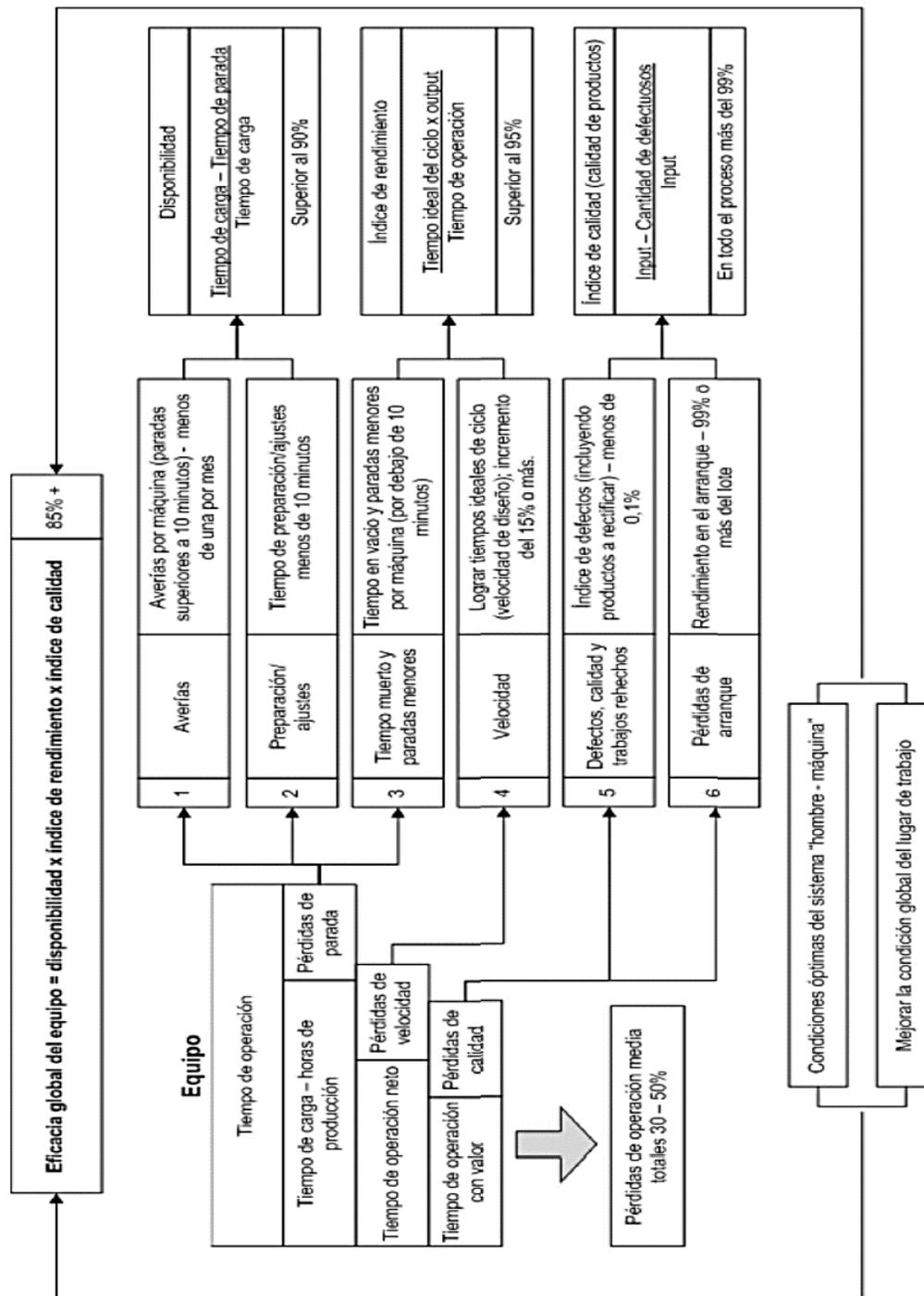


Figura 6. Diagrama de eficiencia global del equipo

Fuente Nakajima, 1984

Para el cálculo de los coeficientes es necesario tomar en cuenta:

Tiempo de carga o disponible: se refiere al tiempo disponible del equipo durante un período dado. En otras palabras es el tiempo total disponible para operación menos los tiempos necesarios para descanso, encuentros, etc. (inevitables).

Tiempo de operación: es el tiempo de carga menos el tiempo en el que el equipo está detenido debido a descomposturas, ajustes, cambio de herramienta y otros paros. Es el tiempo en el que el equipo está produciendo.

Tiempo de operación neto: es el tiempo en el que el equipo es operado estable y a velocidad constante. Al tiempo de operación se le resta el tiempo perdido por paros menores y por pérdida de velocidad.

Tiempo valorable de operación: es el tiempo neto de operación, menos el tiempo estimado que se requiere para re-trabajar los productos defectuosos. Es el tiempo durante el cual los productos aceptables son manufacturados.

Tiempo de ciclo ideal: es el tiempo diseñado para la producción de una unidad.

Tasa de calidad = producción.

Tomando en cuenta la combinación de las fórmulas y, de acuerdo con los coeficientes anteriores y las pérdidas a las que hacen referencia, se puede determinar la expresión de la eficiencia global. El OEE resulta de multiplicar los tres coeficientes: la Disponibilidad, la eficiencia y la Calidad, como se muestra en la figura 7.



Figura 7. Tiempo Total de Operación Fuente: <http://edinn.com/es/oe.html>

Esto se aplicara de igual modo a un equipo como a un conjunto de equipos. Cabe recalcar que estos indicadores se manejan de forma diaria.

2.11 IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL.

Una vez que se ha llevado acabo el análisis y sobre todo el deseo por parte de la empresa de utilizar el TPM, se puede comenzar con la implementación, que normalmente es en tres fases (preparación, implantación, y consolidación), que pueden descomponerse en doce pasos. [2]

Para la fase preparatoria del TPM en una empresa, se ha estimado una media de 3 a 6 meses. Y, para la fase de implementación se estima que sea de 2 a 3 años, considerando que se ha seguido los 12 pasos. [11].

Fase de preparación o etapa inicial.

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

PASO 1: LA ALTA DIRECCIÓN ANUNCIA SU DECISIÓN DE INTRODUCIR EL TPM

La elevación de los costes de las primeras materias y los materiales intermedios, la caída de los precios de los productos, y otros factores negativos del entorno, fuerzan a las industrias a organizarse más eficazmente. Muchas empresas están adoptando el TPM como un medio para resolver complejos problemas internos y luchar contra las turbulencias económicas.

La alta dirección debe considerar cuidadosamente estos puntos antes de anunciar su decisión de introducir el TPM. Sin embargo, cuando la alta dirección formule este compromiso, debe dejar claro su intención de seguir el programa TPM hasta su finalización. [2]

El primer paso en el desarrollo TPM es hacer un anuncio oficial de la decisión de implantar el TPM. La alta dirección debe informar a sus empleados de su decisión de infundir entusiasmo por el proyecto. Esto puede cumplirse a través de una presentación formal que introduce el concepto, metas, y beneficios esperados del TPM, y también incluye propuestas personales de la alta dirección a los empleados sobre las razones que fundamentan la decisión de implantar el TPM. Esto puede seguirse con información impresa en boletines internos. [11]

PASO 2: CAMPAÑAS DE DIFUSIÓN DEL MÉTODO O EDUCACIÓN INTRODUCTORIA PARA EL TPM

El segundo paso en el programa de desarrollo TPM es el entrenamiento y promoción en el mismo, el que debe empezar tan pronto como sea posible después de introducir el programa.

El objetivo de la educación es, no solamente explicar el TPM, sino también elevar la moral y romper la resistencia al cambio. [11]

Antes de poner en práctica un programa de desarrollo TPM debe comprenderse. Para garantizar que todos comprenden las características del TPM, y las razones estratégicas que han llegado a la dirección a aceptarlo, se deben de planificar planes de formación internos adecuados para cada nivel. [2]

PASO 3: DEFINICION DE COMITÉ, NOMBRAMIENTO DE RESPONSABLES Y FORMACIÓN DE PEQUEÑOS GRUPOS PARA PROMOVER EL TPM

Una vez que se ha completado la educación introductoria al nivel de personal de dirección (de jefes de sección hacia arriba), puede empezar la creación de un sistema promocional del TPM.

La estructura promocional TPM se basa en una matriz organizacional, conformada por grupos horizontales tales como comités y grupos de proyecto en cada nivel de la organización vertical de dirección. Es extremadamente importante para el éxito y desarrollo general del TPM.

Los grupos se organizan por rangos, por ejemplo, el comité promocional del TPM, los comités promocionales de fábrica, departamento, y los círculos PM (Mantenimiento Planificado) al nivel del suelo de la fábrica. La figura 8 nos muestra un ejemplo que nos da Tokuro Suzuki en su libro TPM en industrias de proceso [11]

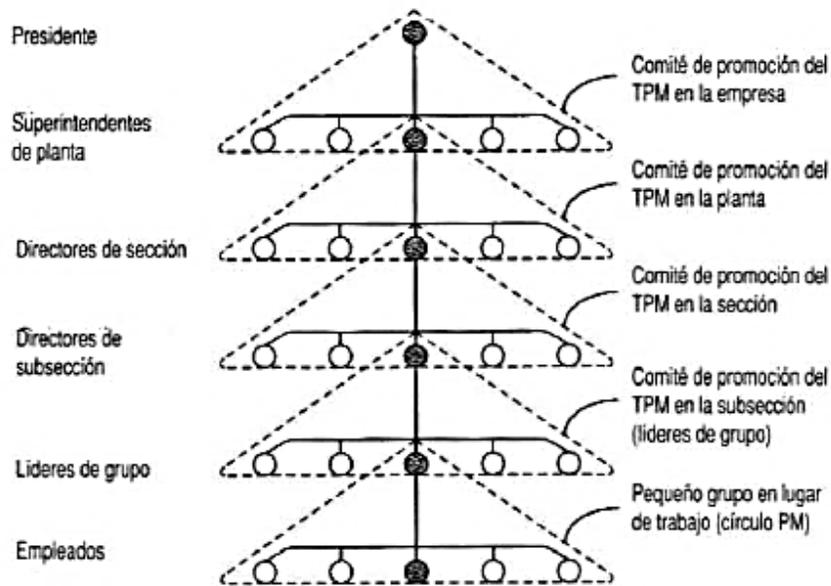


Figura 8. Estructura promocional del TPM Fuente: TPM en industrias de proceso

Se debe establecer una oficina de promoción del TPM que se responsabilice de desarrollar y promover estrategias eficaces de promoción del TPM. Para ser eficaz, la oficina debe funcionar con personal permanente, de plena dedicación, ayudado por varios comités y subcomités. Sus funciones incluyen tareas tales como preparar el plan maestro TPM y coordinar su promoción, crear pautas para mantener las diversas actividades TPM en el camino previsto, dirigir campañas sobre temas específicos, diseminar información, y organizar la publicidad. La oficina de promoción juega un papel especialmente importante en la gestión de la implantación del mantenimiento autónomo y en centrar las actividades de mejora. [11]

PASO 4: ESTABLECER POLITICAS BASICAS Y METAS PARA EL TPM

La oficina encargada de promover el desarrollo del TPM debe empezar estableciendo políticas y metas básicas. La política TPM básica debe ser parte integral de la política global de la empresa y debe indicar los objetivos y directrices de las actividades a realizar. Como toma, mínimo cada tres años moverse hacia la eliminación de defectos y averías a través del TPM. Una política de dirección básica puede ser comprometerse con el TPM e incorporar procedimientos concretos de

desarrollo del TPM en el plan de dirección general a medio y largo plazo. La figura 9 nos da una muestra el plan de políticas básicas para una empresa. [2, 11]

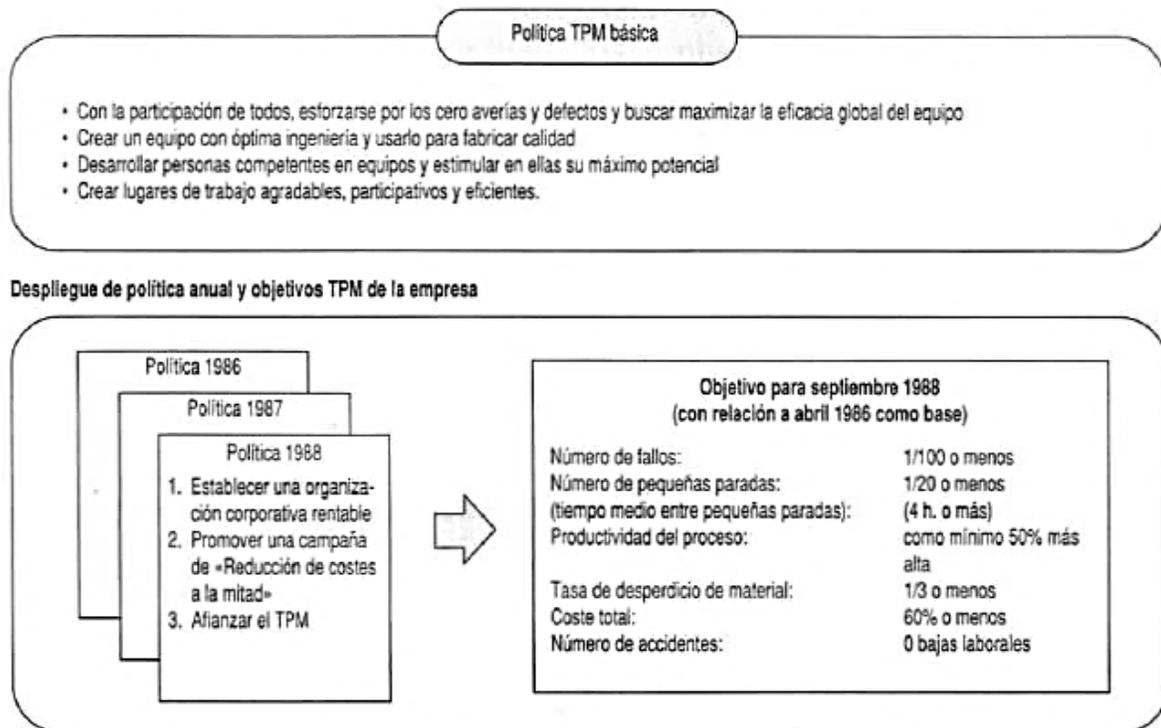


Figura 9. Ejemplo de política y objetivos TPM básicos Fuente: Nakajima, 1984 [17]

Hay que expresar objetivos numéricos en el máximo grado posible. Al establecer objetivos, empezar por establecer bases de referencia claras. Estas deben facilitar una medición instantánea de la situación existente y expresarse parcialmente de modo cuantitativo y parcialmente cualitativo. Establecer un objetivo significa contemplar un nivel deseable de logro por encima de una línea de fondo particular. La cuestión más difícil es siempre decidir cuánto más hay que situar el objetivo por encima de la base de referencia. Los objetivos deben ser desafiantes, pero alcanzables. [2]

PASO 5: PLAN PILOTO

Para formular un plan piloto o maestro de implantación, hay primero que decidir las actividades a poner en práctica para lograr los objetivos TPM. Este es un paso importante. La empresa ha de reflexionar y decidir sobre los modos más eficientes

de cubrir los desfases entre la situación de partida y los objetivos, enumerar éstos y las bases de referencia son los pilares tradicionales. [2]

La responsabilidad de la oficina central del TPM es establecer un plan maestro para el desarrollo TPM.

La siguiente figura 10 muestra un PLAN MAESTRO real tomado de Central Motor Wheel Co., donde el desarrollo del TPM se centra en las siguientes cinco actividades de mejoras básicas: incluir el programa diario de promoción del TPM, empezando por la fase de preparación anterior a la implementación.

1. Mejorar la efectividad del equipo a través de la eliminación de las seis grandes pérdidas (realizado por equipos de proyecto).
2. Establecer un programa de mantenimiento autónomo por los operarios (siguiendo un método de siete pasos).
3. Aseguramiento de la calidad.
4. Establecer un programa de mantenimiento planificado por el departamento de mantenimiento.
5. Educación y entrenamiento para aumentar las capacidades personales.

