

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ**INGENIERÍA INDUSTRIAL****“PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO APLICANDO TPM
PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE, DEL CECYT 17.”**

MONOGRAFIA PARA TITULARSE POR LA OPCION V

(CURSO ESPECIAL DE TITULACIÓN)

PADILLA GONZÁLEZ EDUARDO

ASESOR

ING. ATANACIO HERNÁNDEZ CHAN

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas a 30 de mayo del 2010.

INDICE

Introducción	1
1. Planteamiento del problema	3
1.1 Definición del problema	4
1.2 Objetivos	4
1.2.1 Objetivo general	4
1.2.2. Objetivos específicos	5
1.3 justificación del proyecto	5
1.4 Alcances	5
1.5 Limitaciones	6
2. Antecedentes y aspectos generales de la empresa	7
2.1 Antecedentes	8
2.2 Giro de la empresa	8
2.3 Misión	9
2.4 Visión	9
2.5 Valores	9
2.6 Productos	10
2.7 Organigrama	11
2.8 Localización de la empresa	12
2.9 Descripción del sistema de distribución de agua potable	14
3. Marco teórico	15
3.1 Mantenimiento productivo total (TPM)	16
3.2 Objetivos del TPM	17
3.3 Características del TPM	18
3.4 Principios fundamentales	18
3.5 Beneficios del TPM	19
3.6 Pilares del TPM	21
3.6.1 Pilar 1 mejoras enfocadas (Kaizen)	21
3.6.2 Pilar 2 mantenimiento autónomo(Jishu Hozen)	21

3.6.3 Pilar 3 mantenimiento progresivo o planificado (Keikaku Hozen)	22
3.6.4 Pilar 4 educación y formación	24
3.6.5 Pilar 5 mantenimiento temprano	24
3.6.6 Pilar 6 mantenimiento de calidad (Hinshitsu Hozen)	24
3.6.7 Pilar 7 mantenimiento en áreas administrativas	26
3.6.8 Pilar 8 gestión de seguridad, salud y medio ambiente	26
3.6.9 Pilar 9 especiales (Monotsukuri)	27
3.7 Pasos para la implementación del TPM	27
3.8 Gestión del TPM	32
3.8.1 Concepto de productividad total efectiva de los equipos (PTEE)	32
3.8.2 Cálculo del aprovechamiento del equipo (AE)	33
3.8.3 Cálculo de la efectividad global de los equipos (EGE)	34
3.8.4 ¿por qué es importante el EGE?	35
4. Diagnostico de la situación actual del sistema de agua potable de la empresa.	38
4.1 Situación actual del sistema de distribución de agua	39
4.2 Diagrama de causa y efecto.(Aplicación de Ishikawa, Pareto)	41
4.2.1 Diagnostico de la situación actual de la empresa	46
4.3 Identificación de las seis grandes pérdidas en sistema de distribución de agua	48
4.4 Indicadores	50
4.4.1 Cálculo de la disponibilidad del equipo	50
4.4.2 Cálculo del desempeño del equipo	51
4.4.3 Cálculo de la calidad del equipo.	52
4.5 Calculo de la efectividad global del equipo.	52
5. Propuesta del programa de mantenimiento aplicando TPM	54
5.1 Programa de sensibilización para cambio de actitud	55
5.1.1 Capacitación con base al inventario operario - destreza	57
5.1.2 Metodología 5 's	59
5.2 Programa de mantenimiento autónomo.	59

5.2.1 Estandarización de lubricantes	61
5.2.2 Programa de limpieza	62
5.2.3 Programa de lubricación	65
5.2.4. Programa de ajustes	66
5.2.5 Estandarización de procedimientos	67
5.3 Mejora de la efectividad del equipo	69
5.4 Desarrollo del sistema de control de la información.	70
5.4.1 Registro del historial del equipo	70
5.4.2 registro de datos del equipo	71
5.5 Desarrollo del mantenimiento planificado.	71
5.5.1 Programa de mantenimiento preventivo	74
5.5.2 Programa de mantenimiento correctivo.	76
6. Conclusiones y recomendaciones.	77
6.1 Conclusiones	78
6.2 Recomendaciones	79
Fuentes de información	80
Anexos	82

Lista de tablas

Tabla 4.1 Descripción de los componentes del sistema de distribución de agua	40
Tabla 4.2(a) Interpretación de la falta de suministro de agua en el sistema De distribución de agua	43
Tabla 4.2 (b) interpretación de los altos costos de mantenimiento.	45
Tabla 4.3 Interpretación del diagrama de causa y efecto de las seis grandes pérdidas en el sistema de distribución de agua	49
Tabla 5.1 Formato para el inventario operador destrezas	58
Tabla 5.2.2 (a) Tabla del programa mensual de limpieza	62
Tabla 5.2.2 (b) Tabla del programa anual de limpieza	64
Tabla 5.2.3 Programa de lubricación.	65
Tabla 5.2.4 Tabla del programa de ajustes	66
Tabla 5.2.5 Tabla de estandarización de procedimientos	67
Tabla 5.5.1 Tabla de mantenimiento preventivo	74
Tabla 5.5.2 Tabla de mantenimiento correctivo	76

Lista de figuras

Figura 2.7 Organigrama de la empres	11
Figura 2.8 Ubicación del estado de Chiapas	12
Figura 2.8 (a) Ubicación del municipio de Bella Vista	12
Figura 2.8 (b) ubicación del Cecyt 17	13
Figura 4.2 (a) Diagrama de causa y efecto “falta de suministro de agua”	42
Figura 4.2 (b) Diagrama de causa y efecto “altos costos de mantenimiento”	44
Figura 4.3 Identificación de las seis grandes pérdidas en el sistema de distribución de agua	48
Foto 1 Cecyt 17	83
Foto 2 Válvula de laboratorio	84
Foto 3 Tinacos	85
Foto 4 Motobomba	86
Foto 5 Válvula de paso	87

Introducción

Considerando que en la actualidad, cada día la competencia para sobrevivir en el mundo globalizado, las instituciones públicas y privadas obliga a los directivos a hacer uso de los avances científicos y tecnológicos para la optimización de los recursos naturales como el agua, las materias primas, los procesos y los recursos humanos, cuidando el medio ambiente.

Ante esta necesidad se hace prioritario considerar en una empresa pública o privada, que produce un bien o un servicio, las actividades de mantenimiento productivo total para preservar y conservar los inmuebles, maquinaria y equipo en condiciones que le permitan la funcionalidad de dicho sistema o equipo.

Las estrategias convencionales a las que estamos acostumbrados ya no sirven. Fueron válidas en el pasado, pero ahora se es consciente de que esperar a que se produzca una avería para intervenir, es incurrir en unos costos excesivamente elevados. Es por ello que muchas compañías están intentando implementar una variedad de estrategias y técnicas de mantenimiento, tales como TPM

(Mantenimiento Productivo Total) para reducir los costos de mantenimiento, ya que actualmente este sistema está dando resultados más eficaces. El TPM es un moderno sistema gerencial que permite tener equipos de producción siempre listos. Su metodología, soportada por un buen número de técnicas de gestión, establece las estrategias adecuadas para el aumento continuo de la productividad, con el fin de ser más competitivo.

La propuesta que se presenta en este documento pretende mejorar el sistema de distribución de agua del Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos N° 17, para que la institución cuente con agua todo el tiempo que está funcionando, prolongar la vida útil de los equipos y ahorrar energía, en un ambiente de cooperación y respeto.

La propuesta está dividida en seis capítulos que son los siguientes:

El capítulo 1, aborda los temas de planteamiento del problema, definición, objetivos a cumplir y las de limitantes.

El capítulo 2, contiene la información general de la empresa, tales como, misión, visión, valores, objetivos y la ubicación exacta.

El capítulo 3, abarca el marco teórico, considerando los temas necesarios para fundamentar y desarrollar la propuesta de mejoramiento continuo.

El capítulo 4, comprende la situación actual de la empresa, desde los puntos críticos, diagrama de operaciones hasta el recorrido realizado por los obreros en la empresa, base fundamental para desarrollar y proponer el modelo de mejoramiento continuo.

El capítulo 5, lo conforma el desarrollo y propuesta de implementación de un mejoramiento continuo en la empresa.

En el capítulo 6, se describen las conclusiones emanadas de la propuesta, incluyendo las recomendaciones para asegurar el mejoramiento de la empresa.



Capitulo uno

Planteamiento del problema



1.1 Definición del problema

El colegio de estudios científicos y tecnológicos número 17 está ubicado en el municipio de Bella Vista y es una institución del nivel medio superior que ofrece a los alumnos egresados de las diferentes telesecundarias, secundarias técnicas de la región, un bachillerato tecnológico con dos especialidades, técnicos en suelos y fertilizantes en el área química biológicas y contabilidad en el área económico administrativo.

Esta institución es una de las más importantes de la región debido a que es la única que cuenta con infraestructura moderna y amplia, edificios de dos plantas, laboratorio de usos múltiples, centro de cómputo, laboratorio de idiomas, espacios administrativos, domo para deportes y 6 aulas.

Actualmente, ha presentado, muchos problemas el sistema de distribución de agua que alimenta al laboratorio de usos múltiples, a los sanitarios para hombres y mujeres, también alimenta un pequeño invernadero que sirve de prácticas para los alumnos de la especialidad de suelos y fertilizantes.

Esta red de distribución de agua en el interior del plantel ha presentado muchos problemas, con la bomba, válvulas tuberías de distribución, debido a que no se cuenta con un programa de mantenimiento de esta área, ocasionando que sobre todo en la temporada de sequía se presenta el mayor problema porque el agua que llega a la cisterna no es suficiente para mantener el suministro de agua en todo el sistema, por las fugas en las válvulas de la tubería de distribución, depósitos elevados, en las válvulas del laboratorio de usos múltiples. Por lo tanto la bomba trabaja más de lo necesario ocasionando incremento en los costos de energía, además de las enormes pérdidas del vital líquido (el agua).

1.2 objetivos

1.2.1 Objetivo General

Elaborar un programa de mantenimiento aplicando TPM para el sistema de distribución de agua. El cual sea eficaz y práctico tanto para la institución como para el operario encargado de sistema, con el fin de mantenerlos en buenas condiciones de funcionamiento.



1.2.2 Objetivos Específicos

- Disminuir las fugas de agua en el sistema de distribución por mal mantenimiento de maquinaria y equipo.
- Reducir los costos de mantenimiento a través de una buena implementación del programa.
- Optimizar la eficiencia de la maquinaria y las líneas de distribución.
- Maximizar la vida útil del equipo.
- Promover el mantenimiento autónomo del operador.

1.3 Justificación del proyecto

Para cualquier sistema de producción de un bien o un servicio es de vital importancia los equipos utilizados ya que son elementos indispensables para el logro de sus objetivos, por lo que es necesario en la actualidad conservarlos en buen estado a través de un programa de mantenimiento.

Por esta razón y debido a que la institución no cuenta con un programa de mantenimiento para el sistema de alimentación de agua se hace necesario crear este proyecto con el fin de proporcionar un programa practico que pueda abatir los problemas que actualmente se presentan por el mal funcionamiento del sistema de alimentación de agua durante las actividades de la escuela, mediante la aplicación de técnicas avanzadas de Mantenimiento Productivo Total.

1.4 Alcances

El colegio de estudios científicos y tecnológicos N° 17 de Bella Vista, cuenta con muchas áreas donde se puede aplicar esta técnica, pero para aplicar este programa solo me enfocare a el sistema de alimentación de agua.



1.5 Limitaciones

- ❖ Falta de cooperación por parte del personal.
- ❖ Falta de recursos económicos para la implementación del programa.
- ❖ Falta de existencia de repuestos de los equipos.



Capitulo 2

Antecedentes y aspectos generales de la empresa



2.1 Antecedentes de la empresa

El Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos N° 17, es una institución de nivel medio superior que se creó el 25 de agosto de 1997 Perteneciente al Organismo Público Descentralizado CECYTECH (Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Chiapas) con la finalidad de ofrecer bachillerato tecnológico bivalente a los alumnos egresados de Escuela Secundaria Técnica N° 90 ubicada en la cabecera municipal de Bella Vista, y a los alumnos de las diferentes telesecundarias ubicadas en la comunidades del municipio y de los municipios vecinos como La Grandeza, Amatenango de la Frontera, Siltepec y Chicomuselo.

Las especialidades que ofrece son Técnico en Suelos y Fertilizantes en el área de Químico Biológicas y Anteriormente ofrecía la especialidad de Computación Fiscal Contable, esta especialidad fue liquidada y en su lugar quedo la especialidad de Contabilidad en el área Económico Administrativa.

Actualmente, se tienen tres grupos de segundo semestre, dos de la especialidad de Contabilidad y uno de Suelos y Fertilizantes, dos grupos de cuarto semestre uno de Contabilidad y uno de Suelos y Fertilizantes lo mismo en sexto semestre.

Actualmente cuenta con 168 alumnos y tiene 20 trabajadores entre personal Docente, Administrativo y Manual

2.2 Giro de la empresa

El Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos N° 17 es una institución pública, dedicada a ofrecer Bachillerato Tecnológico en dos especialidades, Suelos Fertilizantes en el área Químico Biológicas y Contabilidad en el área Económico Administrativo a los alumnos egresados de las secundarias de la región.



2.3 Misión de la empresa.

Ofrecer Educación Media Superior, Científica y Tecnológica de calidad, fundamentada en una filosofía humanista, que responda a las necesidades sociales y culturales; con programas educativos y productivos que contribuyan al desarrollo sustentable de las diferentes regiones económicas, en una corresponsabilidad comprometida de los diferentes actores.

2.4 Visión de la empresa

Una institución con bases sólidas, que cubran las necesidades y expectativas de una educación científica, tecnológica y humanista para el pueblo Chiapaneco. Profesional en lo que respecta a la docencia; eficaz y eficiente en lo administrativo. Que coadyuve a la formación integral, articulando programas educativos con actividades productivas, en pleno respeto a la diversidad, la convivencia civilizada, digna y justa para todos.

2.5 Valores

Calidad

Equidad

Respeto a la diversidad

Profesionalismo

Corresponsabilidad

Integración

Eficiencia

Dialogo

Integridad



Autogestión

Sustentabilidad

2.7 Productos

De acuerdo con la reforma educativa el perfil del egresado debe salir con las competencias necesarias para continuar sus estudios del nivel superior o incorporarse al sector productivo. El alumno que egresa de esta institución obtiene un certificado de bachillerato, una constancia de servicio social y una constancia de prácticas profesionales, también se les presenta varias opciones para titularse, la más fácil es haber obtenido un promedio mínimo de 8 y el título es solo hacer los trámites administrativos.

2.7 Organigrama.

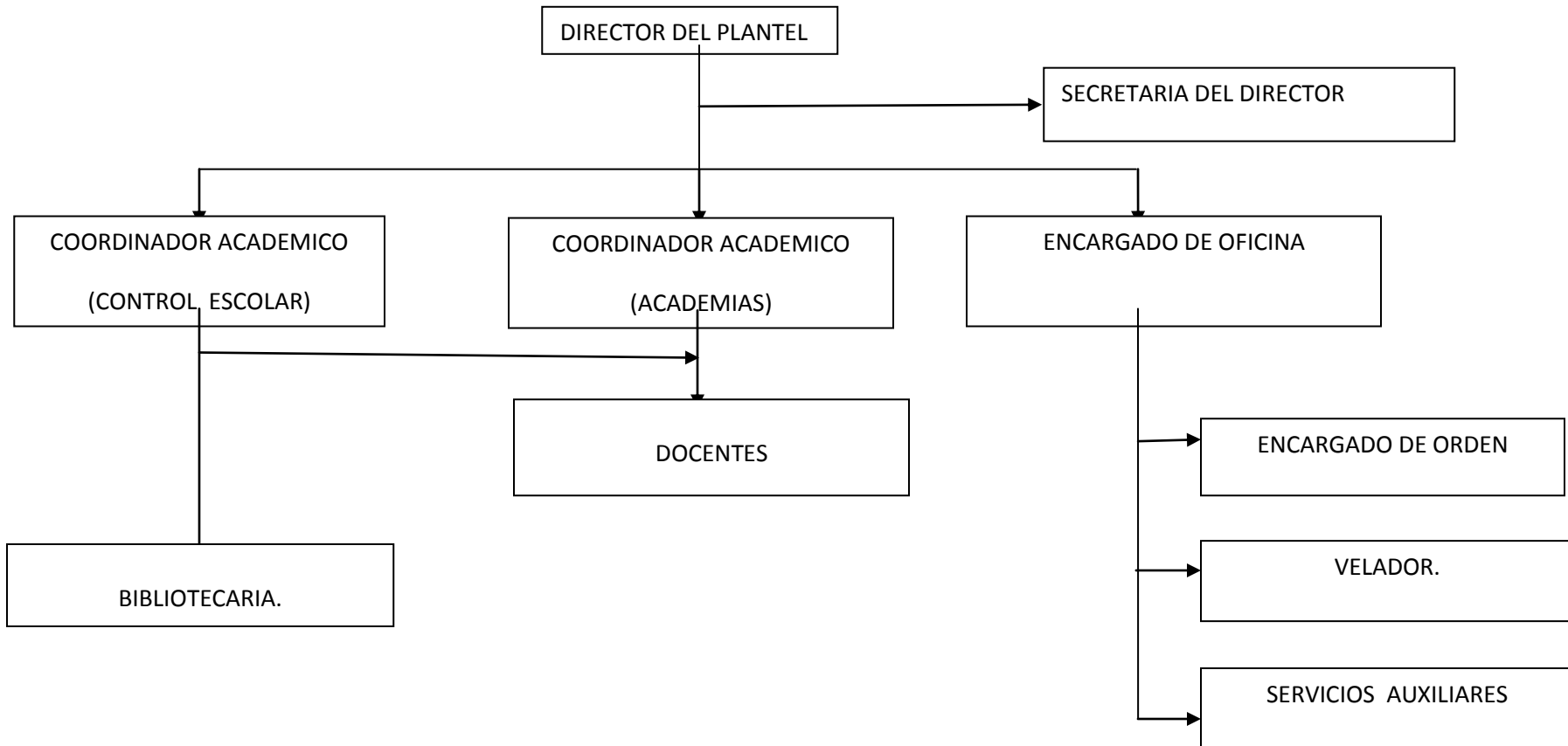


Fig. N° 1 Organigrama de la empresa.

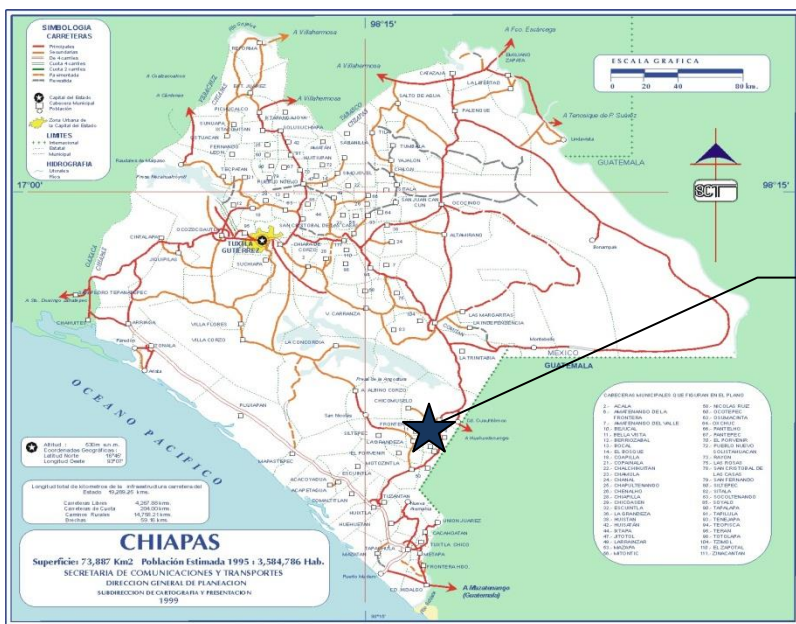
2.8 Localización de la empresa

Es una institución pública dependiente de Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Chiapas, (Organismo público descentralizado) Es el plantel numero 17 ubicado en la zona sierra del estado De Chiapas, en el municipio de Bella Vista.



Fig. 2.8 Ubicación del Estado de Chiapas

Micro localización del Cecyt 17.



2.8 (a) Localización del municipio de Bella Vista.

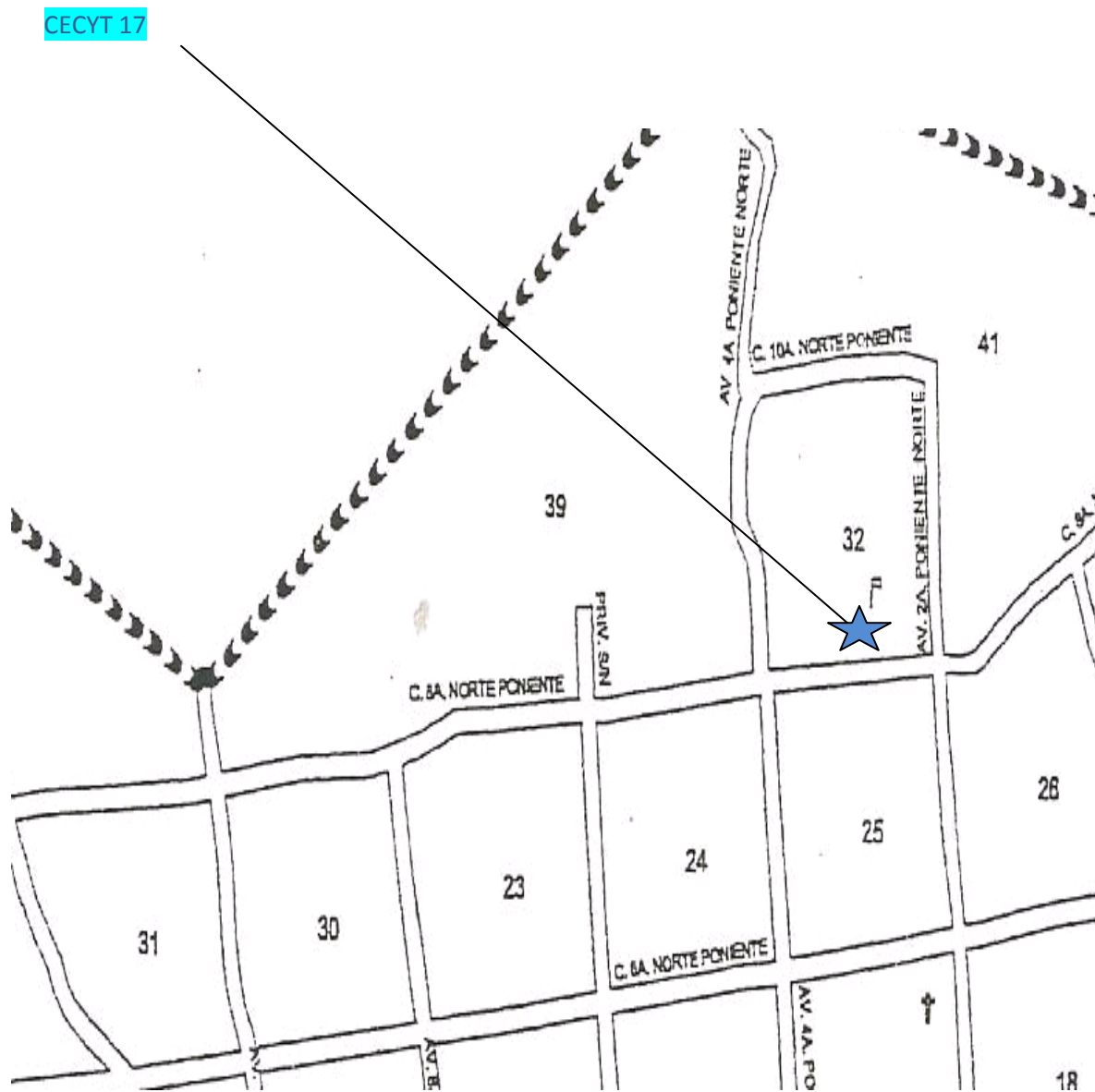


Fig. 2.8 (b) Localización del Cecyt 17



2.9 Descripción del sistema de distribución del agua potable

El agua proveniente de la red municipal. Llega a una cisterna de 40,000 litros donde se almacena para ser utilizada, una bomba eléctrica, envía el agua a 6 tinacos que se encuentran sobre la segunda planta del edificio, para que después baje el agua por gravedad a los sanitarios para hombres, mujeres y alimentar el laboratorio de usos múltiples, también se utiliza el agua directamente de la red para suministrar agua a un invernadero que sirve de prácticas a los alumnos de la especialidad de suelos y fertilizantes de los diferentes semestres.