		1979	1980	1981	1982		
		Preparar	Introducir	Implantar	Completar	Estabilizar	Mejorar mantenimiento
Efectividad equipo	<p>Crear línea modelo a través actividades grupo:</p> <p>Pasos para evitar averías súbitas:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">Mantenimiento preventivo</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">Reducir tiempos preparación / ajuste</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center; margin: 10px 0;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 0 10px;">Reducir roturas piezas</div> </div>						
	Creación de fundamentos para el mantenimiento autónomo						
Mantenimiento autónomo	<p>Promover mantenimiento autónomo</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">1. Limpieza inicial</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">4. Inspección general</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center; margin: 5px 0;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 0 10px;">2. Resolver problemas difíciles</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 0 10px;">5. Reevaluar pasos 2 y 4</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center; margin: 10px 0;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 0 10px;">3. Estándares limpieza / lubricación</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center; margin: 10px 0;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 0 10px;">6. Auto-auditoría</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center; margin: 10px 0;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 0 10px;">7. Organización / orden</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center; margin: 10px 0;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 0 10px;">8. Metas dirección</div> </div>						
	Obtener niveles de ganadores Reforzar posición compañía; crear un entorno de trabajo favorable						
Control calidad	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajar para producir una calidad razonable (incluyendo el mantenimiento predictivo del equipo de soldadura); asegurar calidad en arranque fabricación 						
Mantenimiento planificado	<ul style="list-style-type: none"> • Mejora de la mantenibilidad y de los sistemas de prevención del mantenimiento • Sistema completo de control del "commissioning" 						
Crear destrezas	<p>Perfectas habilidades de mantenimiento:</p> <p style="text-align: right;">12 / 80 1ª reunión compañía</p> <p style="text-align: right;">6 / 81 2ª reunión compañía</p> <p style="text-align: right;">5 / 82 3ª reunión compañía</p>						

Figura 10. Ejemplo de Plan maestro para el desarrollo del TPM. Fuente: Central Motor Wheel Co.

Estas actividades necesitan presupuestos y orientaciones claras. Asimismo, deben supervisarse apropiadamente. [11]

ETAPA DE IMPLANTACIÓN (PASOS 6-11)

Durante la etapa de implantación, se realizan actividades seleccionadas para lograr los objetivos del plan maestro. Debe ajustarse el orden y plazo de las actividades de los pasos 6-11 para adaptarlos a las características particulares de la empresa, división, o planta.

PASO 6: INICIO DE IMPLEMENTACIÓN «SAQUE INICIAL» DEL PROYECTO TPM

Una vez que se ha aprobado el plan maestro, puede tener lugar el «saque inicial» del TPM. Este comienzo debe perfilarse para cultivar una atmósfera que eleve la moral e inspire dedicación. En Japón, consiste a menudo en una reunión de todo el personal a la que se invitan clientes, filiales y subcontratistas. En la reunión, la alta dirección confirma su compromiso de implantar el TPM e informa de los planes desarrollados y el trabajo realizado durante la fase de preparación. [2]

El «saque inicial» es el primer paso para la implantación, el comienzo de la batalla contra las seis grandes pérdidas. Durante la etapa inicial (pasos 1-5) la dirección y el staff profesional juegan el rol dominante. Sin embargo, a partir de este punto, los trabajadores individuales deben cambiar desde sus rutinas de trabajo diario tradicionales y empezar a practicar el TPM. Cada trabajador juega ahora un rol crucial. Como alguien ha dicho, “No hay lugar para ser espectador en el TPM”, cada persona es un participante “no puede haber mirones”. Por esta razón, cada trabajador debe apoyar la política sobre TPM de la alta dirección a través de actividades para eliminar las seis grandes pérdidas. [11]

PASO 7: “KOBETSU-KAISEN” MEJORAR LA EFECTIVIDAD DEL EQUIPO

“Kobetsu-Kaisen” es el levantamiento detallado de las necesidades de mejora de un equipo. La realización de este levantamiento se lleva a través de un grupo

multidisciplinario como el staff de ingeniería, mantenimiento, los supervisores de producción, los líderes de línea, operadores y miembros del comité TPM. Este grupo debe seleccionar una línea de producción donde se presente un “cuello de botella”, que genera pérdidas crónicas en la cual sea posible alcanzar la perfección a través de esfuerzos continuos.

Se debe estimular a los integrantes del grupo a presentar sugerencias que ayuden a mejorar el equipo ya que durante las fases tempranas de la implantación, habrá personas que duden del potencial del TPM para producir resultados — incluso habrá algunos que hayan visto cómo en otras compañías el uso del TPM incrementa la productividad y calidad, reduce los costes, mejora los resultados, y crea un entorno favorable de trabajo.

La mejora orientada se pone en práctica sistemáticamente.

El procedimiento es extremadamente eficaz para romper el ciclo vicioso que impide que las mejoras se implanten firmemente en los lugares de trabajo:

- Seleccionar un tema.
- Formar un equipo de proyecto.
- Registrar el tema.
- Investigar, definir y poner en práctica la mejora.
- Evaluar los resultados

Una mejora realizada de acuerdo con este procedimiento es una mejora orientada que se distingue de la mejora continua diaria, general. Se caracteriza por la asignación de recursos (equipos de proyecto que incluyen ingeniería, mantenimiento, producción, y otro personal especializado) y por un procedimiento de cuidadosamente planificado y supervisado.

8°PASO – ESTABLECIMIENTO DEL “JISHU-HOZEN” (MANTENIMIENTO AUTÓNOMO)

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.

El mantenimiento autónomo requiere que los operadores entiendan o conozcan su equipo, por lo que se requiere de 3 habilidades:

- Un claro entendimiento del criterio para juzgar condiciones normales y anormales.
- Un estricto esfuerzo para mantener las condiciones del equipo.
- Una rápida respuesta a las anomalías (habilidad para reparar y restaurar las condiciones del equipo). [12]

El “Jishu-Hozen” es desarrollado en siete pasos, pasando de uno a otro después de haber concluido el anterior con el apoyo y la evaluación de los gerentes.

El primer paso es la inspección de limpieza. Tiene como objetivo elevar la fiabilidad del equipo a través de tres actividades:

- Eliminar el polvo, la suciedad y los desechos.
- Descubrir anomalías.
- Corregir pequeñas deficiencias y establecer las condiciones básicas del equipo.

El segundo paso se compone de: medidas defensivas contra causas de suciedad y mejora del acceso a las áreas de difícil limpieza y lubricación. En este paso se hacen mejoras para eliminar la contaminación y fugas de lubricante, aire o agua.

El tercer paso corresponde a formulación de los estándares de trabajo y está destinado a la preparación de los criterios que deben ser observados por los operadores. Se busca crear el hábito para el cuidado de los equipos mediante la elaboración y utilización de estándares de limpieza, lubricación y ajuste de tornillos, pernos y otros elementos de ajuste; se busca prevenir el deterioro del equipo manteniendo las condiciones básicas de acuerdo a los estándares diseñados. Estos estándares deben ser preparados por el operador quien ha sido capacitado para realizar esta labor.

El cuarto paso es la inspección general, para esto se debe capacitar a los operadores de cómo se debe hacer la inspección de cada componente del equipo.

El quinto paso es la inspección autónoma que tiene como finalidad que los operadores puedan realizar la inspección de sus equipos y puedan a la vez detectar problemas y corregir pequeños daños.

El sexto paso es la estandarización y está destinado a establecer y mantener las condiciones de control de los equipos.

El séptimo y último paso es el control totalmente autónomo y está destinado a dar continuidad a las actividades “Jishu-Hozen” aprovechando al máximo los conocimientos obtenidos en los seis pasos anteriores. [9]

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

9° Paso – “KEIKAKU HOZEN” (MANTENIMIENTO PROGRESIVO O PLANIFICADO)

El mantenimiento progresivo es uno de los pilares más importantes en la búsqueda de beneficios, en una organización industrial. El JIPM le ha dado a este pilar el nombre de Mantenimiento Planificado. Se considera que este término puede comunicar mejor el propósito de este pilar, que consiste en la necesidad de avanzar gradualmente hacia la búsqueda de la meta “cero averías” para una planta industrial. El propósito del programa es mejorar las funciones de: conservación, prevención, predicción, corrección y mejoramiento tecnológico. Para una correcta gestión de las actividades de mantenimiento es necesario contar con bases de información, obtención de conocimiento a partir de los datos, capacidad de programación de recursos, gestión de tecnologías de mantenimiento y un poder de motivación y coordinación del equipo humano encargado de estas actividades. [12]

El conocimiento exacto de cómo está funcionando un equipo es un aspecto crucial que influye directamente sobre la calidad, disponibilidad y seguridad de la línea de producción. Y para obtener este conocimiento hay algunos índices de confiabilidad que ayudan de una forma exacta y continua, donde se necesita mejorar.

Tiempo medio hasta el fallo- Mean Time To Failure (MTTF.) Cuanto más tiempo un componente opera, más es probable que falle debido al envejecimiento. El tiempo medio hasta el fallo de un componente es precisamente eso, una previsión estadística para medir el tiempo promedio entre fallas, es decir, el lapso de tiempo en el que se presenta la falla del componente, con el supuesto de que el sistema de modelado de errores no se repara. Cuanto mayor es el MTTF de un componente, menos probable es que no falle. MTTF es el número total de horas de servicio de todos los dispositivos dividido por el número de dispositivos.

$$\text{MTTF (Mean Time To Failur)} = \frac{\text{Total de horas de servicio de todos los dispositivos}}{\text{Número de dispositivos}}$$

Tiempo Promedio entre Fallo - Mean Time Between Failures (MTBF). Nos indica el intervalo de tiempo más probable entre un arranque y la aparición de un fallo, es decir, es el tiempo medio transcurrido hasta la llegada del evento "fallo".

$$\text{MTBF (Mean Time Between Failures)} = \frac{\text{Numero total de detenciones}}{\text{Tiempo de carga}}$$

Tiempo Promedio para Reparar - Mean Time To Repair (MTTR): Es la medida de la distribución del tiempo de reparación de un equipo o sistema. Este indicador mide la efectividad en restituir la unidad a condiciones óptimas de operación una vez que la unidad se encuentra fuera de servicio por un fallo, dentro de un período de tiempo determinado. El cálculo de la tasa de falla puede calcularse de dos maneras:

$$\text{MTTR (Mean Time To Repair)} = \frac{\text{Tiempo total de detenciones}}{\text{Número de fallas}}$$

O también como:

$$\text{Tasa de falla} = \frac{1}{\text{MTBF}(\text{Horas de funcionamiento} - 1)}$$

El JIPM sugiere realizar dos actividades previas antes de iniciar un programa de mantenimiento planificado en un equipo, para que éste, sea económico y eficaz. Las actividades antes mencionadas son:

Etapa 1. Hacer "predecible" el MTBF.

En esta etapa se pretende eliminar en forma radical el deterioro acumulado que posee el equipo y que interviene como causa en la pérdida de estabilidad del MTBF. Un plan de mantenimiento realizado sobre un equipo que no cuente con un MTBF estable, es poco económico y poco efectivo para prevenir los problemas de fallos. Con las acciones de esta etapa se busca que la fluctuación del MTBF sea en lo posible (teóricamente) debida al desgaste natural de los componentes del equipo. Al ser estable el MTBF el comportamiento de los fallos será más predecible y el

tiempo asumido para la intervención planificada del equipo será la más próxima al comportamiento real futuro tal como lo muestra la figura 11.

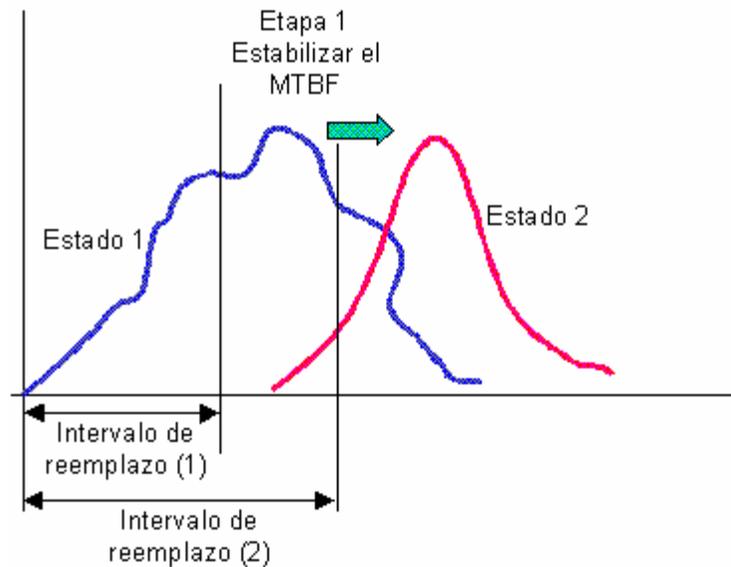


Figura 11. Efecto de restauración de deterioro

Propósitos:

- Reducir la variabilidad de los intervalos de fallo.
- Eliminar deterioro acumulado.
- Hacer más predecible los tiempos potenciales en que se pueden presentar los fallos.

Acciones

- Eliminar errores de operación, negligencias y limitaciones del personal.
- Mantener condiciones básicas de operación.

Etapa 2. Incrementar el MTBF.

En esta etapa, de búsqueda de eliminación de fallos en equipos, se pretende eliminar las causas de deterioro acelerado ya sea por mala operación del equipo,

debilidades del diseño original, o mala conservación para aumentar el tiempo de vida del equipo como se muestra en la figura 12.

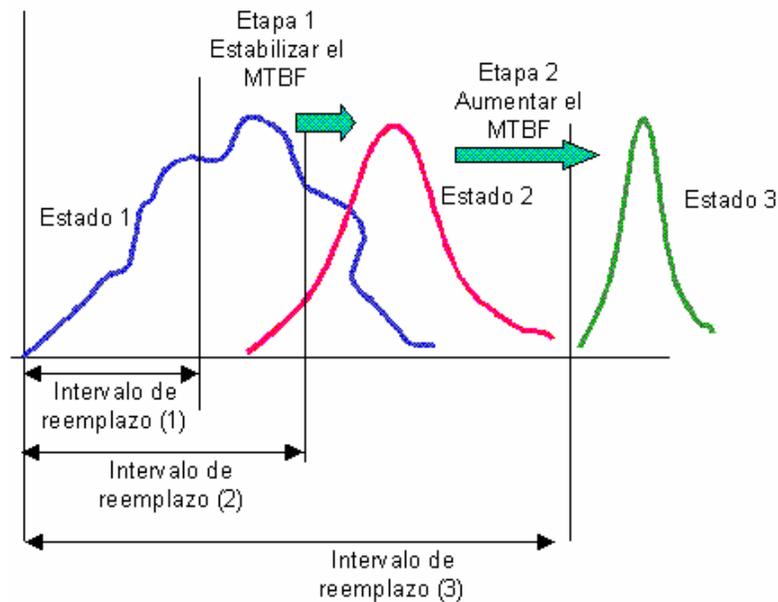


Figura 12. Efecto del aumento de vida del equipo.

Propósito

- Aumentar la expectativa de duración del equipo.
- Eliminar fallos esporádicos.
- Restaurar deterioro de apariencia o externo.

Acciones

- Eliminar los fallos debidos a debilidades de diseño del equipo: Realización de proyectos Kaizen para la mejora de materiales, construcción y puesta en marcha del equipo. Eliminar posibilidades de sobre carga de equipos mejorando los estándares en caso de no poder mejorar el equipo para que pueda aceptar las nuevas exigencias.
- Eliminar fallos por accidentes: Es necesario realizar el entrenamiento necesario para reparar adecuadamente el equipo, realizar proyectos Kaizen sobre métodos de intervención. Estandarizar métodos de

operación e instalación de dispositivos a prueba de errores que eviten accidentes.

- Restaurar el deterioro: Inspección del estado general del equipo, deterioros que se pueden observar con inspecciones visuales.

Las anteriores dos etapas se deben considerar como parte de las acciones de un mantenimiento preventivo efectivo.

Siempre se debe tener en cuenta lo siguiente: cuando el mantenimiento periódico se realiza antes de que la duración de la vida del equipo sea estable, los costos de mantenimiento son mayores y el proceso no es eficaz.

Pasos para el establecimiento del mantenimiento progresivo o planificado.

El pilar, Mantenimiento Planificado, sugerido por el JIPM se implanta en seis pasos.

La visión general de estos pasos se muestra en la figura 13:

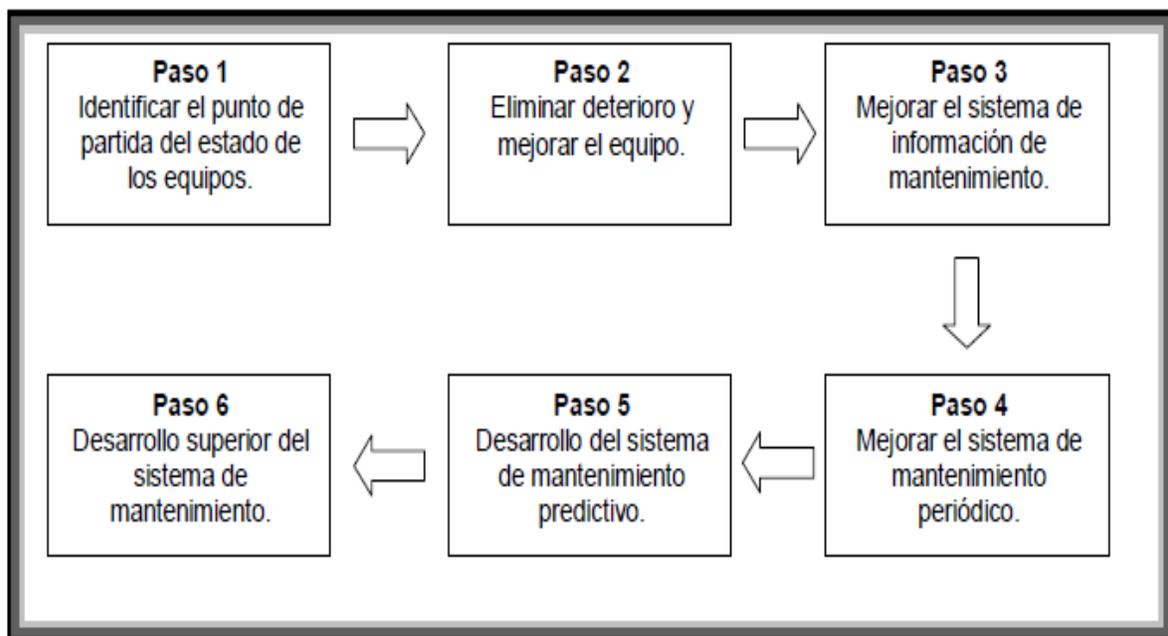


Figura 13. Pasos para el establecimiento del mantenimiento planificado.

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

El primer paso, está relacionado con la necesidad de mejorar la información disponible sobre el equipo. Esta información permite crear la base histórica necesaria para diagnosticar los problemas del equipo. Algunas preguntas que se pueden realizar, para ver el grado de desarrollo son:

- ¿Se tiene la información necesaria sobre los equipos?
- ¿Se han identificado los criterios para calificar los equipos?
- ¿Se cuenta con un listado priorizado de los equipos?
- ¿Se han definido los tipos de fallos potenciales?
- ¿Se tienen datos históricos de averías e intervenciones?
- ¿Se cuenta con registros sobre MTBF para equipos y sistemas?
- ¿Se posee un sistema de costos de mantenimiento?
- ¿Qué problemas tiene la función de mantenimiento?
- ¿La calidad de servicio de mantenimiento es la adecuada?

Paso 2: Eliminar deterioro del equipamiento y mejorarlo.

El paso dos, busca eliminar los problemas del equipo y desarrollar acciones que eviten la presencia de fallos similares en otros equipos idénticos.

Se prioriza lo siguiente:

- Eliminación de averías, en forma radical, aplicando métodos Kaizen.
- Eliminación de fallos en el proceso.
- Mejora en el manejo de la información estadística para el diagnóstico de fallos y averías.
- Implantación de acciones, para evitar la recurrencia de fallos.

Paso 3: Mejorar el sistema de información para la gestión.

Es frecuente entender que en este paso se debe introducir un programa informático o mejorar el actual. Sin embargo, en esta etapa, lo fundamental es crear modelos de información de fallos y averías, para su eliminación, antes de implantar un sistema de gestión de mantenimiento de equipos. En esta etapa se debe preguntar:

- El diseño de la base de datos de mantenimiento, ¿es el adecuado?
- ¿Se tiene información necesaria sobre fallos, averías, causas e intervenciones?
- El conocimiento en mantenimiento ¿se conserva?, ¿se distribuye?
- ¿Se tiene la información técnica del equipo?
- ¿Se cuenta con un sistema de información que apoye la gestión de mantenimiento?
- El sistema de gestión de mantenimiento, ¿permite controlar todos los recursos de la función: piezas, planos y recambios?

Paso 4: Mejorar el sistema de mantenimiento periódico.

El paso cuatro, está relacionado con el establecimiento de estándares de mantenimiento, realizar un trabajo de preparación para el mantenimiento periódico, crear flujos de trabajo, identificar equipos, piezas, elementos, definir estrategias de mantenimiento y desarrollo de un sistema de gestión para las acciones de mantenimiento previsto.

Como sus etapas principales se pueden señalar:

- Diseño de estrategias de mantenimiento: criticidad, frecuencia, tipo de mantenimiento, empleo de tablas MTBF, etc.
- Preparación de estándares de mantenimiento: procedimientos, actividades, estándares, registro de información, etc.

- Gestión de información del mantenimiento programado.

Paso 5: Desarrollar un sistema de mantenimiento predictivo.

El paso cinco, busca introducir tecnologías de mantenimiento basado en la condición, y de carácter predictivo. Se diseñan los flujos de trabajo, selección de tecnología, formación y aplicación en la planta. Sus etapas son:

- Introducir tecnología para el diagnóstico de equipos.
- Formación del personal, sobre esta clase de tecnologías.
- Preparar diagramas de flujo de procesos.
- Identificar equipos y elementos iniciales para aplicar progresivamente las tecnologías de mantenimiento predictivo.
- Mejorar la tecnología de diagnóstico: automatizar la toma de información, tele-transmisión y procesos vía Internet.

Paso 6: Desarrollo superior del sistema de mantenimiento.

El paso seis desarrolla procesos Kaizen para la mejora del sistema de mantenimiento periódico establecido, desde los puntos de vista técnico, humano y organizativo.

- Evaluar el progreso del MTBF y otros índices.
- Desarrollo de la tecnología de Ingeniería de Mantenimiento.
- Evaluar económicamente los beneficios del sistema de mantenimiento.
- Mejorar la tecnología estadística y de diagnóstico.
- Explorar el empleo de tecnologías emergentes. [13]

PASO 10: FORMACIÓN PARA ELEVAR CAPACIDADES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Una compañía que implante el TPM debe invertir en entrenamiento que permita a los empleados gestionar apropiadamente el equipo. En adición al entrenamiento en técnicas de mantenimiento, los operarios deben afinar también sus capacidades en operación. La fuerza laboral de una empresa es un activo de gran valor, y todas las empresas deben formar sistemáticamente a sus empleados. Los trabajadores capacitados cada vez son más escasos, forman parte de una élite, y cada vez tienen una formación más polivalente, de modo que su adiestramiento debe ser una parte vital del sistema de recursos humanos.

Para llevar a cabo un mantenimiento eficaz es importante mejorar las habilidades de los recursos humanos que dispone la empresa. Por ello, en las etapas de iniciales de la implementación del TPM conviene realizar un esfuerzo especial pero muy valioso en la formación de los trabajadores a los cuales periódicamente se deberá evaluar y crear planes de formación individuales.

PASO 11: CREACIÓN DE UN PROGRAMA DE GESTIÓN TEMPRANA

El programa de gestión temprana de equipos tiene como objetivos la prevención del mantenimiento y un diseño de nuevos equipos que minimicen el mantenimiento e incluso estén exentos de él. Para conseguir estos objetivos hay que actuar desde el nacimiento del equipo, su proyecto inicial, hasta su madurez, en la que se tendrá lugar la operación normal con producción estable de procesos y productos con calidad.

Este periodo de tiempo se conoce como ciclo de vida del sistema o ciclo de vida total, ya que también se puede hablar de ciclo de vida de una pieza del equipo o de una parte del mismo. El TPM trata de minimizar el coste económico de vida de un sistema empezando en las fases tempranas del desarrollo del mismo: fases de planificación, de fabricación, de instalación, de pruebas y de arranque. Durante las

mismas, se consigue recabar información útil para emprender acciones correctivas que mejoren el sistema y replanteen los criterios de diseño.

El programa de gestión temprana no acaba aquí, sino que abarca las fases de operación y mantenimiento bajo un enfoque de sistema total integrado, donde se combinan los esfuerzos de los ingenieros de diseño, de mantenimiento y mejorar la mantenibilidad.

PASO 12: CONSOLIDACIÓN DEL TPM

El último paso de un programa TPM es mantener y perfeccionar las mejoras obtenidas a lo largo de cada una de las etapas anteriores. Se deberá de realizar una cuantificación del progreso alcanzado y darlo a conocer a todos los empleados para que comprendan y valoren las consecuencias de su trabajo diario. El procedimiento paso a paso sistemático que se recomienda para las actividades TPM es eficaz para lograr resultados.

CAPÍTULO III

ÁREAS DE OPORTUNIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL TPM

El alto nivel de competitividad que en la actualidad rige el mundo empresarial, requiere que cada empresa tenga una exacta comprensión de sus objetivos y herramientas de gestión que le permitan medir, controlar y mejorar.

Grupo Aguaviento no es la excepción, es por ello que esta empresa será objeto de análisis y estudio para realizar una propuesta de implementación del Mantenimiento Productivo Total.

El desarrollo de todo proyecto involucra conocer a fondo las características del lugar donde se lleva a cabo. Este capítulo está destinado a describir las condiciones actuales en las que se encuentra esta misma. Con ello encontrar las áreas de oportunidad para lograr con éxito la implementación del sistema TPM en dicha empresa.

3.1 ANTECEDENTES DE GRUPO AGUAVIENTO

Grupo Aguaviento es una empresa 100% mexicana, fundada en 1985 con el legado de tres compañías reconocidas en el ámbito de productos de limpieza: Detergentes Azteca, Productos Químicos Govi y Corporación Map.

La misión de esta, es a través de un equipo de profesionales con la experiencia puesta al servicio de los clientes. Sin miedo a los desafíos empeñados en crear los mejores productos de limpieza del mercado en forma responsable, controlada y amigable con el medio ambiente. Teniendo una visión de desarrollar productos de limpieza de alto desempeño que sean reconocidos por su altísima relación entre la calidad y el precio. [14]

3.2 ÁREAS DE OPORTUNIDAD

De acuerdo a la experiencia adquirida en el tiempo desempeñado dentro de la empresa. Es necesario establecer un sistema de mejoramiento donde se apliquen planes de mantenimiento, de emprendimiento, de seguridad, comunicación y, sobre todo, eliminar muchas anomalías dentro de la empresa, las cuales serán descritas en este capítulo para definir las áreas de oportunidad del TPM.

Actualmente la empresa no cuenta con planes de mantenimiento, lo cual provoca que se deterioren los equipos productivos, así como también las instalaciones. Muestra de ello, como se puede visualizar en la banda transportadora de la figura 14, la existencia de tablillas rotas, falta de limpieza, lubricación y partes de la llenadora fuera de lugar. Por lo regular los mantenimientos que se llevan a cabo son correctivos, lo cual no garantiza que el equipo no vuelva a fallar y en algunos casos se tenga que parar por completo la producción del turno, y en algunos casos de forma indefinida en lo que se consiguen las refacciones.

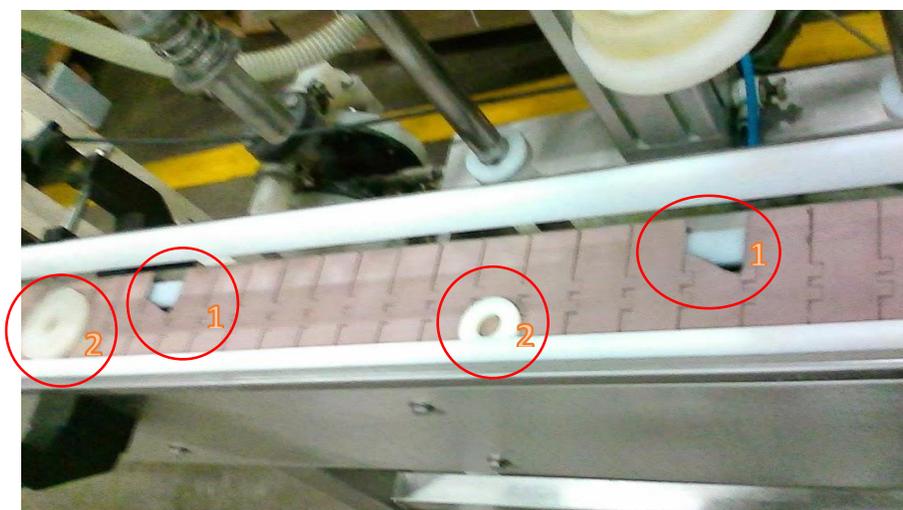


Figura 14. Llenadora con falta de mantenimiento.

ÁREAS DE OPORTUNIDAD FIGURA 14

1	Tablillas rotas
2	Partes fuera de lugar

Otra de las situaciones que prevalecen es, que los operarios desconocen el funcionamiento óptimo de los equipos, así como el mantenimiento de estos. Con lo cual llegan hacer reparaciones como las mostradas en la figura 15. Las cuales, como se puede observar, están realizadas de forma improvisada. Por ejemplo, utilizan cinchos, cinta adhesiva, flejes, etc. Estas reparaciones fueron realizadas en una etiquetadora, la cual también es notoria la falta de guías. Lo cual nos muestra el descuido evidente que prevalece para estos equipos operativos.

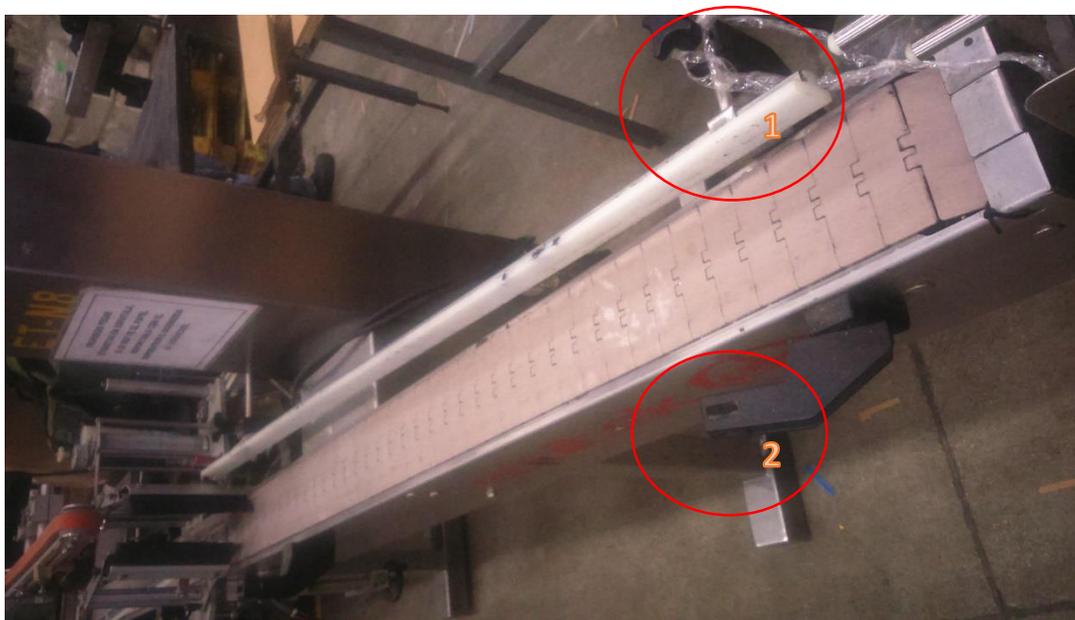


Figura 15. Etiquetadora con faltante de piezas y arremedando con cinta adhesiva.