Capitulo 3

Marco teórico



3.1 Mantenimiento productivo total (TPM)

García (2004) dice El Mantenimiento Productivo Total es un modelo completo de dirección industrial. No se trata de acciones simples de limpieza, gestionar automáticamente la información de mantenimiento o aplicar una serie de técnicas de análisis de problemas. El TPM es un nuevo enfoque administrativo de gestión del mantenimiento industrial, que permite establecer estrategias para el mejoramiento continuo de las capacidades y procesos actuales de la organización, para tener equipos de producción siempre listos. El TPM involucra sistemas de dirección, cultura de empresa, arquitectura organizativa y dirección del talento humano

Nakajima (1991) Se orienta a crear un sistema corporativo que maximiza la eficiencia de todo el sistema productivo, estableciendo un sistema que previene las pérdidas en todas las operaciones de la empresa. Esto incluye "cero accidentes, cero defectos y cero fallos" en todo el ciclo de vida del sistema productivo. Se aplica en todos los sectores, incluyendo producción, desarrollo y departamentos administrativos. Se apoya en la participación de todos los integrantes de la empresa, desde la alta dirección hasta los niveles operativos. La obtención de cero pérdidas se logra a través del trabajo de pequeños equipos.

García P (2004) En un sistema de organización donde la responsabilidad no recae sólo en el departamento de mantenimiento sino en toda la estructura de la empresa "El buen funcionamiento de las máquinas o instalaciones depende y es responsabilidad de todos. El TPM permite diferenciar una organización en relación a su competencia debido al impacto en la reducción de los costos, mejora de los tiempos de respuesta, fiabilidad de suministros, el conocimiento que poseen las personas y la calidad de los productos y servicios finales. El TPM es en la



actualidad uno de los sistemas fundamentales para lograr la *eficiencia total*, en base a la cual es factible alcanzar la *competitividad total*.

3.2 Objetivos del TPM

➤ Objetivos estratégicos

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

➤ Objetivos operativos

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

➤ Objetivos organizativos

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



3.3 Características del TPM

- Acciones de mantenimiento en todas las etapas del ciclo de vida del equipo.
- Amplia participación de todas las personas de la organización.
- Es observado como una estrategia global de empresa, en lugar de un sistema para mantener equipos.
- Orientado a mejorar la Efectividad Global de las operaciones, en lugar de prestar atención a mantener los equipos funcionando.
- Intervención significativa del personal involucrado en la operación y producción en el cuidado y conservación de los equipos y recursos físicos.
- Procesos de mantenimiento fundamentados en la utilización profunda del conocimiento que el personal posee sobre los procesos.

3.4 Principios fundamentales

El TPM constituye un nuevo concepto en materia de mantenimiento, basado este en los siguientes cinco principios fundamentales:

- Participación de todo el personal, desde la alta dirección hasta los operarios de planta.
- Creación de una cultura corporativa orientada a la obtención de la máxima eficacia en el sistema de producción y gestión de los equipos y maquinarias.



“PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO APLICANDO TPM PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE, DEL CECYT 17.”



- Implantación de un sistema de gestión de las plantas productivas tal que se facilite la eliminación de las pérdidas antes de que se produzcan y se consigan los objetivos.

- Implantación del mantenimiento preventivo como medio básico para alcanzar el objetivo de cero pérdidas mediante actividades integradas en pequeños grupos de trabajo y apoyado en el soporte que proporciona el mantenimiento autónomo.

- Aplicación de los sistemas de gestión de todos los aspectos de la producción, incluyendo diseño y desarrollo, ventas y dirección.

3.5 Beneficios del TPM

Organizativos

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



“PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO APLICANDO TPM PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE, DEL CECYT 17.”



- ♣ Redes de comunicación eficaces

Seguridad

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

Productividad

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



3.6 Pilares del TPM

García (2004) Los pilares o procesos fundamentales del TPM sirven de apoyo para la construcción de un sistema de producción ordenado. Se implantan siguiendo una metodología disciplinada, potente y efectiva. Los pilares considerados como necesarios para el desarrollo del TPM en una organización son los que se indican a continuación.

3.6.1 Pilar 1: mejoras enfocadas (Kaizen)

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

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

3.6.2 Pilar 2: mantenimiento autónomo (Jishu Hozen)

El mantenimiento autónomo está compuesto por un conjunto de actividades que se realizan diariamente por todos los trabajadores en los equipos que operan,



“PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO APLICANDO TPM PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE, DEL CECYT 17.”



incluyendo inspección, lubricación, limpieza, intervenciones menores, cambio de herramientas y piezas, estudiando posibles mejoras, analizando y solucionando problemas del equipo y acciones que conduzcan a mantener el equipo en las mejores condiciones de funcionamiento. Estas actividades se deben realizar siguiendo estándares previamente preparados con la colaboración de los propios operarios. Los operarios deben ser entrenados y deben contar con los conocimientos necesarios para dominar el equipo que opera.

Los objetivos fundamentales del mantenimiento autónomo son:

- ✓ Emplear el equipo como instrumento para el aprendizaje y adquisición de conocimiento
- ✓ Desarrollar nuevas habilidades para el análisis de problemas y creación de un nuevo pensamiento sobre el trabajo
- ✓ Mediante una operación correcta y verificación permanente de acuerdo a los estándares se evite el deterioro del equipo
- ✓ Mejorar el funcionamiento del equipo con el aporte creativo del operador
- ✓ Construir y mantener las condiciones necesarias para que el equipo funcione sin averías y rendimiento pleno
- ✓ Mejorar la seguridad en el trabajo
- ✓ Lograr un total sentido de pertenencia y responsabilidad del trabajador
- ✓ Mejora de la moral en el trabajo

3.6.3 Pilar 3: mantenimiento progresivo o planificado (Keikaku Hozen)

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



“PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO APLICANDO TPM PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE, DEL CECYT 17.”



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

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

- ✓ No se dispone de información histórica necesaria para establecer el tiempo más adecuado para realizar las acciones de mantenimiento preventivo. Los tiempos son establecidos de acuerdo a la experiencia, recomendaciones de fabricante y otros criterios con poco fundamento técnico.
- ✓ Se aprovecha la parada de un equipo para "hacer todo lo necesario en la máquina" ya que la tenemos disponible.
- ✓ Se aplican planes de mantenimiento preventivo a equipos que poseen un alto deterioro acumulado.
- ✓ A los equipos y sistemas se les da un tratamiento similar desde el punto de vista de la definición de las rutinas de preventivo, sin importan su criticidad, riesgo, efecto en la calidad, grado de dificultad para conseguir el recambio o repuesto, etc.
- ✓ Es poco frecuente que los departamentos de mantenimiento cuenten con estándares especializados para la realizar su trabajo técnico.
- ✓ El trabajo de mantenimiento planificado no incluye acciones Kaizen para la mejora de los métodos de trabajo. No se incluyen acciones que permitan mejorar la capacidad técnica y mejora de la fiabilidad del trabajo de mantenimiento.



3.6.4 Pilar 4: educación y formación

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

3.6.5 Pilar 5: mantenimiento temprano

Este pilar busca mejorar la tecnología de los equipos de producción. Es fundamental para empresas que compiten en sectores de innovación acelerada, Mass Customization o manufactura versátil, ya que en estos sistemas de producción la actualización continua de los equipos, la capacidad de flexibilidad y funcionamiento libre de fallos, son factores extremadamente críticos. Este pilar actúa durante la planificación y construcción de los equipos de producción. Para su desarrollo se emplean métodos de gestión de información sobre el funcionamiento de los equipos actuales, acciones de dirección económica de proyectos, técnicas de ingeniería de calidad y mantenimiento. Este pilar es desarrollado a través de equipos para proyectos específicos. Participan los departamentos de investigación, desarrollo y diseño, tecnología de procesos, producción, mantenimiento, planificación, gestión de calidad y áreas comerciales.

3.6.6 Pilar 6: mantenimiento de calidad (Hinshitsu Hozen)

Tiene como propósito establecer las condiciones del equipo en un punto donde el "cero defectos" es factible. Las acciones del mantenimiento de calidad buscan



“PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO APLICANDO TPM PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE, DEL CECYT 17.”



verificar y medir las condiciones "cero defectos" regularmente, con el objeto de facilitar la operación de los equipos en la situación donde no se generen defectos de calidad.

Mantenimiento de Calidad no es...

- ✓ Aplicar técnicas de control de calidad a las tareas de mantenimiento
- ✓ Aplicar un sistema ISO a la función de mantenimiento
- ✓ Utilizar técnicas de control estadístico de calidad al mantenimiento
- ✓ Aplicar acciones de mejora continua a la función de mantenimiento

Mantenimiento de Calidad es...

- ✓ Realizar acciones de mantenimiento orientadas al cuidado del equipo para que este no genere defectos de calidad.
- ✓ Prevenir defectos de calidad certificando que la maquinaria cumple las condiciones para "cero defectos" y que estas se encuentra dentro de los estándares técnicos.
- ✓ Observar las variaciones de las características de los equipos para prevenir defectos y tomar acciones adelantándose a la situación de anormalidad potencial.
- ✓ Realizar estudios de ingeniería del equipo para identificar los elementos del equipo que tienen una alta incidencia en las características de calidad del producto final, realizar el control de estos elementos de la máquina e intervenir estos elementos.

Principios del Mantenimiento de Calidad

Los principios en que se fundamenta el Mantenimiento de Calidad son:



“PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO APLICANDO TPM PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE, DEL CECYT 17.”



1. Clasificación de los defectos e identificación de las circunstancias en que se presentan, frecuencia y efectos.
2. Realizar un análisis físico para identificar los factores del equipo que generan los defectos de calidad
3. Establecer valores estándar para las características de los factores del equipo y valorar los resultados a través de un proceso de medición
4. Establecer un sistema de inspección periódico de las características críticas
5. Preparar matrices de mantenimiento y valorar periódicamente los estándares

3.6.7 Pilar 7: mantenimiento en áreas administrativas

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

3.6.8 Pilar 8: gestión de seguridad, salud y medio ambiente

Tiene como propósito crear un sistema de gestión integral de seguridad. Emplea metodologías desarrolladas para los pilares mejoras enfocadas y mantenimiento autónomo. Contribuye significativamente a prevenir riesgos que podrían afectar la integridad de las personas y efectos negativos al medio ambiente.



3.6.9 Pilar 9: especiales (Monotsukuri)

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

3.7 Pasos para la implementación de TPM

Según NAKAJIMA (1991) Los pasos que se deben seguir para la implementación del TPM según son los siguientes:

1. Comunicar el compromiso de la alta gerencia para introducir el TPM

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

2. Campaña educacional introductoria para el TPM

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

3. Establecimiento de una organización promocional y un modelo de mantenimiento de máquinas mediante una organización formal

Esta organización debe estar formada por:

- Gerentes de la planta
- Gerentes de departamento y sección
- Supervisores



“PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO APLICANDO TPM PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE, DEL CECYT 17.”



- Personal

4. Fijar políticas básicas y objetivos

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

Primero se debe decidir sobre el año en el que la empresa se someterá a auditoria interna o externa. Fijar una meta numérica que debe ser alcanzada para cada categoría en ese año. No se deben fijar metas "tibias", las metas deben ser drásticas reducciones de 1/100 bajo los objetivos planteados.

5. Diseñar el plan maestro de TPM

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

6. Lanzamiento introductorio

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

Un programa tentativo sería:

1. Declaración de la empresa en la que ha resuelto implantar el TPM
2. Anunciar a las organizaciones promocionales del TPM, las metas fundamentales y el plan maestro
3. El líder sindical realiza una fuerte declaración de iniciar las actividades del TPM
4. Los invitados ofrecen un discurso de felicitación
5. Se reconoce mediante elogios el trabajo desarrollado para la creación de logotipos, frases y cualquier otra actividad relacionada con este tema.



7. Mejoramiento de la efectividad del equipo

En este paso se eliminarán las 6 grandes pérdidas consideradas por el TPM como son:

- **Averías de la maquinaria.** Tanto averías pequeñas que pueden resolverse en una hora, y que ocurren varias a la semana, como averías más serias que pueden interrumpir la producción más de un día. También se incluye el tiempo que se deben parar los equipos para limpieza y mantenimiento preventivo. Estas pérdidas consisten de tiempos muertos y los costos de las partes y mano de obra requerida para la reparación.
- **Preparaciones y ajustes.** Son causadas por cambios en las condiciones de operación, como el empezar una corrida de producción, el empezar un nuevo turno de trabajadores. Estas pérdidas consisten de tiempo muerto, cambio de moldes o herramientas, calentamiento y ajustes de las máquinas.
- **Inactividad y paros menores.** Se trata de pequeñas interrupciones, como son complicaciones en la limpieza de un mecanismo, que se corrigen de inmediato, pero que sumadas dan un porcentaje significativo. Son causadas por interrupciones a las máquinas, atoramientos o tiempo de espera. En general no se pueden registrar estas pérdidas directamente, por lo que se utiliza el porcentaje de utilización (100% menos el porcentaje de utilización), en este tipo de pérdida no se daña el equipo.
- **Velocidad reducida.** Esta pérdida de eficiencia se debe a la reducción de la velocidad de operación. La respuesta más habitual en las empresas es bajar la velocidad, lo que lleva a una pérdida clara de productividad.
- **Defectos de calidad y re trabajos.** Son productos que están fuera de las especificaciones o defectuosos, producidos durante operaciones normales,



“PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO APLICANDO TPM PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE, DEL CECYT 17.”



estos productos, tienen que ser re trabajados o eliminados. Las pérdidas consisten en el trabajo requerido para componer el defecto o el costo del material desperdiciado.

- **Puesta en Marcha o de rendimiento.** Las pérdidas de puesta en marcha son pérdidas de rendimiento que se ocasionan en la fase inicial de producción, desde el arranque hasta la estabilización de la máquina. El volumen de pérdidas varía con el grado de estabilidad de las condiciones del proceso, el nivel de mantenimiento del equipo, la habilidad técnica del operador, etc. Son causadas por materiales desperdiciados o sin utilizar y son ejemplificadas por la cantidad de materiales regresados, tirados o de desecho.

8. Establecimiento de un programa de mantenimiento autónomo para los operadores

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

1. Un claro entendimiento del criterio para juzgar condiciones normales y anormales
2. Un estricto esfuerzo para mantener las condiciones del equipo
3. Una rápida respuesta a las anomalías (habilidad para reparar y restaurar las condiciones del equipo)

9. Preparación de un calendario para el programa de mantenimiento

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



10. Dirigir el entrenamiento para mejorar la operación y las habilidades del mantenimiento.

El entrenamiento consiste en los siguientes temas:

- Técnicas de diagnóstico en general
- Técnicas de diagnóstico para equipo básico
- Teoría de vibración
- Reglas de inspección general
- Lubricación

11. Desarrollo de un programa inicial para la administración del equipo

El cual tendrá como objetivos:

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

12. Implantar completamente y apoyar los objetivos

Empleando las siguientes fases de implantación:

- Planeación y reparación de la implantación de TPM
- Instalación piloto
- Instalación a toda la planta



3.8 Gestión TPM

3.8.1 Concepto de productividad total efectiva de los equipos (PTEE).

La PTEE es una medida de la productividad real de los equipos. Esta medida se obtiene multiplicando los siguientes índices:

$$PTEE = AE \times EGE$$

AE (Aprovechamiento del equipo). Se trata de una medida que indica la cantidad del tiempo calendario utilizado por los equipos. El AE está más relacionado con decisiones directivas sobre uso del tiempo calendario disponible que con el funcionamiento en sí del equipo. Esta medida es sensible al tiempo que habría podido funcionar el equipo, pero por diversos motivos los equipos no se programaron para producir el 100 % del tiempo. Otro factor que afecta el aprovechamiento del equipo es el tiempo utilizado para realizar acciones planificadas de mantenimiento preventivo. El AE se puede interpretar como un porcentaje del tiempo calendario que ha utilizado un equipo para producir.

EGE (Efectividad Global del Equipo). Esta medida evalúa el rendimiento del equipo mientras está en funcionamiento. La EGE está fuertemente relacionada con el estado de conservación y productividad del equipo mientras está funcionando.



3.8.2 Calculo del AE (aprovechamiento del equipo)

Para calcular el AE se tiene que seguir los siguientes pasos:

Establecer el tiempo base de cálculo o tiempo calendario (TC).

Es frecuente en empresas de manufactura tomar la base de cálculo 1440 minutos o 24 horas. Para empresas de procesos continuos que realizan inspección de planta anual, consideran el tiempo calendario como (365 días * 24 horas).

Obtener el Tiempo Total No Programado.

Si una empresa trabaja únicamente dos turnos (16 horas), el tiempo de funcionamiento no programado en un mes será de 240 horas.

Obtener el Tiempo de Paradas Planificadas.

Se suma el tiempo utilizado para realizar acciones preventivas de mantenimiento, descansos, reuniones programadas con operarios, reuniones de mejora continua, etc.



Calcular el tiempo de funcionamiento (TF).

Es el total de tiempo que se espera que el equipo o planta opere. Se obtiene restando del TC, el tiempo destinado a mantenimiento planificado y tiempo total no programado.

TF= Tiempo calendario – (Tiempo total no programado + Tiempo de paradas planificadas)

Cálculo del AE.

Se obtiene dividiendo el TF por el TC. Representa el porcentaje del tiempo calendario que realmente se utiliza para producir y se expresa en porcentaje:

$$AE = (TF/TC) \times 100$$

3.8.3 Cálculo de la (EGE).

Este indicador muestra las pérdidas reales de los equipos medidas en tiempo. Este indicador posiblemente es el más importante para conocer el grado de competitividad de una planta industrial. Está compuesto por los siguientes tres factores:



“PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO APLICANDO TPM PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE, DEL CECYT 17.”



- **Disponibilidad:** mide las pérdidas de disponibilidad de los equipos debido a paradas no programadas.
- **Eficiencia de rendimiento:** Mide las pérdidas por rendimiento causadas por el mal funcionamiento del equipo, no funcionamiento a la velocidad y rendimiento original determinada por el fabricante del equipo o diseño.
- **Índice de calidad:** Estas pérdidas por calidad representan el tiempo utilizado para producir productos que son defectuosos o tienen problemas de calidad. Este tiempo se pierde, ya que el producto se debe destruir o re-procesar. Si todos los productos son perfectos, no se producen estas pérdidas de tiempo del funcionamiento del equipo.

El cálculo de la EGE se obtiene multiplicando los anteriores tres términos expresados en porcentaje.

$$\text{EGE} = \text{Disponibilidad} \times \text{Eficiencia de rendimiento} \times \text{Índice de Calidad.}$$

Este índice es fundamental para la evaluación del estado general de los equipos, máquinas y plantas industriales. Sirve como medida para observar si las acciones del TPM tienen impacto en la mejora de los resultados de la empresa.

3.8.4 ¿PORQUE ES IMPORTANTE EL EGE?

La EGE es un índice importante en el proceso de introducción y durante el desarrollo del TPM. Este indicador responde elásticamente a las acciones



“PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO APLICANDO TPM PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE, DEL CECYT 17.”



realizadas tanto de mantenimiento autónomo, como de otros pilares TPM. Una buena medida inicial de EGE ayuda a identificar las áreas críticas donde se podría iniciar una experiencia piloto TPM. Sirve para justificar a la alta dirección sobre la necesidad de ofrecer el apoyo de recursos necesarios para el proyecto y para controlar el grado de contribución de las mejoras logradas en la planta.

El EGE permite priorizar entre varios proyectos, aquellos más significativos en la mejora de la planta. Dependiendo del tipo de pérdida, ya sea de calidad, rendimiento o disponibilidad, podremos priorizar para cada equipo la incidencia de el pilar TPM para cada caso. Esto es, si un equipo tiene pérdidas significativas de calidad y estas afectan el EGE, será necesario realizar acciones Kaizen orientadas a eliminación de defectos, empleando técnicas tradicionales de calidad. Si un equipo es nuevo y su EGE no es el esperado, será necesario utilizar acciones Kaizen para identificar problemas de diseño u otras acciones relacionadas con las variables de proceso. La mejora del equipo y las acciones de mantenimiento autónomo aportarán buenos beneficios en aquellos equipos que llevan varios años en producción.

Las cifras que componen el EGE nos ayudan a orientar el tipo de acciones TPM y la clase de instrumentos que debemos utilizar para el estudio de los problemas y fenómenos. El EGE sirve para construir índices comparativos entre plantas (benchmarking) para equipos similares o diferentes.

En aquellas líneas de producción complejas se debe calcular el EGE para los equipos componentes. Esta información será útil para definir en el tipo de equipo en el que hay que incidir con mayor prioridad con acciones TPM. Algunos directivos de plantas consideran que obtener un valor global EGE para una proceso complejo o una planta no es útil del todo, ya que puede combinar



“PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO APLICANDO TPM PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE, DEL CECYT 17.”



múltiples causas que cambian diariamente y el efecto de las acciones TPM no se logran apreciar adecuadamente en el EGE global. Por este motivo, es mejor obtener un valor de EGE por equipo, con especial atención en aquellos que han sido seleccionados como piloto o modelo.

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



Capítulo 4

Diagnóstico de la situación actual de
área de producción de la empresa.



4.1 Situación actual del sistema de distribución de agua del Cecyt 17.

Para conocer la situación actual del sistema de distribución de agua del Cecyt 17 se hace a través de la observación ya que no existe ningún historial de los equipos, no existe ningún programa de mantenimiento y solo se han hecho prácticas de mantenimiento correctivo en la bomba de agua.

Esta institución se inauguró en agosto de 1999 tiene casi 11 años y no existe un programa de mantenimiento para las diferentes áreas de la misma.

EL Agua.

EL agua que viene de la red municipal llega por una tubería de media pulgada de diámetro, donde el encargado de servicios auxiliares la abre y cierra manualmente para llenar la cisterna de 40,000 litros de capacidad el diseño original tenía un flotador que nunca funcionó y se cambió por la válvula de nariz que se opera manualmente.