ÁREAS DE OPORTUNIDAD FIGURA 15.

1	Reparación con cinta adhesiva
2	Piezas faltantes

En la figura 16, se muestran una serie de bandas transportadoras, las cuales presentan un deterioro exagerado. En esta figura se pueden ver los intentos de reparación con cinchos, así como también, la existencia de tablillas que no son las adecuadas para el transportador, así también se puede notar la falta de guías y la combinación de diferentes modelos de estas. Lo cual evidentemente dará fallos en un futuro cercano.

También como se puede observar, al fondo de la imagen se puede apreciar la falta de 5's, ya que hay materiales fuera de lugar, así como merma de otros productos y trapos sucios. Lo cual lleva a paros innecesarios del equipo, como un tiempo más prolongado.

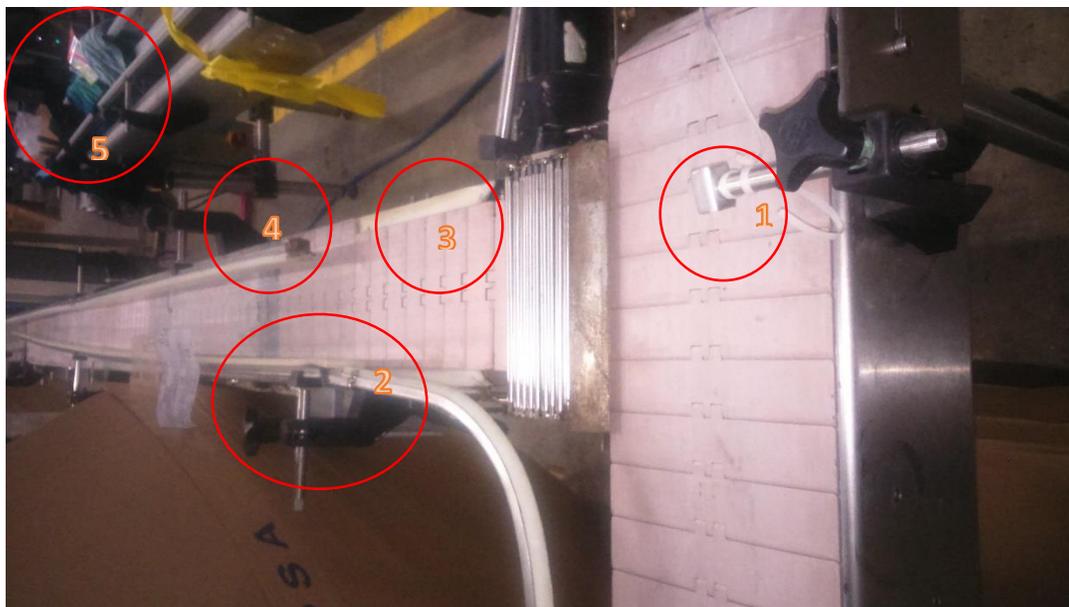


Figura 16. Conveyors con faltantes de piezas y piezas de otras máquinas.

ÁREAS DE OPORTUNIDAD FIGURA 16.

1	Reparación con cinchos
2	Combinación de guías
3	Tablillas inadecuada
4	Falta de guías
5	Trapos, mermas y equipo fuera de lugar

Lo que se puede apreciar en las imágenes anteriores afecta en gran medida al funcionamiento óptimo de los equipos, ya que provoca pérdidas por reducción de velocidad, paros por averías, e inclusive, en algunas ocasiones paros por defectos en la calidad del producto, ya que se dañan los envases por los barandales en mal estado o la falta de estos, como lo muestra la figura 17. Donde aparte de ver el envase dañado, se puede ver un variador de frecuencia colgando, restos de tablillas y derrames.



Figura 17. Envase dañado por guías en mal estado.

ÁREAS DE OPORTUNIDAD FIGURA 17

1	Botella dañada por las guías en mal estado
2	Derrames y restos de tablillas dañadas
3	Variador de frecuencia suelto

Esto en gran medida no es por falta de iniciativa por parte de los empleados del departamento de mantenimiento u operarios de producción, ya que los gerentes no quieren gastar dinero en refacciones y/o quieren que se realicen los trabajos de mantenimiento con las piezas que se tengan a la mano, aplicando la clásica frase “Se tiene que hacer con lo que hay, ya que no hay dinero para más”. Otra forma de rehabilitar una maquina detenida por algún desperfecto, es quitándole piezas a otras máquinas fuera de uso.

Otro tema importante que se tiene, es la falta de capacitación de calidad, ya que dentro de la empresa se tienen algunas, pero son muy teóricas y carecen de un completo entendimiento por parte del operador. Dentro de estas capacitaciones solo se describe el funcionamiento del equipo, mas no hay un plan de como corregir anomalías, a la vez que, no hay un seguimiento practico, y menos, un seguimiento a cada persona que tomo la capacitación.

En la planta hay poco personal con muchos años trabajando para la empresa, a los cuales les toco recibir los equipos que actualmente ya están en mal estado. Esto radica en que la capacitación fue por parte del proveedor al momento de la entrega, y el personal que la recibió ya no está en la empresa o bien tiene recelo para compartir su conocimiento. Planteándose la idea de hacerse indispensables y tener un trabajo fijo y estable por varios años. Lo cual ha mermado mucho en la producción.

Un factor más que también hace que se deprecien los equipos, es la falta de manuales, instrucciones de trabajo, procedimientos, y como se mencionó anteriormente, la falta de un plan de mantenimiento.

Hay cosas que se perciben dentro de la empresa, como lo es la falta de compromiso del personal. Ya que como es muy habitual en su pensamiento, ellos solo quieren llegar, realizar su trabajo, y si la maquina funciona o no funciona les da igual. No tratan de conocer más acerca de sus equipos, ya que se encuentran en una zona de confort.

No todas las fallas ocurren en el área de producción, se ha notado que en cada una de las áreas de la empresa hay anomalías, como por ejemplo, podría ser el área de recibo, la cual está encargada de recibir envase, corrugado, materia prima y tarimas entre otros. Esta área tiene una completa desorganización, ya que obstruyen los pasillos por donde el personal debería de caminar, creando así una fuente de accidentes como se muestra en la figura 18. En la cual se puede notar mucho material fuera de lugar en el área de producción, lo cual implica que sea difícil el acceso a otras llenadoras, provocando pérdidas de tiempo para librar el camino. Así como también, en la figura 19, hay un desperdicio de material por dejarlo a la intemperie, provocando que se ensucie y se merme.



Figura 18. Obstrucción de pasillo y pasos peatonales.

ÁREAS DE OPORTUNIDAD FIGURA 18

- | | |
|---|---|
| 1 | Obstrucción de pasillos y pasos peatonales |
| 2 | Tarimas en el área de producción mal posicionadas |
| 3 | Corrugado fuera de lugar |



Figura 19. Materiales fuera de lugar.

ÁREAS DE OPORTUNIDAD FIGURA 19

- | | |
|---|----------------------------------|
| 1 | Obstrucción de líneas de llenado |
| 2 | Corrugado fuera de lugar |

La figura 20 muestra como en una sola línea de llenado se pueden juntar las áreas de oportunidad ya mencionadas, como se enumera en la siguiente tabla:

ÁREAS DE OPORTUNIDAD FIGURA 20.

1	Falta de limpieza
2	Desorden de materiales
3	Cables sueltos y expuestos
4	Pallets para reproceso o simplemente no continuaron con esa orden de producción.



Figura 20. Materiales fuera de lugar, equipos dañados y falta de limpieza.

En el área de producción hay más factores que hacen que la eficiencia de la planta sea baja. Como la falta de una actualización de layout; el que se tiene maneja dieciséis líneas de llenado, pero actualmente solo se tienen trece, lo cual propicia una mala distribución de espacio, provocando un desordenamiento de materiales y/o producto terminado, situación que produce en algunos casos se golpeen los

equipos con los pallets de producto terminado. Esto se puede ver en las figuras 21 y 22.



Figura 21. Falta de espacio.

ÁREAS DE OPORTUNIDAD FIGURA 21.

1	Obstrucción de líneas de llenado por falta de un lugar específico para flejar
2	Corrugado fuera de lugar
3	Tarimas mal acomodadas
4	Equipos fuera de lugar
5	Producto expuesto a la intemperie



Figura 22. Equipos fuera de lugar y mal posicionados.

ÁREAS DE OPORTUNIDAD FIGURA 22.

1	Equipos fuera de lugar y mal posicionados
2	Pallets de producto terminado, incompletos fuera de lugar

En el departamento de mantenimiento se viven situaciones similares, ya que se cuenta con un sin número de equipo obsoleto, motores quemados, maquinas en proceso de mantenimiento, o bien, olvidadas como se presenta en la figura 23. Lo cual da un problema de falta de espacio, no saber con exactitud con que material se cuenta y la depreciación de los equipos que están en espera.



Figura 23. Almacén del área de mantenimiento.

ÁREAS DE OPORTUNIDAD FIGURA 23

1	Motores quemados
2	Transportador sin refacciones
3	Padecería de tubería
4	Tolvas obsoletas

Este departamento como es muy habitual en casi todas las empresas está en conflicto con el departamento de producción, ya que se vive una tensión debido a la típica frase “mi trabajo es operar y tuyo es reparar”. Lo cual genera tiempos muertos innecesarios por falta de comunicación afectando a toda la empresa en general.

Por estas razones, es de suma importancia la implementación del Mantenimiento Productivo Total. Con este sistema se busca erradicar todas estas anomalías y tener la menor cantidad de paros posibles, para así garantizar una mejor producción.

CAPÍTULO IV

PLAN DE IMPLEMENTACIÓN

Como ya se ha mencionado el TPM tiene como meta efectuar cambios dentro de la compañía, mejorando la utilización de los equipos y sobre todo haciendo mucho énfasis en el cambio de cultura por parte de todo el personal. En el capítulo II se desglosa los doce pasos básicos de un programa TPM, los cuales se toman como base para llevar a cabo la implementación en grupo aguaviento.

Cada otoño en Japón, el JIPM patrocina un simposio donde representantes de las fábricas cuyo plan de trabajo incluye el TPM y compiten por el Premio Anual PM.

Estas compañías explican cómo son sus progresos y resultados que les han ayudado para ser considerados en este premio.

Seiichi Nakajima nos dice en su libro Introducción al TPM que el desarrollo de los doce pasos lleva como mínimo tres años para lograr obtener resultados al nivel de ganador del premio PM. [17]

4.1 ROMPIENDO PARADIGMAS

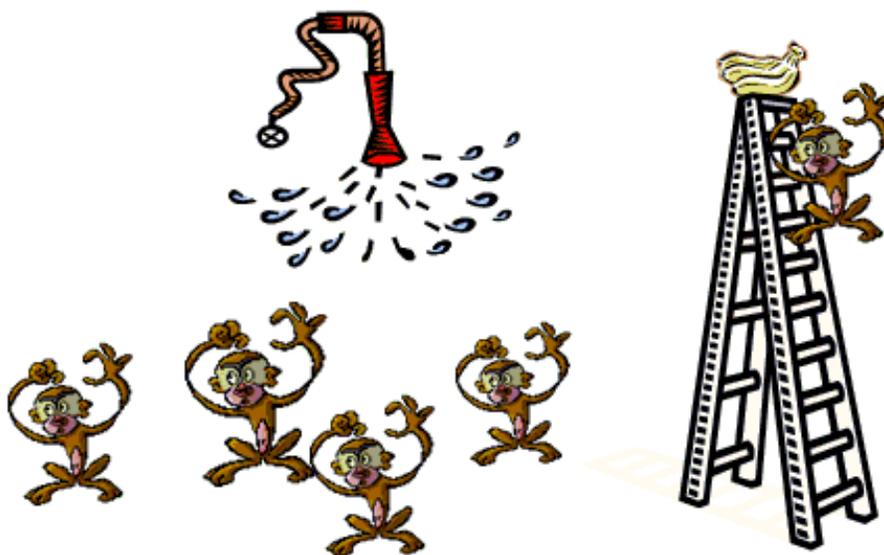
Antes de iniciar el camino de los doce pasos se debe combatir sobre todo los paradigmas que reinan en el ser humano, desde el dueño de la empresa hasta la persona que coloca los envases, ya que por naturaleza del ser humano, todos somos resistentes a los cambios, principalmente porque tenemos valores y creencias que hemos desarrollado socialmente y, que actúan como referencia para la conducta que mostramos frente a nuestra comunidad o miembros de un grupo en particular. Muchas veces esta resistencia al cambio no deja que visualicemos el futuro y limita nuestra capacidad de aprendizaje, ya que queremos seguir en nuestra zona de confort.

La siguiente historia nos demuestra cómo nace un paradigma [15].

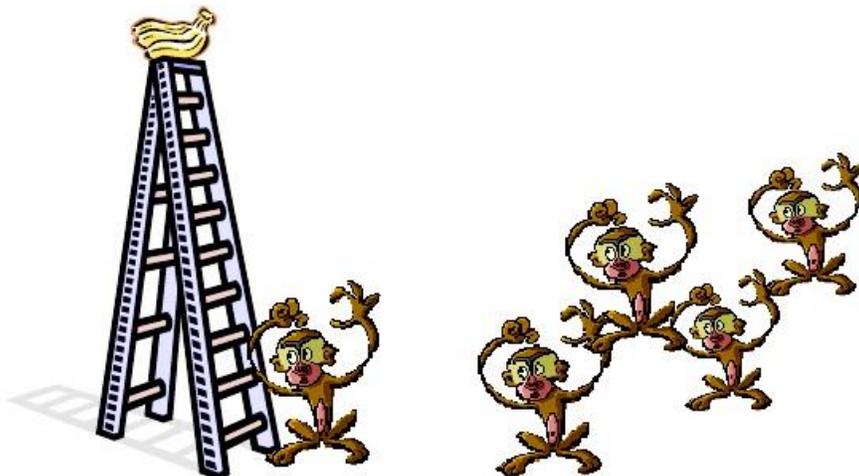
Un grupo de científicos colocó cinco monos en una jaula, en cuyo centro colocaron una escalera y, sobre ella, un montón de banana.



Cuando un mono subía la escalera para agarrar las bananas, los científicos lanzaban un chorro de agua fría sobre los que quedaban en el suelo.



Después de algún tiempo, cuando un mono iba a subir la escalera, los otros lo golpeaban.