Una bomba de 1 HP envía el agua a unos tinacos elevados (6 tinacos de la marca rotoplas de 1100 litros cada uno, actualmente 2 están sellados por que presentan muchas fugas. Esta bomba tenía originalmente un sistema automático de encendido que se activaba cuando el nivel de los tanques bajaba considerablemente que nunca funcionó y lo eliminaron.

La tubería que se utiliza para subir el agua a los tanques elevados es la misma que se utiliza para distribuirla, después de la bomba tiene una válvula check para evitar el flujo inverso del agua. La salida de la bomba de agua es de una pulgada y media de diámetro y después aumenta de diámetro a dos pulgadas y media hasta llegar a los tanques elevados.



“PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO APLICANDO TPM PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE, DEL CECYT 17.”



Esta tubería presenta muchas fugas en la parte que está enterrada en el suelo, ocasionando que la bomba funcione más tiempo de lo normal, ocasionando pérdida de energía eléctrica y de agua.

Finalmente el agua cae por gravedad por la misma tubería por la que sube y alimenta los baños de hombres, mujeres y el laboratorio de usos múltiples.

En el baño de hombres existen muchas fugas en los tanques de los sanitarios ya que no están bien regulados y se escapa el agua al drenaje, también los alumnos de la escuela que utilizan este servicio dejan abiertas las válvulas de los lavabos.

En el baño de mujeres pasa lo mismo que en el baño de hombres.

En el laboratorio de usos múltiples existen 19 válvulas para realizar prácticas de laboratorio, existen 5 válvulas que presentan fugas.

Para tener una mejor perspectiva de cómo está integrado este sistema de distribución de agua, a continuación se presentan una descripción de sus componentes para su buen funcionamiento.

Tabla 4.1 descripción de los componentes del sistema de distribución de agua

COMPONENTES	DESCRIPCION.
Cisterna	Almacena agua para distribuirla
Válvula check de 1 1/2 “	Evita el flujo inverso de la cisterna a la bomba
Motobomba de 1 hp	Sirve para subir el agua de la cisterna a los tanques elevados.
Válvula check de 1 ¼ ”	Evita el flujo inverso de la bomba a los tanques elevados.
Válvula de compuerta de 1 ¼ (2 piezas)	Válvulas de paso para conectar la tubería del laboratorio de usos múltiples y los sanitarios



“PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO APLICANDO TPM PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE, DEL CECYT 17.”



	de hombres y mujeres
Válvula de compuerta de 2 ½ “	Sirve como válvula de paso que está instalada cerca del conjunto de tinacos.
Tinacos. (6 piezas) de 1100 litros cada uno	Sirven para almacenar agua, están instalados en la parte superior del edificio.
Válvulas del laboratorio (19 piezas)	Suministran agua en las mesas y áreas de trabajo del laboratorio para que los alumnos realicen sus prácticas.
Herrajes para sanitarios (11 piezas)	Válvulas suministran agua a los tanques de los sanitarios.
Válvulas para lavabo (12 piezas)	Suministran agua para lavarse las manos.
Válvula de nariz de ½”	Sirve para válvula de paso para llenar la cisterna

4.2 Diagrama de causa y efecto

Gracias a la información obtenida y con la ayuda de Diagramas de Ishikawa o Diagramas de Causa y Efecto, se presenta el siguiente diagnostico de la situación actual del sistema de distribución de agua, en el cual podemos identificar y analizar causas probables que provocan los problemas.

Diagrama de causa y efecto para identificar las causas que estén provocando la falta de suministro de agua



Fig. 4.2(a) Diagrama de causa y efecto “falta de suministro de agua”



“PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO APLICANDO TPM PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE, DEL CECYT 17.”



Tabla 4.2 (a) interpretación de la falta de suministro de agua en el sistema de distribución de agua

Interpretación del Diagrama Anterior

FALTA DE SUMINISTRO DE AGUA EN EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA	
EQUIPOS	Debido a que no existe un programa de mantenimiento para este sistema, los equipos (válvulas y tubería) ya están muy deteriorados y presentan fugas, ocasionando que el agua que se sube a los tinacos elevados no tarde, cuando se estrenó este sistema, solo se bombeaba una vez por día y el agua daba para todo el turno, actualmente se sube agua de dos a tres veces por turno, los tanques rápidos se vacían y algunos ya no están funcionando.
PERSONAL	El encargado de servicios generales, entra a trabajar a las 12:00 am y el turno escolar empieza a las 7:00 am, entre las 7:00 y las 12:00 cualquier persona acciona la bomba, (alumnos, docentes, personal administrativo) ocasionando olvido al apagarla, o si se acaba el agua no se que no se prenda la bomba, los sanitarios se ensucian.
ORGANIZACIÓN	No existe un análisis de puestos en la institución para asignar responsabilidades en las áreas de trabajo, mucho menos en las actividades de mantenimiento, por lo que no se hacen presupuestos, estimaciones, control de inventarios para refacciones. También en caso de una reparación de la bomba, se tiene que llevar a un taller externo, fuera de la comunidad, normalmente se hace en Frontera Comalapa quedando el trabajo a las condiciones de tiempo que el taller externo ofrezca.
REFACCIONES	Por las condiciones anteriores no se tiene un stock de refacciones mínimas para operaciones de mantenimiento, y como solo se practica el mantenimiento correctivo, las refacciones se compran, cuando se necesitan.
AVERIAS	Por fugas en las válvulas, en la tubería que está enterrada en el suelo y por algunas averías esporádicas como cambiar el capacitor de la bomba
VELOCIDAD REDUCIDA	El flujo de agua disminuye por aumentar el rozamiento en las tuberías y la pérdida de velocidad de la bomba por falta de mantenimiento

Diagrama de causa y efecto para identificar las causas que estén provocando los altos costos de mantenimiento.

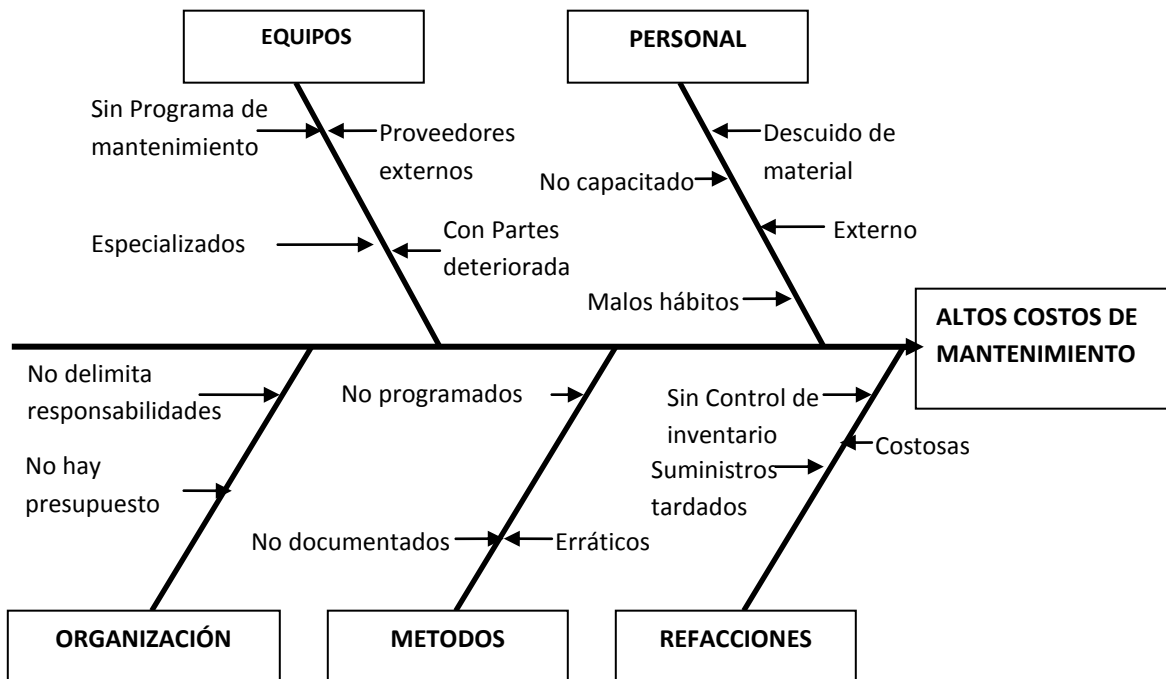


Fig. 4.2 (b) Diagrama de causa y efecto “altos costos de mantenimiento”

Como se puede observar gracias a la ayuda de éste diagrama podemos visualizar algunas causas que están provocando los problemas que se presentan actualmente en El Sistema de Distribución de Agua del Cecyt 17.

Tabla 4.2 (b) interpretación de los altos costos de mantenimiento en el sistema de distribución de agua

Interpretación del Diagrama Anterior

ALTOS COSTOS DE MANTENIMIENTO EN EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA	
EQUIPOS	Los paros inadecuados que se presentan en el suministro de agua se debe a que los equipos no cuentan con un programa de mantenimiento y a que algunas de sus piezas ya están deterioradas y al no llevar a cabo un historial que proporcione información detallada del estado en que se encuentran, el encargado de servicios no se percatan de estos problemas y por lo tanto estos siguen trabajando con los equipos a un ritmo normal hasta que estos presentan alguna falla, lo que a la vez ocasiona altos costos por mantenimiento correctivo.
PERSONAL	El personal encargado del suministro de agua no se encuentra motivado y por lo tanto comprometido para realizar acciones de mantenimiento, debido a que no se les proporciona una capacitación adecuada para mantener en condiciones óptimas el buen funcionamiento de los equipos, y para que ellos desarrollen habilidades de análisis en el momento en que se presente algún problema y así poder controlarlos. Existe falta de comunicación entre personal de mantenimiento y la dirección de la escuela, así como también se presentan malos hábitos por parte del personal ya que en ocasiones no se tiene un cuidado especial con los equipos, refacciones y materiales utilizados durante alguna acción de mantenimiento.
ORGANIZACIÓN	En cuanto a la organización se puede observar que el encargado de servicios que es la persona encargada de arrancar la bomba para subir el agua entra a trabajar entra a las 12 del día por las demás actividades de mantenimiento, por lo que si es necesario subir agua antes de esta hora, cualquier persona (docente, alumnos o personal administrativo) acciona la bomba, se olvida apagarla, se derrama a veces mucha agua. Esto ocasiona que la organización no se percate de todos los problemas que se presentan y por lo tanto no realice un análisis detallado sobre los gastos que deban o no ser parte del presupuesto de mantenimiento.



“PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO APLICANDO TPM PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE, DEL CECYT 17.”



REFACCIONES	Debido a que esta institución no cuenta con un programa de mantenimiento, no hay insumos ni herramientas para las actividades de mantenimiento. La falta de refacciones en el momento de reparar los equipos provoca que a menudo se adquiera refacciones de baja calidad, lo cual a la vez también genera mayores costos ya que al poco tiempo los problemas persisten. Además no existen en la localidad, ferreterías grandes para comprar refacciones en el momento que la falla ocurra.
MÉTODOS	Los métodos o procedimientos que se tienen para realizar acciones de mantenimiento en ocasiones son inadecuados ó no son confiables debido a que no existe un programa de mantenimiento , ya que no se tiene un procedimiento programado de los trabajos y acciones de mantenimiento preventivo que se deben realizar en el área de distribución de agua para abatir ciertos tipos de problemas que se puedan presentar.

4.2.1 Diagnostico de la situación actual de la empresa

Como se puede observar gracias a la ayuda de la información obtenida de los diagramas anteriores, se observa que el tipo de mantenimiento que utiliza la empresa es el correctivo, ya que este se presenta cuando ocurre una falla o avería, es decir, solo actúan cuando se presenta un problema en esta área , lo que ocasiona costos elevados de mantenimiento debido a que en ocasiones no se cuenta con refacciones o materiales disponibles para dicha intervención, lo que a la vez genera falta de suministros de agua cuando se requiera.

El realizar solamente este tipo de mantenimiento trae consigo las siguientes consecuencias:



“PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO APLICANDO TPM PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE, DEL CECYT 17.”



- Paros no previstos en el suministro de agua.
- Afecta a los alumnos que en ocasiones suspendan sus prácticas de laboratorio, ya que el vital líquido no llega al laboratorio, los sanitarios de hombres y mujeres los alumnos los usan y le echan agua con una cubeta, ocasionando que rápidamente se ensucien.
- Presentan costos altos por reparación y repuestos no presupuestados.

Por lo anterior se cree conveniente crear un programa de mantenimiento aplicando TPM, con el cual se pueda abatir las causas principales que generan los paros inadecuados de los equipos así como los costos elevados por su reparación, a través de programas de mantenimiento preventivo y de un cambio de cultura laboral.

4.3 Identificación de las seis grandes pérdidas en el sistema de distribución de agua

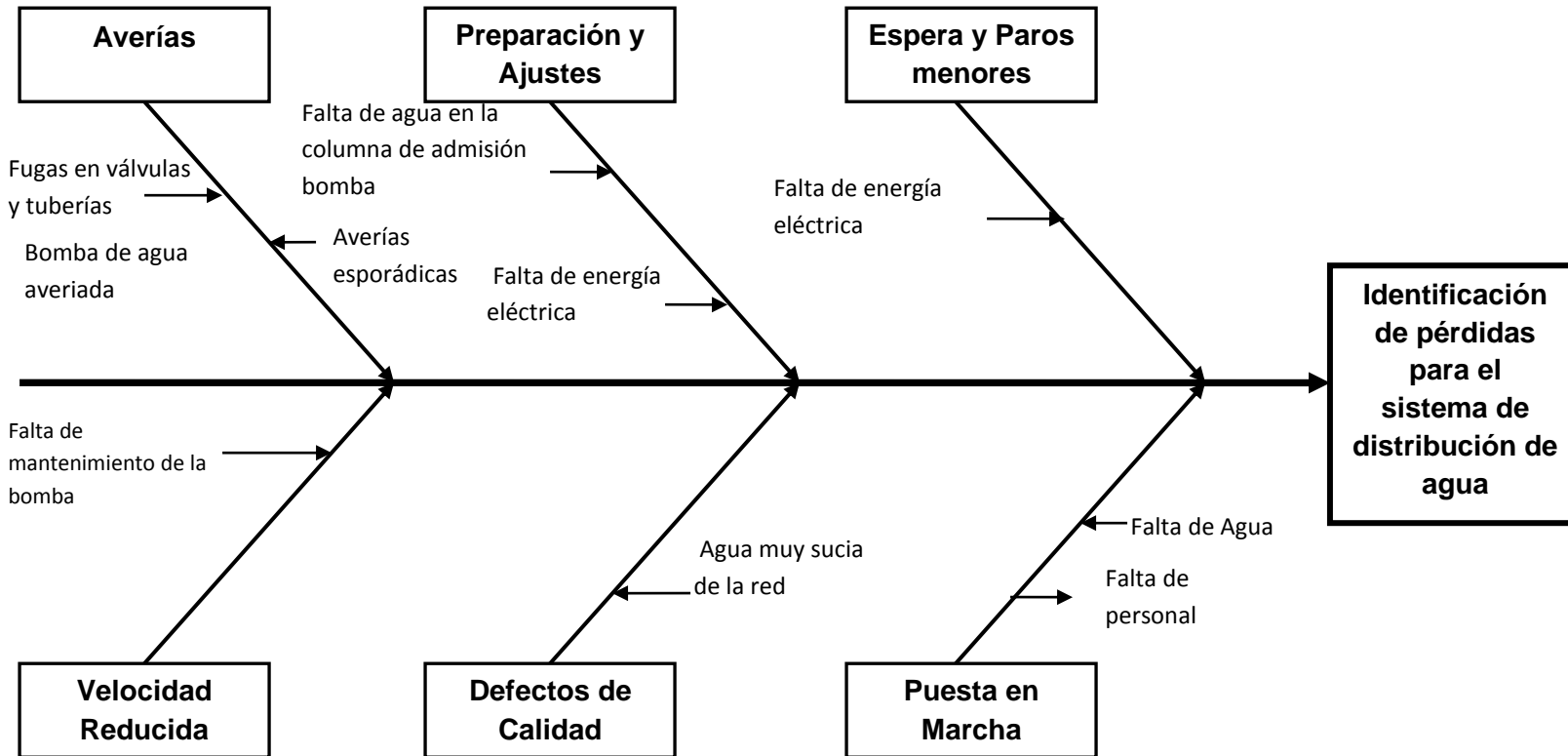


Fig 4.3 Identificación de las seis grandes pérdidas en el sistema de distribución de agua

Tabla 4.3 Interpretación del diagrama de causa y efecto de las 6 grandes pérdidas

Interpretación del Diagrama Anterior

LAS 6 GRANDES PÉRDIDAS EN EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA	
PÉRDIDAS POR AVERÍAS	La mayoría de las averías que se presentan en los equipos de producción no se detectan a tiempo, normalmente ocurren de forma esporádica cuando se avería la bomba provocadas por el uso constante de los equipos. Este tipo de averías disminuye la disponibilidad de los equipos. También porque hay muchas fugas en las válvulas y tuberías
PÉRDIDAS POR PREPARACIÓN Y AJUSTES	No se abastece de agua por que la columna de admisión no está llena o porque, acá en esta zona es muy común que a cualquier hora falte el suministro de agua.
PÉRDIDAS POR ESPERA Y PAROS MENORES	La principal pérdida de tiempo se debe por la falta de energía en esta zona, es muy común que esto pase.
PÉRDIDAS POR VELOCIDAD REDUCIDA	Las pérdidas por velocidad reducida se debe a que la bomba no se le ha dado mantenimiento y la velocidad de trabajo es muy inferior a la velocidad especificada por el fabricante, además la tubería presenta muchas fugas en la parte que está enterrada
PÉRDIDAS POR DEFECTOS DE CALIDAD	Las principales pérdidas que se presentan por defectos de calidad se deben, a la presencia de suciedad en agua de la red municipal.
PÉRDIDAS POR PUESTA EN MARCHA	Se presentan algunas pérdidas al poner en marcha los equipos debido a que tiene que pasar un tiempo para estabilizarse, ó que al momento de arrancar con el proceso hace falta suministros como agua, tapas ó sellos.



4.4 Indicadores

Como el sistema de distribución de agua del Cecyt 17 sirve principalmente para subir agua a los tinacos para el servicio del laboratorio, sanitarios hombres y mujeres, para ello se utiliza una bomba de agua con las siguientes características:

- Potencia de 1 hp
- Q (caudal) máx. 108 litros/min.
- H (altura máx.) 9 m.
- Succión 7 m
- RPM 3500

En la azotea del edificio hay 6 tinacos de 1100 litros interconectados, de los cuales solo 4 funcionan, los otros 2 están fuera de servicio por lo que se suben 4400 litros. Por lo que el cálculo de la disponibilidad es por un ciclo.

- Tiempo de operación para llenar los 4400 litros es de 40.74 min.(especificaciones del fabricante)
- Tiempo para preparar los equipos: 0.50 min.
- Tiempo de paros por averías en los equipos: 3 min.
- Producción diseñada: 4400 litros.
- Producción real: 4400 en 63 min.
- Total de producto defectuoso:0

4.4.1 El cálculo de la disponibilidad del equipo

El cálculo de la disponibilidad del equipo se obtiene mediante la siguiente fórmula:



“PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO APLICANDO TPM PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE, DEL CECYT 17.”



$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo Operativo}}{\text{Tiempo Neto Disponible}}$$

$$\text{Disponibilidad} = \frac{40.74 \text{ min}}{63.00 \text{ min}}$$

$$\boxed{\text{Disponibilidad} = 64.66\%}$$

4.4.2 Cálculo de la Eficiencia del desempeño de los equipos:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Producción Real}}{\text{Producción Diseñada}}$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{4400 \text{ litros}}{6600 \text{ litros}}$$



$$\text{Eficiencia} = 66.66 \%$$

4.4.3 Cálculo de la Calidad de los productos:

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Partes Producidas} - \text{Total de partes defectuosas}}{\text{Partes Producidas}}$$

$$\text{Calidad} = \frac{4400-0}{4400}$$

$$\text{Calidad} = 100\%$$

4.5 Cálculo de la efectividad global del equipo.

Para obtener la efectividad global del equipo se calcula de la siguiente forma:

$$\text{EGE} = \text{Disponibilidad} \times \text{Eficiencia} \times \text{Calidad}$$



“PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO APLICANDO TPM PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE, DEL CECYT 17.”



$$\text{EGE} = 0.64 \times 0.66 \times 100$$

$$\text{EGE} = 42.24 \%$$

La eficiencia total del sistema de distribución de agua es de 42.24%

De donde, la eficiencia total mínima a lograr debe ser igual o superior a un ochenta y cinco por ciento. Ya que las condiciones ideales a obtener deben ser de la siguiente forma:

Mínima disponibilidad del equipo	90%
Eficiencia del desempeño	95%
Porcentaje de productos de calidad	100%

El implementar un programa TPM ayuda a elevar el nivel de la eficacia del equipo mejorando los factores antes mencionados.

- La Disponibilidad Operativa: Se mejora con la eliminación de averías, pérdidas en la preparación, ajustes y otros.
- El Rendimiento: Puede ser mejorado con la eliminación de las pérdidas de velocidad, paradas menores y tiempos muertos.
- La Calidad: Se mejora con la eliminación de defectos de calidad en el proceso y durante la puesta en marcha.



Capítulo 5

Propuesta del programa de mantenimiento aplicando TPM.



5.1. Programa de sensibilización para cambio de actitud

Objetivo general

Aplicar este eficaz y práctico programa de mantenimiento, ayudando a la Institución y al personal encargado de utilizar el equipo, a evitar, reducir, y en su caso reparar las fallas, alcanzando y prolongando la vida útil del bien, logrando así mayor productividad.

Objetivos específicos

Involucrar a todo personal de la escuela, en especial al encargado de equipos, fortalecer el trabajo en equipo, con el fin de disminuir paros inadecuados en producción así como disminuir los costos por mantenimiento correctivo, con la finalidad de estar en altos niveles competitivos.

Sensibilización del personal

Para la adecuada implementación de este programa se requiere de un cambio de cultura laboral ya que el TPM busca fortalecer el trabajo en equipo, incrementar la moral en el trabajador, crear un espacio donde cada persona pueda aportar lo mejor de sí, todo esto, con el propósito de hacer del sitio de trabajo un entorno creativo, seguro, productivo y donde trabajar sea realmente grato por lo que se requiere de la participación de todo el personal, desde la dirección de la escuela hasta los encargados de servicios auxiliares de la misma, ya que incluir a todos y cada uno de ellos permite garantizar el éxito del objetivo.



“PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO APLICANDO TPM PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE, DEL CECYT 17.”



El TPM se apoya en la filosofía en donde el personal de producción es quien se encarga de realizar tareas básicas de mantenimiento a su equipos, por ello es importante sensibilizar al personal tanto de producción como de mantenimiento ya que por lo general existe resistencia al cambio por algo nuevo, por lo que se debe informar al personal mediante cursos, no solamente sobre las responsabilidades si no que también los beneficios que obtendrán con la implementación de este nuevo programa. Así como también se debe capacitar al personal en temas relacionados con mantenimiento básico, todo esto se realizará en un horario establecido por la organización para no afectar el funcionamiento normal de las actividades de la empresa.