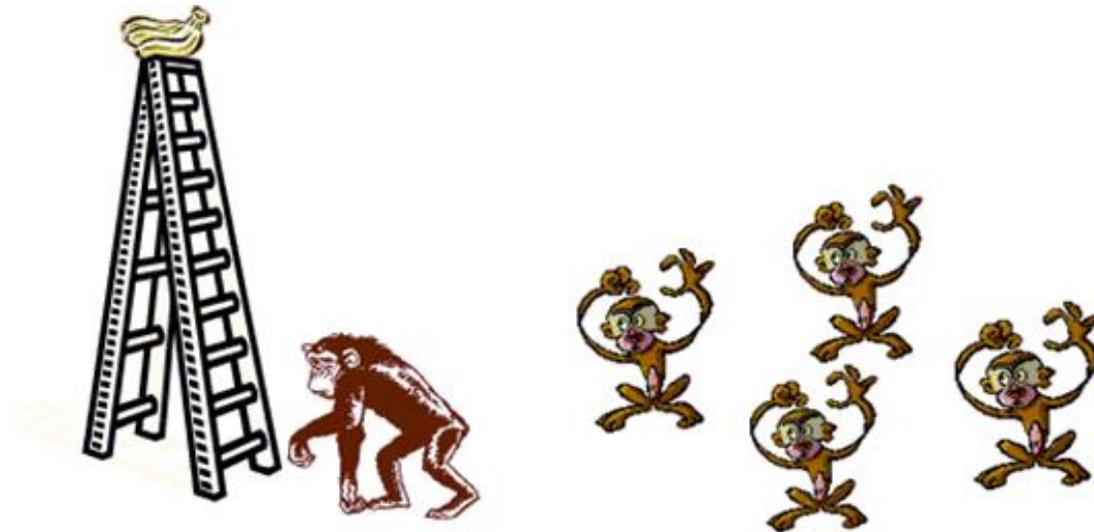


Pasado algún tiempo más, ningún mono subía la escalera, a pesar de la tentación de las bananas.

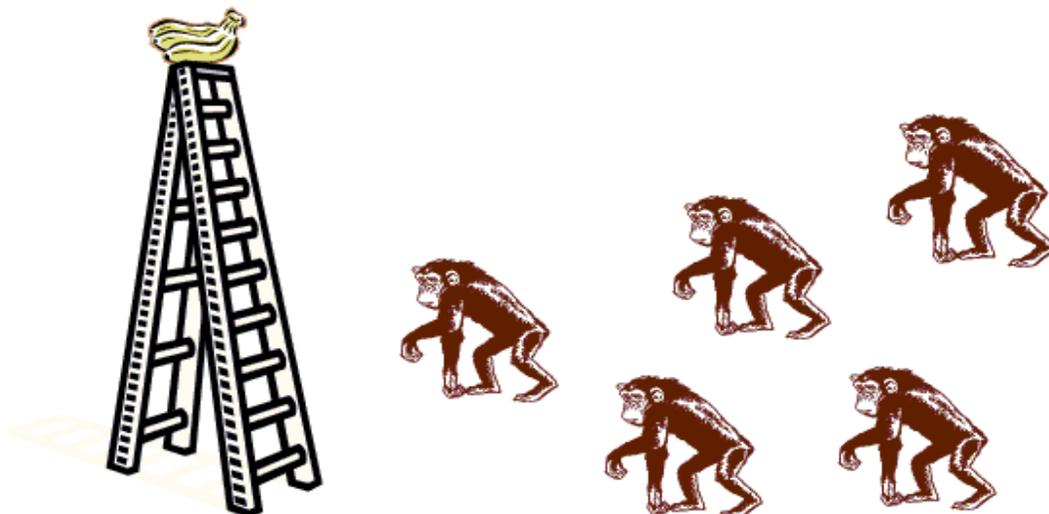


Entonces, los científicos sustituyeron uno de los monos. La primera cosa que hizo fue subir la escalera, siendo rápidamente bajado por los otros, quienes le acomodaron tremenda paliza.

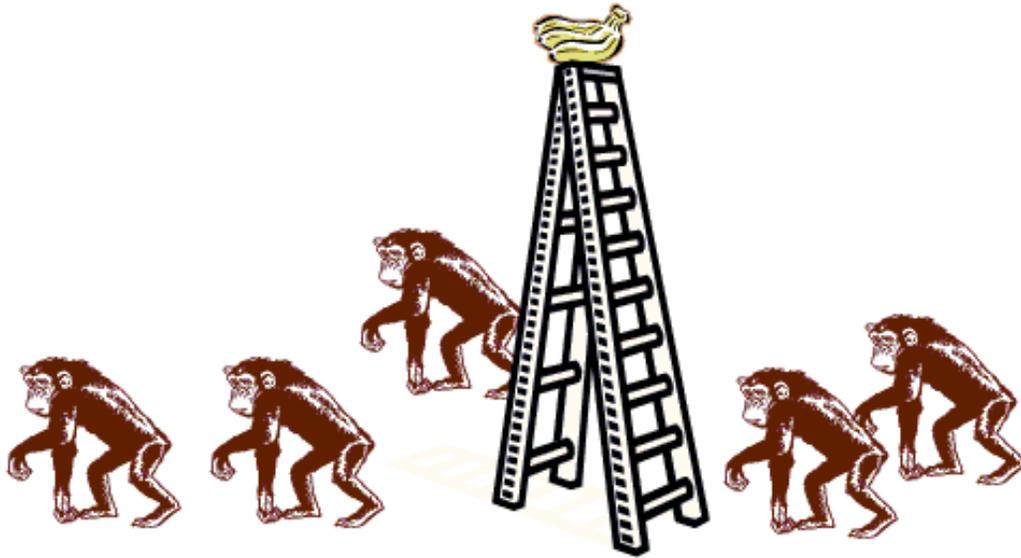
Después de algunas palizas, el nuevo integrante del grupo ya no subió más la escalera, aunque nunca supo el porqué de tales golpizas.



Un segundo mono fue sustituido, y ocurrió lo mismo. El primer sustituto participó con entusiasmo de la paliza al novato. Un tercero fue cambiado, y se repitió el hecho, lo volvieron a golpear. El cuarto y, finalmente el quinto de los veteranos fueron sustituidos.



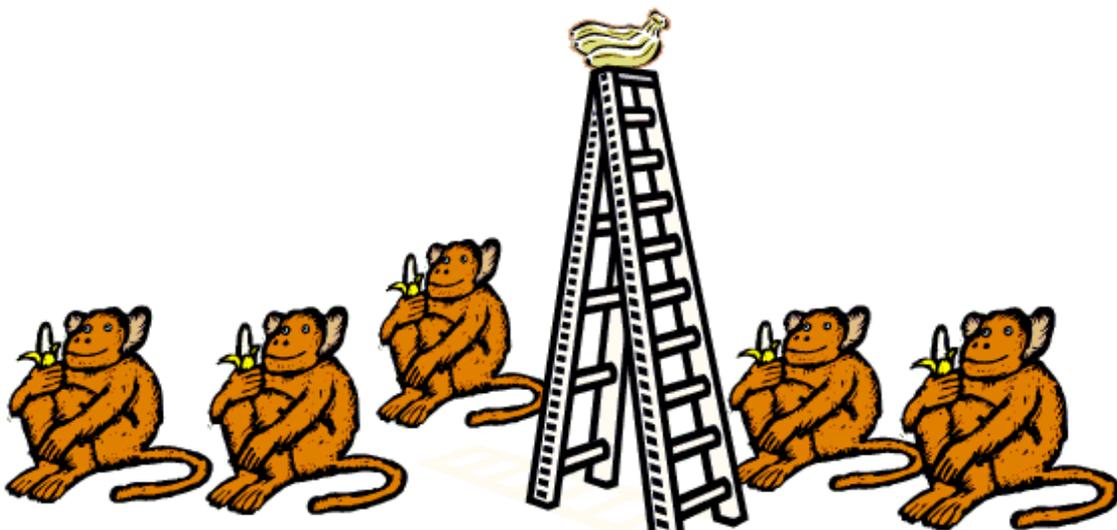
Los científicos quedaron, entonces, con un grupo de cinco monos que, aun cuando nunca recibieron un baño de agua fría, continuaban golpeando a aquel que intentase llegar a las bananas.



Si fuese posible preguntar a algunos de ellos porque le pegaban a quien intentaba subir la escalera, con certeza la respuesta seria:

“No sé, aquí las cosas siempre se han hecho así”

¿Te suena conocido?!



La mejor forma de romper un paradigma es la innovación, debido a que la innovación se constituye como la rentabilización de las ideas, ideas de las cuales, una de sus fuentes reconocidas es la "creatividad". Sin embargo, para dar con una idea innovadora es necesario seguir un "proceso creativo" para poder lograr romper los paradigmas a los cuales se acostumbró a regirnos en nuestra vida diaria, en nuestra manera de pensar. Por tal razón, si pensamos siguiendo nuestros paradigmas, difícilmente lograremos innovar.

¡Romper los paradigmas!, esa es la misión para poder innovar. Ramón Muñoz Gutiérrez en su libro Innovación a la Mexicana [16] nos da varios ejemplos de ciudades y empresas, que por no querer hacer cambios en sus métodos de producción y como lo vimos en la historia de los monos, el querer seguir haciendo las cosas como se venían haciendo, de ser las joyas de los países pasaron a ser la vergüenza nacional tal es el caso –muy famoso por cierto – Detroit Michigan a la mitad del siglo pasado floreció como la capital del dinamismo mundial ya que albergaba tres compañías automotrices Ford Motor Company, General Motors y Chrysler, lo que hacía de la ciudad la más productiva de la unión Americana. Pero al cabo de los años y al no querer innovar, aunado a la falta de interés, la pérdida de la pasión por parte de los fabricantes y, sobre todo a la relajación por parte de esta industria, los llevo a lo que son ahora, la segunda ciudad de Estados Unidos más peligrosa.

Ramón Muñoz nos dice que estamos viviendo una tercera revolución industrial, y algunas compañías en México no han dejado fuera de sus planes productivos la parte de la innovación. Tal es el caso de NemaK (perteneciente al grupo Alfa), empresa líder mundial en la construcción de cabezas de motor, la cual invirtió en investigaciones de nanotecnología y desarrollo en México, con el objetivo de estar a la vanguardia en su ramo, y sobrepasar las demandas de sus clientes.

“La lección ha sido clara: los rezagos simplemente tiende a la extinción. Cuando el mercado cambia, necesitas cambiar con él. A no ser que seas pionero y entonces serás tú quien lo cambie.”

Ramón Muñoz Gutiérrez

4.2 ROMPIENDO PARADIGMAS DE LA COMPAÑÍA

Uno de los mayores retos para la elaboración de este proyecto, fue combatir los paradigmas se vivían en la compañía. Primeramente tuve que plantear con mi exjefe la inquietud que traía para mejorar los procesos productivos, los cambios en gran parte de la maquinaria. Iniciando con lo básico, que fue el cambio de guías, así como darle un seguimiento a cada una de las máquinas, he ir cambiando algunos proveedores. Ya que, en mi percepción, nos tenían atados de manos a su voluntad para entregarnos refacciones.

El camino que se siguió fue, con la elaboración de reportes donde se mostraba las deficiencias que se tenían. En el caso de los transportadores, guías y soportes, se tuvo que contactar a un nuevo proveedor, el cual nos dio nuevas sugerencias para ir modificando las líneas paulatinamente. De esta forma se plantearon los puntos de oportunidad, convenciendo a mi exjefe y al entonces gerente de la planta, que debíamos realizar cambios para mejorar.

Posteriormente, para seguir mejorando la compañía, mostré mis propuestas al departamento de producción, en el cual se comenzó a romper los paradigmas al recibir el apoyo para la implementación de un sistema como es el del TPM.

4.3 IMPLANTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

Para la Implantación del Mantenimiento Productivo Total, como se plantea en el capítulo II, abarca todos los departamentos. Para este trabajo de tesis se toma como prueba piloto en el área de producción una línea de llenado. Desarrollando el plan de los doce pasos como lo estipula el JIPM para la implementación del TPM. Una vez obteniendo los resultados esperados, se espera que se pueda emular a las demás líneas y, posteriormente a cada departamento de la empresa.

PASO 1 DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

Una vez que se tuvo la aprobación, lo primero que se realizó fue seleccionar una línea de llenado, la cual se muestra en la figura 24, donde se envasa suavizante de diferentes presentaciones, así como líquidos para ayudar al planchado. Y, como se mostró en el capítulo III, hay una gran cantidad de piezas faltantes, como son tablillas, guías, soportes, etc., no solo en la maquinaria, sino también en el almacén central. Para lo cual se realizó un árbol de maquina (anexo A) donde se detalla con que piezas se debe contar en el almacén, para que en un futuro se puedan realizar mantenimientos preventivos. Así como también, se buscaron nuevos proveedores de dichas piezas.



Figura 24. Línea de llenado seleccionada para prototipo TPM.

La parte del programa TPM con la que se comenzó a trabajar fue el mantenimiento autónomo, y a su vez, la filosofía de 5's. Esto con la idea muy clara de transformar esta área de trabajo en un lugar donde se tenga una mejor calidad, para así evitar la mayor cantidad de fallas. A la vez que sirva de motivación al personal operario, de tener una estación de trabajo segura, agradable a la vista y les permita realizar su trabajo de una mejor manera. Y así, ellos puedan involucrarse en el

mantenimiento y comprendan de la importancia de la limpieza diaria, comenzando a tener el sentimiento de pertenencia, haciéndose responsables de su equipo.

Como se aprecia en la figura 24, hay una completa desorganización. Se tienen fugas de líquido, como se ve en la figura 25, lo cual es una fuente enorme de accidentes. Así como también se observa que las líneas de seguridad están mal hechas. Con lo cual, los operarios restan importancia a la limpieza, así como, a su mantenimiento.

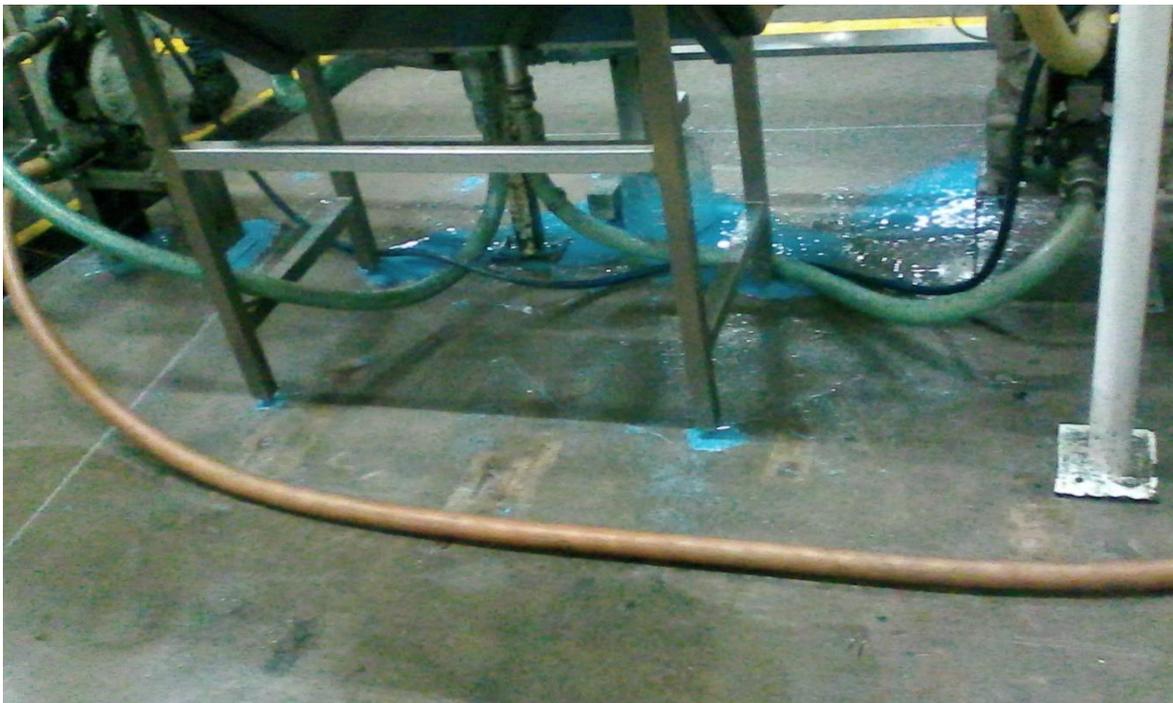


Figura 25. Fuga de líquido y falta de limpieza.

Para transformar esta área de trabajo, primero se seleccionó lo que servía. Dejando lo que se necesitaba realmente en la línea. Como por ejemplo, en la figura 26, vemos que hay tubería obsoleta que nos quita espacio, y puede confundir al operario en la utilización de estas.