El Mantenimiento Productivo Total es un nuevo enfoque administrativo de gestión del mantenimiento industrial, que permite establecer estrategias para el mejoramiento continuo de las capacidades y procesos actuales de la organización, para tener equipos de producción siempre listos por ello de la importancia de llevar a cabo este programa, de manera adecuada.

Campaña educacional introductoria para el TPM

Como en toda ejecución de un nuevo programa se requiere de la realización de cursos de capacitación para obtener los resultados deseados, es por eso que para la implementación del TPM, se requiere de una campaña educacional para los diversos niveles de la empresa, con el fin de familiarizarse con el programa y obtener un buen desempeño en la realización de este.

Principalmente se debe de llevar a cabo los siguientes cursos y capacitaciones:

- Sensibilización del uso adecuado del agua a los alumnos de la escuela
- Introducción al Mantenimiento Productivo Total
 - Objetivos



“PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO APLICANDO TPM PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE, DEL CECYT 17.”



- Beneficios
- Capacitación del proceso de distribución del agua
- Políticas y Valores de la Escuela
- Curso sobre los diferentes tipos de mantenimiento que se realizan en las áreas de la escuela:
 - Preventivo
 - Predictivo
 - Correctivo
- Capacitación en el trabajo dentro de la empresa:
 - Conocimientos básicos en electricidad
 - Conocimientos básicos en limpieza y lubricación
- Temas relacionados con la Seguridad en el trabajo.

5.1.1 Capacitación con base al inventario operario-destreza


Justificación

Para lograr los objetivos del mantenimiento autónomo, es necesario que el operario, tenga algunos conocimientos básicos del manejo del equipo, diagnosticar fallas en los equipos, conocimientos de electricidad, mecánica y seguridad e higiene; al realizar una evaluación al operario en los aspectos anteriores nos permitirá encontrar sus fortalezas y sus debilidades para poder diseñar un curso de capacitación que atienda con toda precisión los conocimientos y las habilidades o destrezas que le falten.

1. Propósito

Establecer el nivel de destreza que tienen los operarios y mejorarlo a través del programa de capacitación como se muestra en la tabla 5.1

Tabla 5.1 Formato para el inventario operador- destrezas

 CECyTECH	Nombre del documento: Formato para inventario Operador-Destrezas		Revisión: 1
	Referencia: Programa de Capacitación		Página 64
Nivel de destreza requerido	Aspecto de trabajo	Operario 1	
		Nivel de destreza calificado	Adición
4	Manejo del equipo	2	2
4	Diagnóstico del equipo	1	3
3	Electricidad	1	2
3	Mecánica	1	2
4	Reglas de seguridad e higiene	2	2
TOTALES			11

Definición de niveles:

1 = Carece de conocimiento teórico y habilidad práctica

2 = Posee teoría pero carece de habilidad práctica

3 = Carece de teoría pero posee habilidad práctica

4 = Posee teoría y posee habilidad práctica

En base al formato, se puede apreciar que el encargado del sistema de distribución de agua (operario) en lo que se refiere al diagnóstico del equipo se



encuentra en el nivel 1 por lo que es donde hay que iniciar con la capacitación ya que le faltan 3 puntos para lograr lo ideal.

5.1.2 Metodología 5 ‘S

Es necesario planificar las acciones que se deben realizar previamente al lanzamiento oficial del proceso 5S como programa de una empresa, planta o sección de trabajo. En este punto, pretendemos obtener una lista de verificación de los aspectos a considerar en el plan previo.

5.2 Programa de mantenimiento autónomo

Para el desarrollo del programa de mantenimiento autónomo, como primer recurso, es necesario formar un grupo de proyecto, donde se involucre al personal encargado del sistema de distribución de agua y los directivos, con el fin de unir fuerzas desde las etapas iniciales de la creación del sistema TPM, esto nos conduce a una mayor exactitud en la detención de problemas.

Justificación

Para cualquier sistema de producción de un bien o un servicio es de vital importancia la maquinaria y equipo utilizados ya que son elementos indispensables para el logro de sus objetivos, por lo que es necesario en la actualidad conservarlos en buen estado y prolongar la vida útil de los mismos a través de un programa de mantenimiento; donde no solo se involucre el área de mantenimiento si no también involucrar a todo el personal de la institución.

Ya que el mantenimiento autónomo es una de las actividades inherentes del TPM se pretende que el operario de producción se involucren en las actividades de



“PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO APLICANDO TPM PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE, DEL CECYT 17.”



mantenimiento diarias y en actividades de mejora que eviten el deterioro acelerado del equipo.

Por lo anteriormente expuesto se considera necesario iniciar el programa de TPM con este pilar ya que la concientización del personal considero que es una actividad difícil pero fundamental para el logro de los objetivos planteados en el TPM.

Mantenimiento autónomo

El mantenimiento autónomo está compuesto por un conjunto de actividades que se realizan diariamente por los operarios, las actividades a realizar son las siguientes:

- Inspección general de los equipos
- Limpieza inicial
- Lubricación de equipos
- Ajustes menores

➤ **Beneficios del Mantenimiento autónomo**

- Mejora las inspecciones de rutina y el mantenimiento de la maquinaria.
- Ayuda a mejorar las condiciones del equipo mediante la identificación y el control de los factores que contribuyen a su mal funcionamiento.



Grupos autónomos

Debido a que el personal que le da mantenimiento a este equipo es el encargado de servicios, que depende directamente del jefe de oficina, que es la persona que lleva las finanzas de la escuela, y se trabaja con un solo turno, es una limitante para poder crear los grupos autónomos.

5.2.1 Estandarización de lubricantes

La selección de un lubricante depende de la gama de temperatura, la velocidad de rotación y las condiciones ambientales y de funcionamiento.

La principal función de un lubricante es formar una película que separe los componentes del rodamiento en movimiento, reduciendo el rozamiento y el desgaste.

Lubricación con grasa.

La grasa es el lubricante más ampliamente utilizado para los rodamientos. Una grasa lubricante se define como la dispersión semilíquida a sólida de un agente espesante en un líquido (aceite base). Se compone de una mezcla de hasta un 90% de aceite mineral o aceite sintético y un espesante. En casi el 90% de todas las grasas el espesante es un jabón metálico que se forma cuando un hidróxido de metal reacciona con un ácido graso.

Variando el jabón, el aceite y el aditivo, es posible producir diferentes grasas para una extensa variedad de aplicaciones.

Debido al tamaño del rodamiento de la bomba de agua y del motor, de la temperatura a la que trabajan y la carga a la que se someten, se recomienda una grasa SKF LGMT2

También se recomienda usar aceite 3 en 1 para lubricar la flecha de la bomba.

5.2.2 Programa mensual de limpieza. Se muestra a continuación en la tabla 5.2
Tabla 5.2.2 (a) programa mensual de limpieza

COLEGIO DE ESTUDIOS CIENTIFICOS Y TECNOLOGICOS N° 17																															
PROGRAMA MENSUAL DE LIMPIEZA PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA																															
HOJA 1 DE 2																															
EQUIPO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA		DIA																											
				L	M	M	J	V			L	M	M	J	V			L	M	M	J	V			L	M	M	J	V		
CISTERNA	CLORAR EL AGUA	semanal	P	■																											
			R																												
MOTOBOMBA	LIMPIEZA DE LA CARCASA	Semanal	P					■																							
			R																												
VALVULAS PARA LABORATORIO	Limpieza	Diario	P	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■		■	■	■	■	■		■	■	■	■	■					
			R																												
VALVULAS PARA LAVAVO Y LAVABOS	Limpieza	Diario	P	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■		■	■	■	■	■		■	■	■	■	■					
			R																												
HERRAJES PARA SANITARIOS	Limpieza	Mensual	P																												
			R																												
AREA DE LA MOTOBOMBA	LIMPIEZA	SEMANAL	P	■																											
			R																												



“PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO APLICANDO TPM PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE, DEL CECYT 17.”



EQUIPO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA		DIA																											
				L	M	M	J	V				L	M	M	J	V				L	M	M	J	V							
AREA DE TANQUES DE BAÑOS DE HOMBRES Y MUJERES	LIMPIEZA	SEMANTAL	P																												
			R																												
TANQUES DE BAÑOS DE HOMBRES Y MUJERES	LIMPIEZA	SEMANTAL	P																												
			R																												



Debido a las características del sistema de distribución de agua se propone un programa anual de limpieza que se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 5.2.2 (b) Programa anual de limpieza

COLEGIO DE ESTUDIOS CIENTIFICOS Y TECNOLOGICOS N° 17																											
PROGRAMA ANUAL DE LIMPIEZA PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA																											
HOJA 2 DE 2																											
EQUIPO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA		MES																							
				ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEP.		OCT.		NOV.		DIC.	
				1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
CISTERNA	LIMPIEZA	ANUAL	P																								
			R																								
VALVULA SHECK DE 1 ¼ “	LIMPIEZA	ANUAL	P																								
			R																								
TINACOS	LIMPIEZA	SEMESTRAL	P																								
			R																								

5.2.3. Programa de lubricación

Se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 5.2.3 Programa de lubricación.

<p align="center">COLEGIO DE ESTUDIOS CIENTIFICOS Y TECNOLÓGICOS N° 17 DEPARTAMENTO DE SERVICIOS GENERALES PROGRAMA DE LUBRICACIÓN PARA EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA VÁLVULAS PARA LAVABO.</p>			
EQUIPO	COMPONENTE A LUBRICAR	LUBRICANTE	FRECUENCIA
VALVULAS PARA LAVABO	VÁSTAGO QUE SOSTIENE LA LLAVE	GRASA	ANUAL

<p align="center">COLEGIO DE ESTUDIOS CIENTIFICOS Y TECNOLÓGICOS N° 17 DEPARTAMENTO DE SERVICIOS GENERALES PROGRAMA DE LUBRICACIÓN PARA EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA MOTO BOMBA.</p>			
EQUIPO	COMPONENTE A LUBRICAR	LUBRICANTE	FRECUENCIA
MOTOR ELECTRICO	BUJE TRASERO	GRASA SKF LGMT2	ANUAL
BOMBA	FLECHA JUNTO AL RETEN	ASEITE 3 EN 1	SEMANAL



5.2.4 Programa de ajustes

COLEGIO DE ESTUDIOS CIENTIFICOS Y TECNOLOGICOS N° 17		
AREA DE MANTENIMIENTO		
PROGRAMA DE AJUSTES.		
DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD	FRECUENCIA

Tabla 5.2.4 Tabla del programa de ajustes.

MOTOBOMBA	Checar que no existan fugas de agua en la válvula	DIARIO
	Checar que la válvula check de la cisterna de 2 ½ “ funciona correctamente	SEMANAL
	Checar que la válvula check de 1 ¼ “ funciona correctamente	SEMANAL
	Checar el sonido de la bomba área del balero	QUINCENAL
VALVULAS DE LABORATORIO	verificar que no existan fugas de agua	DIARIO
	verificar el estado físico de las válvulas	MENSUAL
TANQUES PARA LAS TASAS	Checar el sello entre la rana y la base	MENSUAL
	Checar niveles de agua	MENSUAL
	Checar fugas de agua.	MENSUAL.

5.2.5 Estandarización de procedimientos

Tabla 5.2.5 Estandarización de procedimientos.

COLEGIO DE ESTUDIOS CIENTIFICOS Y TECNOLOGICOS N° 17 AREA DE MANTENIMIENTO PROCEDIMIENTO PARA REVISAR LA BOMBA	
	1.-Aflojar tuerca unión en la línea admisión de la bomba

	2.-Aflojar la tuerca unión de la salida de la bomba
	3.-Quitar tornillos de la base de la bomba (49)
	4.-Quitar tornillos que sujetan tapa delantera de la bomba,
	5.-Revisar y limpiar el impulsor, el reten y la junta de asbesto.
	6.-Quitar tornillos que sujetan las tapas del motor eléctrico
	7.-Revisar buje trasero y balero de bolas (gitar balero para checar ruido). Engrasar buje trasero.
	8.-En un proceso inverso armar el motor y la bomba
	9-Instalarla en el lugar de trabajo.