Figura 26. Tubería obsoleta.

Seguido a este paso, se implementó la segunda S (Orden). Para lo cual se realizó un nuevo layout, mismo que se observa en la figura 27. Para este, previamente, se hizo un análisis de cómo debe de ordenarse cada equipo productivo para que tengan un sitio; considerando la frecuencia de uso, accesibilidad, dimensiones, ergonomía y, cambiar el esquema de las estaciones de trabajo dentro de esta línea.

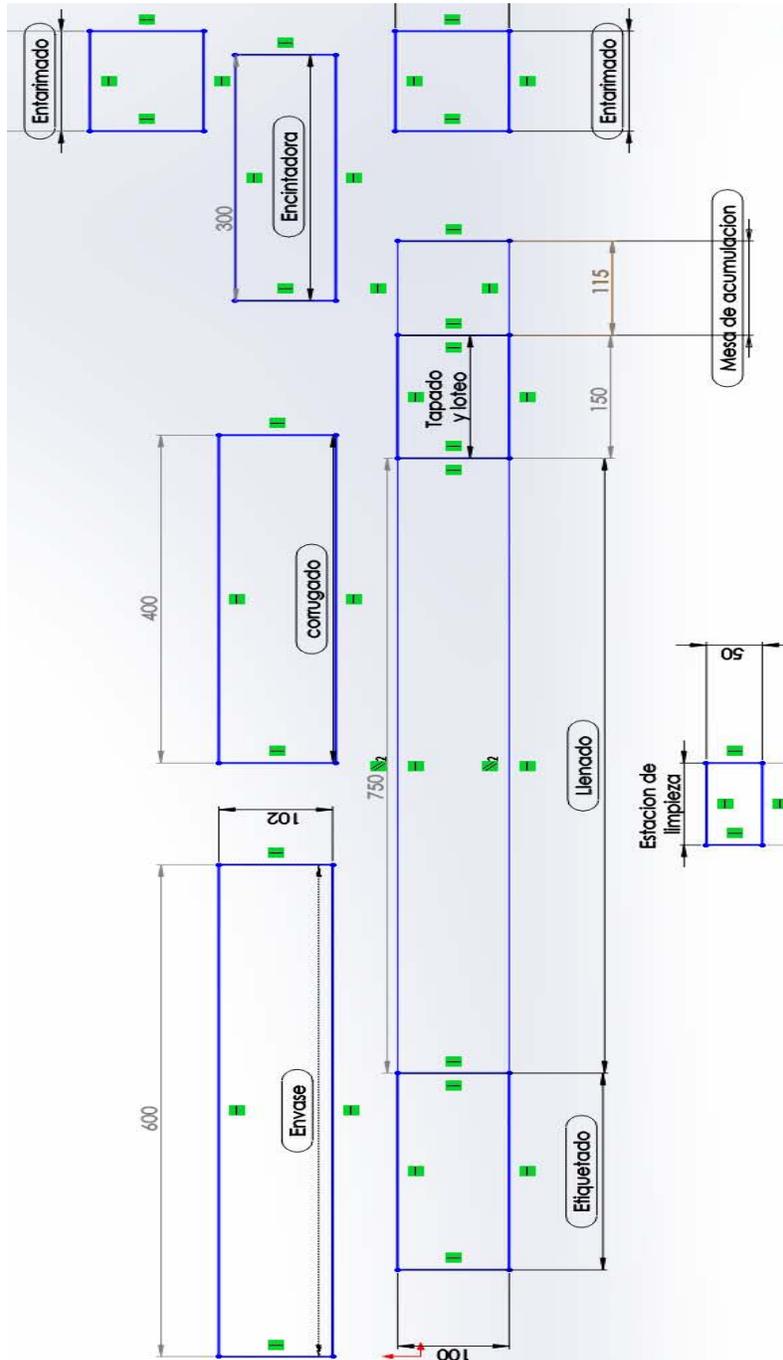


Figura 27. Layout nuevo para línea 7.

En figura 28 se aprecia cómo se comienza a cambiar la zona de trabajo, limitando las estaciones de trabajo de la línea en cuestión, basados en el Layout de la figura 27.

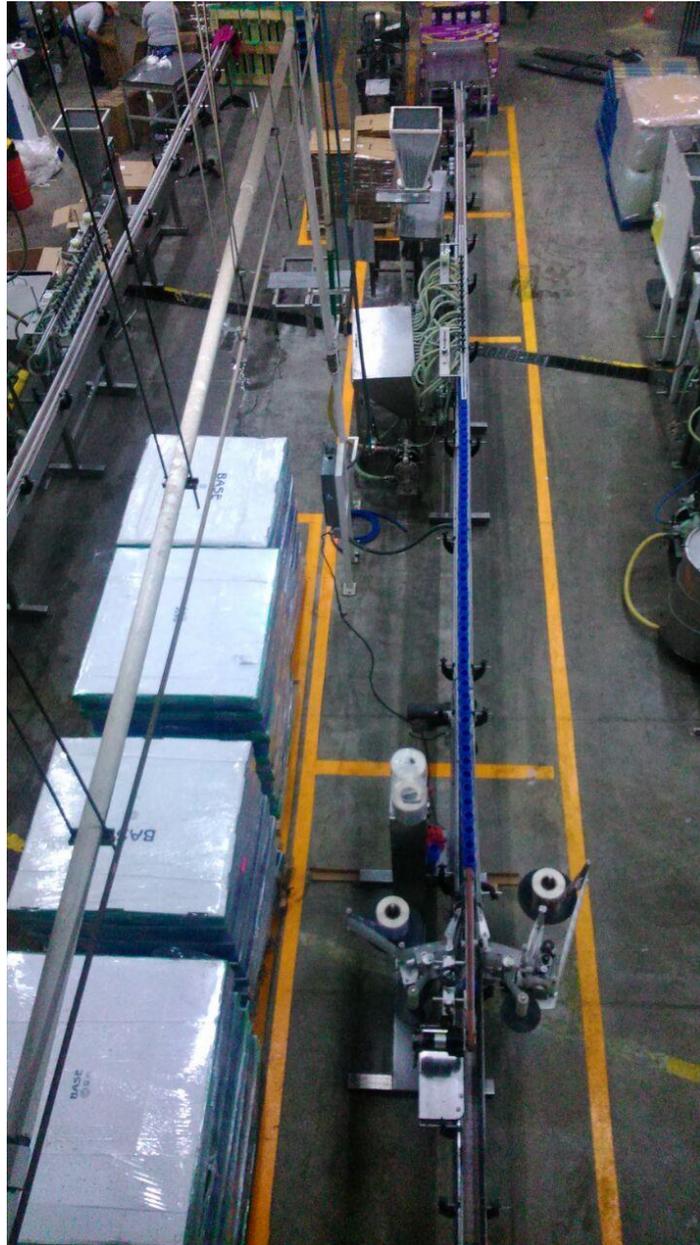


Figura 28. Inicio de transformación de la línea 7.

Algunos cambios que se realizaron fueron, el acomodo de la etiquetadora en la parte de atrás. Esto a causa de que al estar en la parte de enfrente, se tenían muchos paros, debido a que el envase venia mojado, lo cual implicaba que la etiqueta no se pegara de forma adecuada. Esto se presentaba en varias ocasiones en un solo ciclo de llenado, por lo cual, cuando se tenía una gran cantidad de botellas con el etiquetado defectuoso, se paraba la línea por completo. Produciendo que se tuviera una eficiencia baja de la línea.

Con el reacomodo de dicha máquina también se gana espacio, ya que se aprovechan casi cuatro metros cuadrados, los cuales eran desperdiciados, y en varias ocasiones se utilizaba para dejar producto olvidado en esa área, tal como se muestra en la figura 29.



Figura 29. Espacio desperdiciado.

ÁREAS DE OPORTUNIDAD FIGURA 29.

1	Espacio desperdiciado
2	Tambos fuera de lugar
3	Producto olvidado

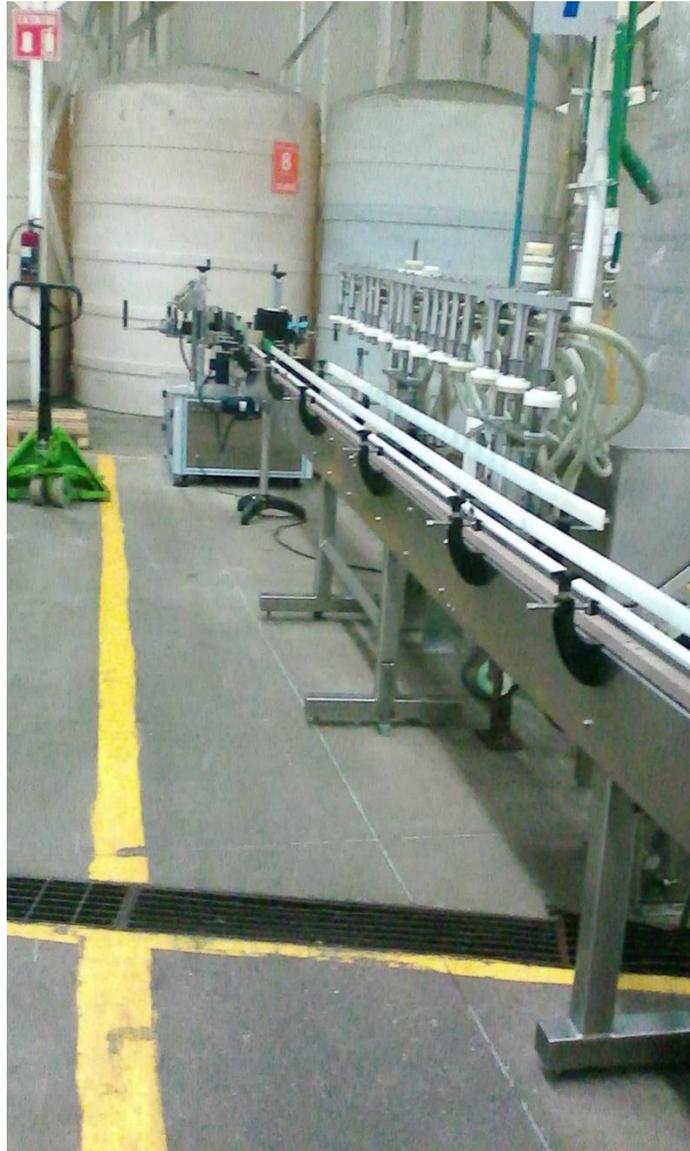
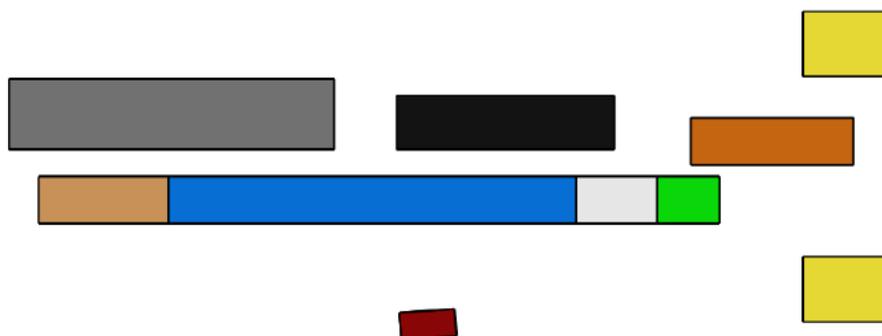


Figura 30. Aprovechamiento del espacio desperdiciado.

Como se observa al fondo de la imagen de la figura 30, la utilización de los casi cuatro metros cuadrados desperdiciados, solo con la inclusión de la etiquetadora en la parte inicial de la línea de llenado, lo cual dio como resultado menor cantidad de paros.

Al tener un mejor orden de las estaciones de trabajo se puede tener la certeza de que no se tiene personal adicional o mal ubicado; ya que anteriormente en esta línea se trabajaba hasta con nueve personas, cuando en realidad se puede trabajar con seis o siete personas.

Algo que nos puede ayudar a tener un mejor control, es la utilización de un código de colores, por lo cual en la imagen 31 se muestra un bosquejo de algunos colores que se pueden implementar para esta línea.



COLOR DE ELEMENTO	NOMBRE DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Azul	Llenado	7.5 m. x 1m.	1
Naranja	Encintadora	3 m. X 1 m.	1
Amarillo	Entarimado	1.2 m. X 1 m.	2
Gris	Envase	6 m. X 1.2 m	5 tarimas
Rojo	Estacion de limpieza	1m X 0.5 m.	1
Cafe	Etiquetado	2.4 m. X 1 m.	1
Blanco	Tapador	1.5 m. X 1m.	1
Verde	Mesa de acumulacion	1.15 m.	1
Negro	Corrugado	4 m. X 1m.	3 tarimas

Figura 31. Código de colores según estación de trabajo.

El resultado de esto lo podemos observar en las figuras 32 y 33, donde se puede ver la línea de llenado recién delimitada. Hubo algunos cambios de colores con respecto al bosquejo inicial, pero es debido al presupuesto que se otorgó para realizar esta modificación.



Figura 32. Vista panorámica de la línea 7.



Figura 33. Vista frontal de la línea 7.

Lo que se busca también en el paso 1 es encontrar anomalías mediante la limpieza (tercera S) ya que esta se vuelve una inspección. Como por ejemplo, el corregir la

falta de tornillos, las uniones de transportadores, etc., y así poder regresar el equipo a condiciones básicas, y/o bien, modificar algunas cosas de fábrica para corregir defectos latentes. Como es el caso del llenado, donde se tenía un problema con el centrado de las boquillas debido al espacio que existe entre los soportes de las boquillas; esto se puede ver en la figura 34. Una solución que se vio viable y se propuso fue la creación de unas muesca para que fuera correcto el centrado de dichas boquillas. En la figura 35 se puede ver el diseño de esta propuesta.



Figura 34. Centrado defectuoso.

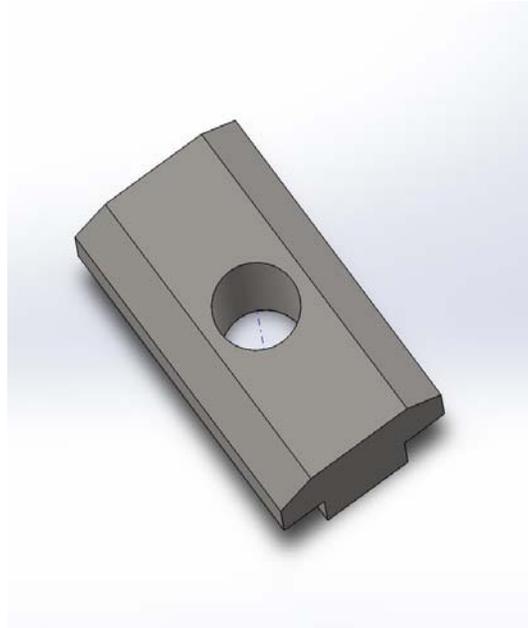


Figura 35. Muesca prototipo.

Debido al presupuesto otorgado al departamento, no se pudo obtener fondos para la aprobación de estas muescas. Por tal motivo, lo que se realizó fue, colocar un trozo de solera de acero inoxidable como se ve en la figura 36, en la cual se muestra toda la línea de llenado con estas pequeñas placas.



Figura 36. Inclusión de placas de acero inoxidable para mejorar el centrado de las boquillas.

Para mejorar el ajuste de la máquina en el cambio de presentación, sin depender del departamento de mantenimiento para realizarlo, y que cualquier operador pudiera hacerlo más rápido, se colocó una serie de manijas en forma de cruceta para realizar estas acciones, tal como se puede apreciar en la figura 37 y 38.



Figura 37. Manijas en forma de cruceta.



Figura 38. Nuevo centrado de boquillas.

En las líneas de producción no se contaba con controles visuales. Como se ve en la figura 39, estos controles visuales nos ayudan a que las maquinas tengan una mejor operación y, es una ayuda para los operarios, puesto que, sin importar si se

cuenta con experiencia en la operación de estos equipos, al utilizar los controles visuales pueden familiarizarse más rápidamente con los equipos. La figura 40 muestra el después.



Figura 39. Tablero principal de la llenadora.



Figura 40. Controles visuales básicos para el accionamiento de la línea.

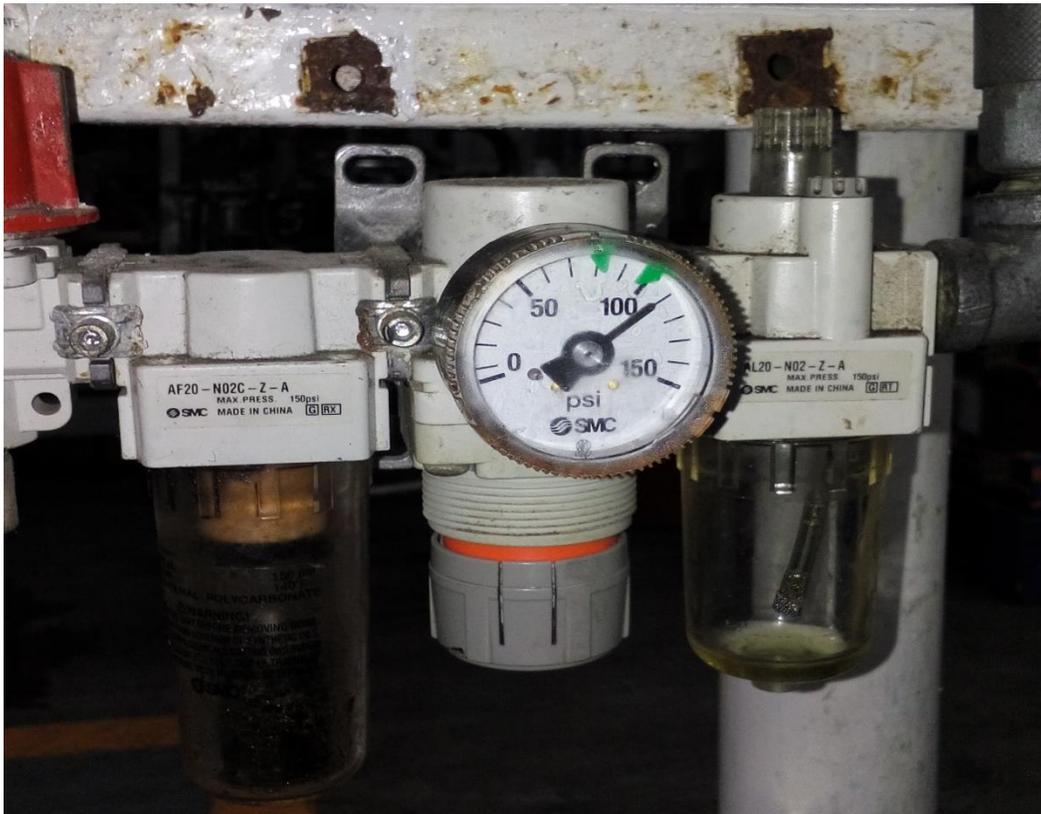


Figura 41. Unidad de servicio sin controles visuales.

En la figura 41 se puede apreciar una unidad de servicio, para el aire que se utiliza en la línea. Dicha unidad no contaba con el indicador correcto de operación; lo cual puede provocar que el operario deje pasar una mayor presión de aire, y presentarse una falla en la máquina. Ya que dicha máquina, está diseñada para trabajar a una determinada cantidad de presión.

Mientras que la figura 42 muestra la misma unidad de servicio pero ahora, nombrando cada una de sus partes, estableciendo los niveles óptimos para la operación en esta, como son: el nivel de aceite lubricante y el rango de presión en el que se debe de operar.



Figura 42. Unidad de servicio con controles visuales.



Figura 43. Banco para colocar tapas.

En la figura 43 se ilustra la incorporación de un banco el cual ayuda a los trabajadores a colocar las tapas con menor esfuerzo, más seguridad, menos merma y, sobre todo, reduce el tiempo en realizar esta operación. Ya que, anteriormente se realizaba esta actividad por dos personas, y se tenían mermas porque no todas las tapas caían al interior de la tolva.

Tablero de gestión o Tablero Kaizen

La figura 44 presenta la propuesta de un tablero Kaizen, el cual nos ayuda a informar efectivamente al personal y otros departamentos con respecto a los mantenimientos o mejoras. Así como también, ayuda a tomar decisiones.



Figura 44. Tablero Kaizen.

INFORMACIÓN DEL TABLERO KAIZEN		
1	La imagen de la línea completa	Sirve para mostrar cada estación de trabajo en la línea de producción.
2	Lista de mejoras	Se enumeran los puntos de oportunidad de la línea de llenado.
3	Formato de Producto Terminado	Es una guía donde se muestra como debe ir el envase, la tarima, el líquido a utilizar y que código de barras debe de llevar la caja.
4	Formato de Inspección	Es un formato que lleva a cabo el inspector de calidad, cada determinado tiempo, para corroborar la calidad del producto.
5	Limpieza e inspección	Es un formato donde cada operador puede ver las actividades de limpieza a realizar en su área de trabajo.
6	# Accidentes	Es un conteo de los días sin accidentes, la meta es cero accidentes.
7	Eficiencia	Mediante gráficos o porcentajes se muestra el OEE de la línea.
8	Tarjetas Fuguai	Sirven para buscar anomalías e identificarlas.
9	Un registro fotográfico de las mejoras que se van realizando	Es un registro de cómo va evolucionando la línea a través del programa TPM.

Tarjetas Fuguai.

Las tarjetas utilizadas pueden ser de diferentes tipos

Una ficha con un número consecutivo. Esta ficha puede tener un hilo que facilite su ubicación sobre el elemento innecesario. Estas fichas son reutilizables, ya que

simplemente indican la presencia de un problema y en un formato se puede saber para el número correspondiente, la novedad o el problema.

Tarjetas de colores intensos. Estas tarjetas se fabrican en papel de color fosforescente para facilitar su identificación a distancia. El color intenso sirve ayuda como mecanismos de control visual para informar que sigue presente el problema “denunciado”

Estas tarjetas llevan copia para poder dejar una en la máquina y la otra en el tablero Kaizen. Se utilizan dos tipos de colores para estas tarjetas.

Una tarjeta amarilla sirve para las anomalías que puede resolver el operador. Esta es ilustrada en la figura 45.

La tarjeta es amarilla y tiene un agujero azul en la parte superior. El texto "MANTENIMIENTO AUTONOMO" está centrado en la parte superior. El formulario contiene los siguientes campos:

AREA		FOLIO: #001
CATEGORIA	1. AGUA 2. AIRE 3. ACEITE 4. POLVO 5. MATERIAL O PRODUCTO 6. MAL FUNCIONAMIENTO 7. CONDICIONES DE LAS INSTALACIONES 8. ACCIONES DEL PERSONAL	
FECHA:	LOCALIZACIÓN:	
DESCRIPCION DEL PROBLEMA		
ENCONTRADO POR:		
SOLUCION DEFINITIVA PROPUESTA		

Figura 45. Tarjeta Fuguai para operadores. Fuente: elaboración propia.

Una tarjeta roja sirve para las anomalías que puede resolver exclusivamente los mecánicos. Esta se muestra en la figura 46.

**MANTENIMIENTO
AUTONOMO**

AREA		FOLIO: #001
CATEGORIA	1. MAQUINARIA 2. ACCESORIOS Y HERRAMIENTA 3. INSTRUMENTACION 4. MATERIA PRIMA 5. REPARACION	
FECHA:	LOCALIZACION:	
CANTIDAD:	Valor \$:	
RAZON	1. NO SE NECESITA 2. DEFECTUOSO 3. NO SE NECESITA PAGARLO 4. MATERIAL DE DESPERDICIO 5. USO DESCONOCIDO 6. CONTAMINANTE 7. OTRO	
CONSIDERACIONES ESPECIALES DE ALMACENAJE:		
<input type="checkbox"/> VENTILACION ESPECIAL <input type="checkbox"/> FRAGIL <input type="checkbox"/> EXPLOSIVO		
ELABORADO POR	DEPARTAMENTO O SECCION	
FORMA DE DESECHO	<input type="checkbox"/> TRABAJO <input type="checkbox"/> VENDER <input type="checkbox"/> REVENIR <input type="checkbox"/> OTRO <input type="checkbox"/> ALMACEN <input type="checkbox"/> REPARAR <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> REQUIEREN	FIRMA DE AUTORIZACION
FECHA DE DESECHO:		

Figura 46. Tarjeta Fuguai para mecánicos. Fuente: elaboración propia.

Formato de limpieza.

La figura 47 muestra el formato que se propone para que tener un mejor orden y limpieza para cada línea de producción.

Formato de limpieza				
PARTE	TRABAJO	PUNTO DE REFERENCIA	PERSONA A REALIZAR	OBSERVACIONES
BANDAS DE TRANSPORTADORES	LIMPIAR.	1 VEZ POR SEMANA (60 MIN)	TÉCNICOS DE PRODUCCIÓN	
BOQUILLAS	LUBRICAR RESORTES.	1 SEMANA (10 MIN)	LIDER DE EQUIPO	
TABLERO DE CONTROL	LIMPIAR.	DIARIO	LLENADORA	
ÁREA DE ENVASE	SACAR BOLSAS Y/O CORRUGADO.	ANTES DE SALIR A COMER Y ANTES DE TERMINAR EL TURNO. (10 MIN)	ABASTECEDORA DE ENVASE	
ÁREA DE TAPAS	SACAR BOLSAS Y/O CORRUGADO.	ANTES DE SALIR A COMER Y ANTES DE TERMINAR EL TURNO. (10 MIN)	ENTARIMADOR	
ÁREA DE CORRUGADO	SACAR BASURA, Y CORRUGADO DAÑADO.	ANTES DE SALIR A COMER Y ANTES DE TERMINAR EL TURNO. (10 MIN)	ENCINTADOR	
ÁREA DE ETIQUETADO	RETIRAR BASURA Y ETIQUETAS DE MERMA.	CADA HORA (5 MIN)	ETIQUETADORA	
SECCION DE TOMA DE LIQUIDO	LIMPIAR.	ANTES DE SALIR A COMER Y ANTES DE TERMINAR EL TURNO. (10 MIN)	LLENADORA	

Figura 47. Propuesta de Formato de Limpieza.

4.4 PROPUESTA PARA LA ETAPA DE INICIAL DEL PLAN DE IMPLEMENTACIÓN.

Todo lo anteriormente descrito es parte del plan que se propone para que se logre la aprobación del programa TPM. Una vez que la empresa haya dado el visto bueno a estas propuestas, se podrá realizar la correcta implementación del Mantenimiento Productivo Total.

A continuación se describe cómo será la realización de los pasos del plan del Mantenimiento Productivo Total en su fase inicial.

Paso 1

Como nos dicta el plan de los doce pasos, se debe realizar el lanzamiento del proyecto por parte de la alta gerencia en una junta, donde los dueños estarán convencidos de esta decisión.

Paso 2

Este paso es muy importante, pues juega un rol esencial, ya que es el inicio de la reeducación de todo el personal activo de la empresa. Con estas campañas informativas se busca cambiar la mentalidad de la gente y comenzar a romper los paradigmas que se viven al interior de la empresa. Algo que se debe tener muy en cuenta es elevar la moral del personal.

Esto se puede lograr con la ayuda del departamento de recursos humanos los cuales deberán crear volantes informativos, carteles, etc., acerca de que es Mantenimiento Productivo Total y, lo que la empresa busca con su implementación. Estos volantes serán distribuidos los días que se firman los recibos de nómina. Al mismo tiempo deberán colocar los carteles en lugares concurridos como lo son:

- La entrada y salida.
- Comedor.
- Checadores.
- Tableros informativos.

Los volantes incluirán información básica empezando con la designación del equipo de trabajo del TPM; para seguir con lugares donde se ha aplicado, las políticas básicas que tendremos que adoptar. Una vez que la gente tenga el conocimiento de que busca la empresa con el TPM, se comenzara con la filosofía de 5's, ya que esta es la base del desarrollo de este sistema.

Paso 3

Actualmente la empresa no cuenta con una infraestructura para llevar acabo la creación de una oficina que se encargara exclusivamente de los manejos, planes, objetivos y demás, para la implementación del TPM.

Más sin en cambio, se puede suplir con la selección de algunos gerentes de área (si cuentan con la noción del TPM mucho mejor), por ejemplo:

- Gerente de producción
- Gerente de mantenimiento
- Gerente de calidad
- Personal sindicalizado.

Paso 4

Una vez que se tiene el equipo que se encargara de los temas del TPM. Estos deben comenzar con la elaboración de las nuevas políticas básicas que se tendrán al interior de la planta, fijar metas en un determinado tiempo ya sea a corto o largo plazo y las estrategias con las cuales se buscara cumplir estos objetivos.

Dentro de las políticas básicas que se buscan, y se debe tener muy clara, es la política del Concepto Cero.

- Cero averías
- Cero defectos de Calidad
- Cero accidentes

“Si no piensas que vas por el cero, no lo vas a lograr”. Mtro. Marco Antonio Rodríguez Vila.

Paso 5

Todo lo que no se mide no se puede controlar. La figura 48 muestra la propuesta de plan maestro para implantarlo en la empresa, donde se va desglosando por mes cuando es el momento ideal para realizar los pasos de la implementación. Todo tiene que llevar un orden cronológico, en el primer mes se va a realizar el lanzamiento y selección del equipo, para que ellos comiencen con la creación de políticas básicas y las campañas de difusión. En el mes de diciembre, se lleve la patada inicial (Kick Off) y, en los primeros meses del próximo año, se lleven a cabo las primeras capacitaciones. En la figura 49 se muestra el plan de trabajo del mantenimiento planificado y mantenimiento autónomo, estos deben de ir de la mano desarrollándose a la par. Para una vez que, se comience a obtener datos y puntos de mejora, pasar a la gestión temprana de equipos.

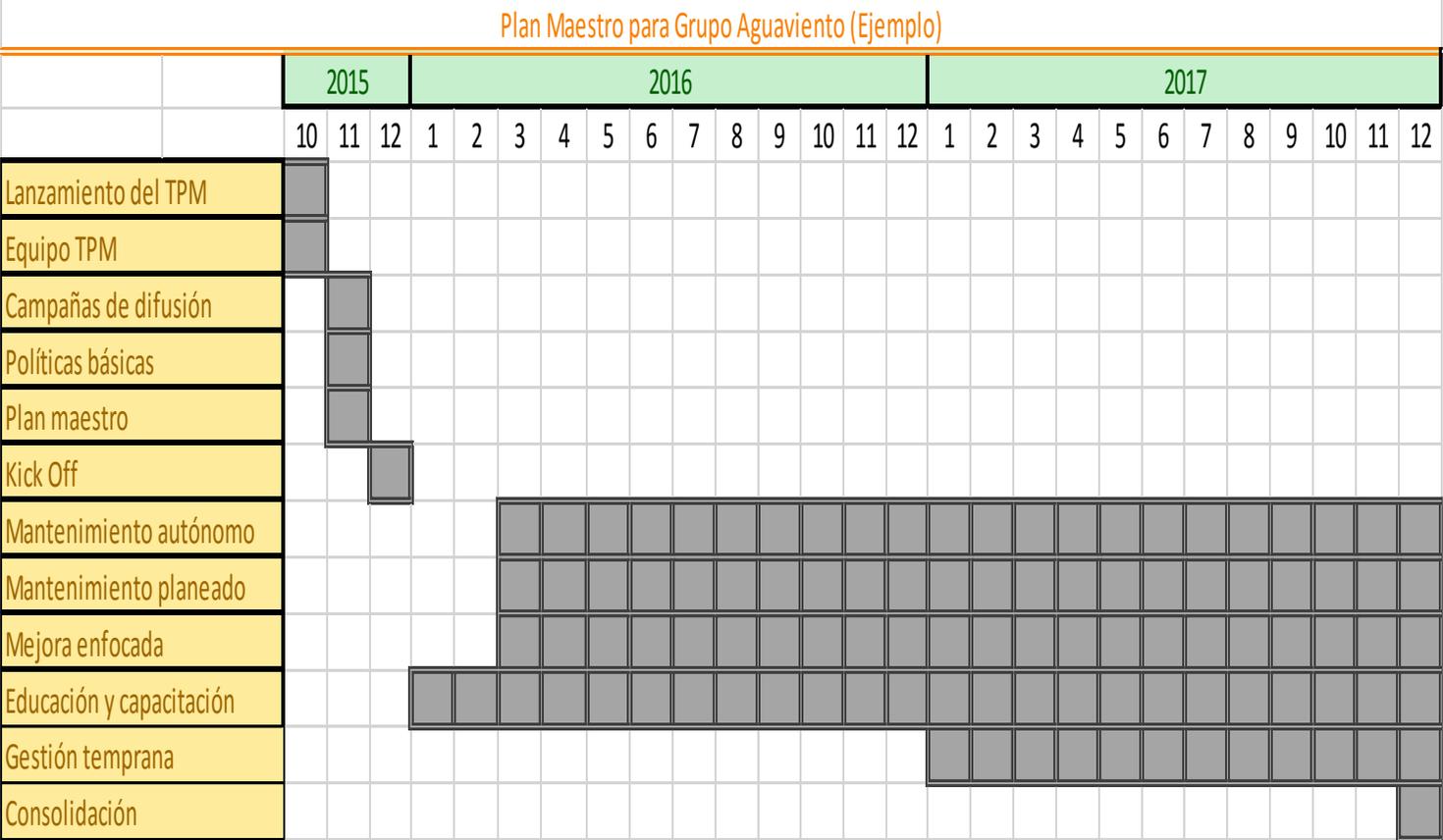


Figura 48. Plan maestro.

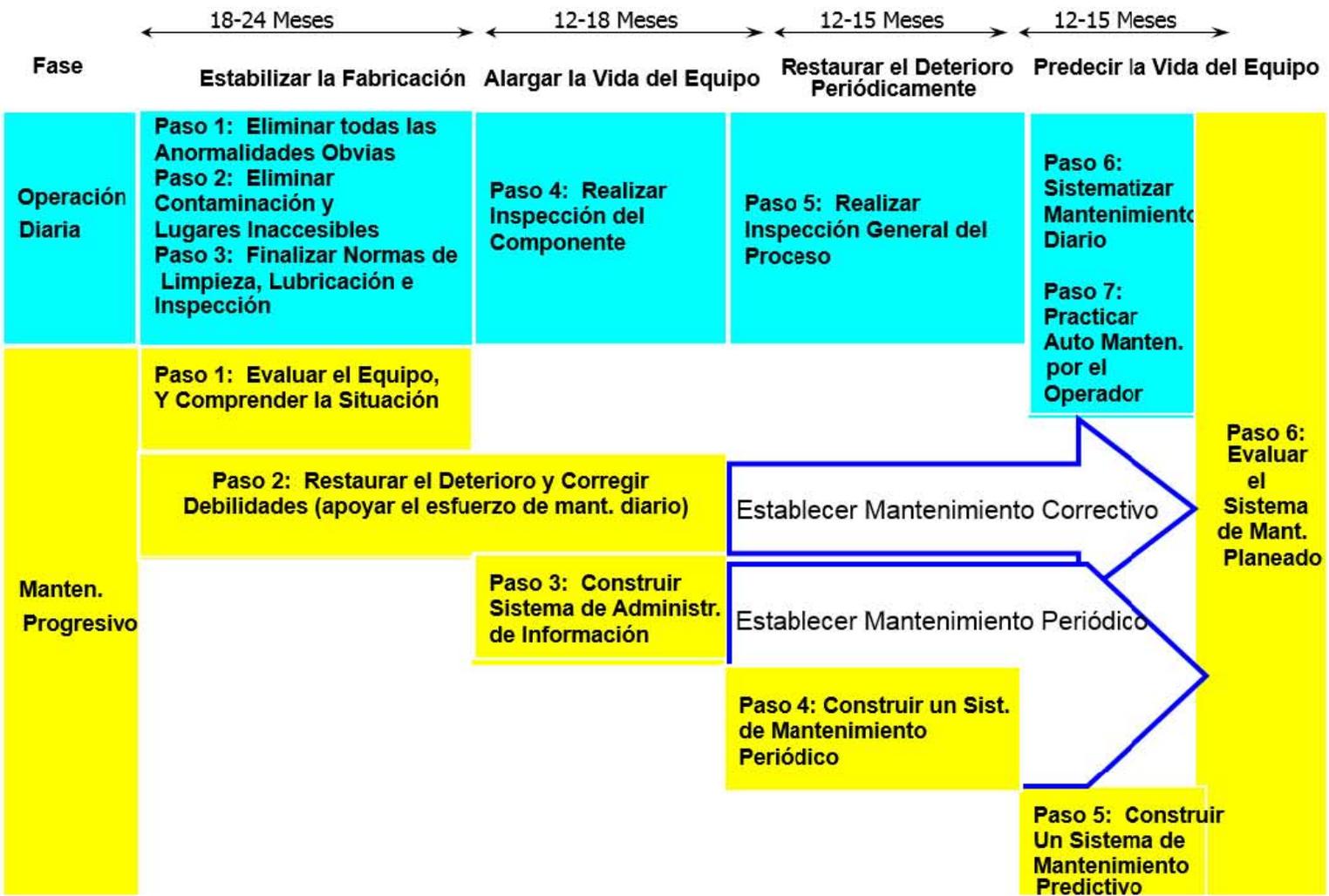


Figura 49. Plan de mantenimiento autónomo y mantenimiento planificado.

Paso 6 Kick Off (Patada inicial)

El lanzamiento oficial a toda la empresa se puede llevar acabo en la fiesta de fin de año; Al realizar esta acción se disminuyen los gastos operativos, pues no se tendrán

perdidas por paro de actividades y, es el día que la mayor parte de personas asisten, tanto personal sindicalizado como empleados de confianza.

CONCLUSIONES

En la vida industrial nos podemos encontrar muchos factores comunes por los cuales las empresas retrasan su crecimiento, o bien, comienzan poco a poco a desaparecer. Dentro de estos factores nos encontramos que sea, falta de procedimiento, falta de estrategias (ya sean administrativas o de mantenimiento), mala capacitación o nula en algunos casos; a lo que nos conlleva a la falta de calidad en sus producto, perdidas por devolución, perdidas por tiempos muertos.

Con el desarrollo de este proyecto no solo aprendí nuevas técnicas de mejora en la vida laboral, sino, que también aprendí que el TPM se puede enfocar un nuestra vida diaria, esto porque, por ejemplo nos ayuda a ser más ordenados, mas higiénicos, dejar de lado la decidía y los paradigmas que reinan a los seres humanos, tener un mejor control en cuestiones de ahorro de energías, elaborar planes con metas tangibles y, el seguir trabajando para buscar la excelencia.

Para la realización de este proyecto fue muy difícil el hacer entender a la gente que los cambios que traía en mente, no solo eran para tener un mejor rendimiento, y así elevar la producción, sino también en su beneficio.

Algo que nunca se había realizado, que me ayudó mucho para la realización de este proyecto, y creo fue vital para hacer ver a la gente que estos cambios no solo beneficiaban a la empresa, fue pedir su opinión. De esta forma hice sentir a las personas parte de algo importante para la compañía y para ellos. Logrando así romper el paradigma de que las cosas siempre se realizaban igual y no debían cambiar, tal como la historia de los monos.

Algo que debe quedar claro, es que el TPM es la suma de un sistema de gestión de la productividad, una herramienta de LEAN manufacture y una metodología de mantenimiento, por lo cual se debe de explotar al máximo para obtener un gran potencial y, no se debe quedar limitado, abarcando solo el departamento de

mantenimiento. Ya que el TPM no es el final de todas las metodologías de mantenimiento, sino, el inicio a la excelencia operacional.

Se tiene que trabajar mucho con la gente, ya que lo que se busca con este sistema, es transformar a las personas y los procesos. El transformar a las personas mediante un cambio cultural, es porque las personas son lo más importante en el TPM. Ya que es la única ventaja competitiva con lo que cada empresa cuenta, porque es muy cierto que en cualquier industria los métodos, los procesos, las máquinas, se pueden copiar; más no así, el talento de las personas que laboran en las empresas. Actualmente en la vida industrial se tiene mucho talento desperdiciado, y no necesariamente tiene que ser personal administrativo.

A la gente se tiene que involucrar al máximo mediante motivación para lograr la autonomía, dándoles retos, posibilidad de lograr mejoras laborales, brindando la oportunidad de participar y, el de tener nuevos conocimientos para tomar decisiones.

Algo importante que debemos comprender, es que el cambio dentro de la compañía no lo harán las máquinas, si no las personas.

REFERENCIAS

- [1] Dr. Jack Roberts, TPM mantenimiento productivo total, su definición e historia.
- [2] Tokutaro Suzuki en TPM en industrias de procesos.
- [3] Daniel Galván romero en su tesis análisis de la implementación del mantenimiento productivo total mediante el modelo de opciones reales.
- [4] Ing. Raúl a. Pérez Verzini TPM instructor # 723 Del Japan Institute of Plant Maintenance– JIMP en <http://www.actiongroup.com.ar/news/news16/nota1.htm>.
- [5] Implementación de los pilares TPM (mantenimiento total productivo) de mejoras enfocadas y mantenimiento autónomo, en la planta de producción ofixpres S.A.S. por Rojas Rangel, María Fernanda.
- [6] Santiago García garrido en <http://www.mantenimientopetroquimica.com/tpm>.
- [7] <http://www.pacofrio.com/mpt/ampliacionestpm1.html>.
- [8] <http://www.clubdarwin.net/seccion/management/resultados-de-la-implantacion-tpm-en-heineken-holanda>.
- [9] http://www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf/1_44_176_10_295.pdf.
- [10] TPM hacia la competitividad a través de la eficacia de los equipos de producción. Por Lluís Cuatrecasas.
- [11] <http://spcgroup.com.mx/12-pasos-para-implementar-el-tpm/>.
- [12] Técnicas de control para optimizar la aplicación del mantenimiento productivo total en las empresas del sector industrial. Tesis por Claudia Jovita Orbe Navarro.
- [13] TPM y su realidad en Chile por Juan Francisco Morales Zamora.
- [14] <http://aguaviento.com>.
- [15] Manual de capacitación para supervisores Jumex.
- [16] Innovación a la mexicana por Ramón Muñoz Gutiérrez
- [17] Introducción al TPM por Seiichi Nakajima.

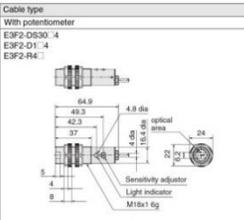
BIBLIOGRAFÍA

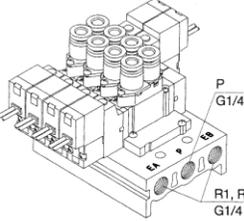
- <http://www.actiongroup.com.ar/news/news16/nota1.htm>
- Mantenimiento total de la producción (TPM): proceso de implantación y desarrollo por Francisco Rey Sacristán.
- <http://www.pacofrio.com/mpt/Ampliacionestpm1.html>
- TPM en industrias de procesos editado por Tokutaro Suzuki
- Dr. Jack Roberts, TPM Mantenimiento Productivo Total, su Definición e Historia. Jack_Roberts@TAMU-Commerce.edu.
- Análisis de la implementación del mantenimiento productivo total mediante el modelo de opciones reales. (TESIS) por Daniel Galván Romero.
- Implementación de los pilares TPM (Mantenimiento total productivo) de mejoras enfocadas y mantenimiento autónomo, en la planta de producción Ofixpres S.A.S. Por Rojas Rangel, María Fernanda.
- <http://www.mantenimientopetroquimica.com/tpm.html>.
- <http://www.clubdarwin.net/seccion/management/resultados-de-la-implantacion-tpm-en-heineken-holanda>
- http://www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf/1_44_176_10_295.pdf
- TPM hacia la competitividad a través de la eficacia de los equipos de producción. Por Lluís Cuatrecasas
- <http://www.pacofrio.com/mpt/Lecciontpm2.html>
- TPM para mandos intermedios de fábrica. Kunio Shirose
- Manual para supervisores JUMEX
- Innovación a la Mexicana, Ramón Muñoz
- CONCEPCION TPM MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL Fernando Espinoza Fuentes
- TÉCNICAS DE CONTROL PARA OPTIMIZAR LA APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL EN LAS EMPRESAS DEL SECTOR INDUSTRIAL. TESIS POR CLAUDIA JOVITA ORBE NAVARRO.
- TPM Y SU REALIDAD EN CHILE POR JUAN FRANCISCO MORALES ZAMORA.
- INTRODUCCIÓN AL TPM POR SEIICHI NAKAJIMA.

ANEXO A

LINEA 7.

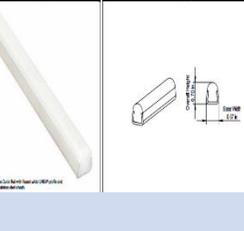
Piezas	Modelo	Imagen	Marca
1	TERMO MAGNÉTICO PLS6-C2/3		EATON MOELLER
1	SP-24AS		LATIN TECH INC
1	VLT® MICRO Adjustable Frequency Drive de ½ hp, 0.4 KW		DANFOSS
4	RELEVADORES HY41PN24DC.		IMO
1	VÁLVULA DE ESFERA CON ACTUADOR FESTO DRD 4F05		FESTO
1	PLC SERIE XLE 102		HORNET

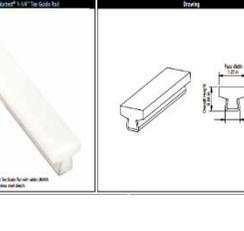
1	<p>SENSOR OMRON E3F2-DS30C4 CYLINDRICAL PHOTOELECTRIC</p>	<p>Dimensions</p> 	OMRON
---	---	--	-------

1	<p>PORTA SOLENOIDES SY7000 5 PUERTOS DE LOS CUALES DOS PUERTOS SON CANCELADOS</p>		SMC
---	---	--	-----

3	<p>SOLENOIDES SY7120 3D 02</p>		SMC
---	--------------------------------	--	-----

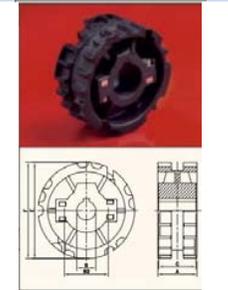
1	<p>INVERSOR YASKAWA V1000</p>		YASKAWA
---	-------------------------------	---	---------

12 METROS	<p>MARBETT® CONVEX GUIDE RAIL</p>		MARBETT
-----------	-----------------------------------	--	---------

6 METROS	<p>MARBETT® 1-1/4" TEE GUIDE RAIL</p>		MARBETT
----------	---------------------------------------	--	---------

12	<p>RAIL BRACKETS S0540</p>	<p>Part. S0540</p> <p>Adjustable bracket</p> 	MARBETT
----	----------------------------	---	---------

1	SPLIT SPROCKETS 1 ½"		REXNORD
---	----------------------	--	---------

1	SPLIT SPROCKETS 1 ¼"		REXNORD
---	----------------------	--	---------

20 METROS	TABLETOP REX 820 7 ½"		REXNORD
-----------	-----------------------	--	---------

2	MOTOREDUCTORES ¼ HP		BARMEX
---	---------------------	--	--------

NOTA UNO SE ENCUENTRA
DAÑADO HAY QUE
REALIZAR EL CAMBIO O
REBOBINARLO

2	CHUMACERAS 3/4		MARBETT
---	----------------	--	---------