<p>COLEGIO DE ESTUDIOS CIENTIFICOS Y TECNOLOGICOS N° 17</p> <p>AREA DE MANTENIMIENTO</p> <p>PROCEDIMIENTO PARA REVISAR LAS VALVULAS DE PASO</p>	
	1.-con una llave española de la medida adecuada aflojar el prensa estopa de la válvula.
	2.- con una llave española de la medida adecuada desmontar la torre de la válvula.
	3.- limpiar el la compuerta del vástago y la base de la válvula. Limpiar las partes internas de la válvula
	4.- checar el empaque de la válvula
	5.- montar la torre de la válvula
	6.- apretar el prensa estopa.

<p>COLEGIO DE ESTUDIOS CIENTIFICOS Y TECNOLOGICOS N° 17</p> <p>AREA DE MANTENIMIENTO</p> <p>PROCEDIMIENTO PARA REVISAR VALVULAS DE LABORATORIO.</p>	
	1.-con una llave española de la medida adecuada aflojar el

	prensa estopa de la válvula.
	2.- con una llave española de la medida adecuada desmontar la torre de la válvula.
	3.- limpiar el asiento del vástago y la base de la válvula. Limpiar las partes internas de la válvula
	4.- checar el empaque de la válvula
	5.- montar la torre de la válvula
	6.- apretar el prensa estopa.
	7.- desmontar el conector superior de la válvula
	8.- limpiar el conector
	9.- montar el conector

COLEGIO DE ESTUDIOS CIENTIFICOS Y TECNOLOGICOS N° 17 AREA DE MANTENIMIENTO PROCEDIMIENTO PARA HERRAJES DE LOS TANQUES	
	1.- Desmontar la válvula de alimentación de agua
	2.-limpiar la válvula de alimentación.
	3.- quitar el flotador
	4.-Desmontar la rana
	5.- limpiar las partes
	7.- instalar nuevamente los componentes

COLEGIO DE ESTUDIOS CIENTIFICOS Y TECNOLOGICOS N° 17 AREA DE MANTENIMIENTO PROCEDIMIENTO PARA REVISAR LAS VALVULAS DE LAVABO.	
	1.-Con un desarmador de cruz aflojar el tornillo que está en la parte superior de la válvula..
	2.- con una llave española de la medida adecuada desmontar la



	torre de la válvula.
	3.- limpiar el la compuerta del vástago y la base de la válvula. Limpiar las partes internas de la válvula
	4.- checar el empaque de la válvula
	5.- montar la torre de la válvula
	6.- apretar el prensa estopa.

5.3. Mejora de la efectividad del equipo

Debido a las condiciones económicas de la escuela no se puede hacer mejoras que cuesten mucho dinero pero si se pueden hacer algunos pequeños arreglos que mejoren la eficiencia del equipo que son las siguientes:

- 1) Instalación de llave con flotador para reemplazar la llave de nariz de media que sirve de llave de paso de la red pública a la cisterna.
- 2) Instalación de un filtro de agua en la entrada de la línea que abastece de agua a los tinacos para mejorar la calidad de agua para los usuarios.
- 3) Debido a que la tubería que comunica la bomba con los tinacos es la misma que abastece de agua a todo el sistema de agua ya que tiene una válvula check se pretende instalar una tubería independiente de PVC para la alimentación de los tinacos para que la bomba trabaje con menos carga.
- 4) Corregir las fugas de agua en las válvulas de laboratorio.
- 5) Cambiar tubería galvanizada que presenta fugas.

5.4. Desarrollo del sistema de control de la información

La administración del mantenimiento requiere de medios sencillos y precisos para solicitar, autorizar y ejecutar trabajos; cuantificar tiempos, materiales y costos; saber qué acciones son necesarias para disminuir al mínimo el costo de mantenimiento y el tiempo de paro, y por último valorar los resultados obtenidos con los planeados y programados. Con este sistema se busca asegurar el control



adecuado de la información para poder autorizar los gastos y actividades de mantenimiento.

5.4.1 Registro de historial del equipo

Un rasgo esencial del Mantenimiento, es la acumulación de datos de las reparaciones de la maquinaria y equipo en general, la cual se efectúa en forma de solicitud de mantenimiento, mediante tarjetas de registros en donde se deberán asentar las reparaciones.

El registro del historial del equipo es un concentrado de información que nos permite:

- Identificar los equipos, máquinas y aparatos que ocasionaron mayores problemas
- Conocer como se actuó ante lo sucedido
- Cuantificar los gastos producidos.

Con este tipo de registros se logra un gran ahorro económico, ya que ayuda a retirar aquel equipo que no se encuentre en las mejores condiciones para su operación, identificando a aquellos equipos que causaron el mayor tiempo de paro, que a la vez causan los gastos mayores y los que estuvieron fuera de operación durante un tiempo más prolongado.

5.4.2 Registro de datos del equipo

Es el documento en el cual se registran los datos primordiales de cada equipo, maquinaria, motor, etc.; con los que cuenta el área de producción, dichos documentos contiene la siguiente información:

Especificaciones del Equipo, Maquinaria, Motor, etc.



“PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO APLICANDO TPM PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE, DEL CECYT 17.”



- Marca
- Modelo
- No. de serie
- Datos del Proveedor

El registro de datos de los equipos es de gran ayuda, ya que con ellos el personal tanto de producción como de mantenimiento conoce que tipo de maquinaria, equipo o aparato manejan, así también es muy útil para efectuar un adecuado sistema de inventarios.

5.5. Desarrollo del programa de mantenimiento planificado.

Para llevar acabo de forma adecuada el mantenimiento planeado es necesario disponer de información histórica de los equipos para establecer el tiempo más adecuado para realizar las acciones de mantenimiento preventivo, esto se realizará con el trabajo conjunto de las áreas de producción y mantenimiento, tomando en cuenta los programas de mantenimiento autónomo.

Antes de emprender un programa de mantenimiento Preventivo aplicando TPM es indispensable trazar un plan de trabajo y despertar el interés de quienes participarán en las actividades de este. Dentro del programa es importante elaborar un cronograma de actividades para poder apreciar los adelantos que se irán obteniendo durante el transcurso de su aplicación.

El objetivo de implementar mantenimientos planeados es el de mantener un seguimiento en las acciones de mantenimiento con el fin de evitar paros



“PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO APLICANDO TPM PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE, DEL CECYT 17.”



inadecuados en producción y efectuar las acciones en momentos en que la producción no se vea afectada.

Se recomienda verificar la realización de las acciones que contenga el programa de mantenimiento planificado de acuerdo a las fechas propuestas para que se le pueda dar seguimiento a las acciones siguientes, también es importante que al finalizar cada etapa de este se haga un análisis y se evalúen los resultados obtenidos para conocer si se está trabajando correctamente, si se logró lo planeado y en caso de encontrar alguna anomalía hacer los cambios pertinentes en el programa.

Para implantar un adecuado programa de mantenimiento se debe tener en cuenta lo siguiente:

- ✓ **Equilibrio entre las necesidades y la capacidad de satisfacerlas:** La planeación del mantenimiento debe ser lo más ajustada a la realidad y tomar en cuenta la disposición y condiciones de los equipos para evitar estar adivinando o programar sin saber que pasa en las áreas de trabajo.

- ✓ **Revisión y provisión para cambios en el programa:** Siempre debe tenerse en cuenta la necesidad de hacer cambios en el programa, por ello estos deben ser flexibles, ya que habrán momentos que aunque se tenga la disponibilidad de realizar las acciones de mantenimiento no se podrán efectuar por anomalías de carácter externo.

- ✓ **Registros prácticos:** Todos los registros utilizados en la programación deben ser claros, sencillos y rápidos para evitar pérdida de tiempo y mal entendido



“PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO APLICANDO TPM PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE, DEL CECYT 17.”



entre los trabajadores; fechas de realización de acciones de mantenimiento tanto reales como planeadas, etc.

- ✓ **Coordinación de materiales, personal, herramientas, equipos y producción:** Al programar las acciones de mantenimiento se debe tener conocimiento preciso sobre la cantidad de materiales y herramientas que se necesitan, ya que si no se cuenta con ellas se debe realizar los pedidos necesarios para que cuando se tengan que realizar los trabajos se cuenten con ellos y así evitar retrasos. También es importante conocer las destrezas y habilidades del personal para poder asignarles la labor adecuada. A la vez se tiene que coordinar con producción para tratar de realizar los mantenimientos cuando las máquinas estén ociosas o en su defecto, encontrar el momento adecuado para no afectar demasiado los tiempos de producción.

5.5.1 Programa de mantenimiento preventivo

Tabla 5.5.1 programa de mantenimiento preventivo.



“PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO APLICANDO TPM PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE, DEL CECYT 17.”



COLEGIO DE ESTUDIOS CIENTIFICOS Y TECNOLOGICOS N° 17		
DEPARTAMENTO DE SERVICIOS GENERALES		
PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO SISTEMA DE AGUA		
DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD	FRECUENCIA
MOTOBOMBA	CHECAR SI ESTA LLENA LA TUBERIA DE ADMISION DE AGUA	DIARIO
	CHECAR SI NO EXISTEN FUGAS DE AGUA EN LA TUBERIA Y VÁLVULAS	DIARIO
	CHECAR LA TEMPERATURA DE LA BOMBA	SEMANAL
	REVISAR BALEROS Y RETENES	ANUAL
	CAMBIAR BALERO BUJES Y RETENES (TALLER EXTERNO)	CADA DOS AÑOS
VALVULAS PARA LABORATORIO	LIMPIEZA EXTERIOR DE LA VÁLVULA	DIARIO
	LIMPIEZA INTERIOR DE LA VALVULA	SEMESTRAL
	CHECAR ASIENTO DE LA VÁLVULA	SEMESTRAL
	CHECAR EMPAQUE	SEMESTRAL
	LIMPIAR CONECTOR SUPERIOR	SEMESTRAL
VALVULAS DE LAVAMANOS	LIMPIEZA EXTERIOR DE LA VÁLVULA	DIARIO
	LIMPIEZA INTERIOR DE LA VALVULA	SEMESTRAL
	CHECAR ASIENTO DE LA VÁLVULA	SEMESTRAL
	CHECAR EMPAQUE	SEMESTRAL
VALVULAS DE	LIMPIEZA EXTERIOR DE LA VÁLVULA	DIARIO



“PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO APLICANDO TPM PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE, DEL CECYT 17.”



PASO	LIMPIEZA INTERIOR DE LA VALVULA	SEMESTRAL
	CHECAR ASIENTO DE LA VÁLVULA	SEMESTRAL
	CHECAR EMPAQUE	SEMESTRAL
HERRAJES DE LOS TANQUES DE LAS TASAS	LIMPIAR LA VÁLVULA ALIMENTADORA DE AGUA	SEMESTRAL
	CHECAR EL SELLO DE LA RANA Y LA BASE	SEMESTRAL
	CHECAR EL NIVEL DE AGUA	SEMESTRAL
TINACOS	CAMBIAR CINTA TEFLON EN LAS CONEXIONES DEL TINACO Y LA TUBERIA.	SEMESTRAL
	CHECAR FUAGAS EN LA CONEXIONES	MENSUAL



5.5.2 Programa de mantenimiento correctivo.

Debido a que en esta institución no ha existido un programa de mantenimiento preventivo, desde que se instaló la escuela hace más de 11 años, hay tubos galvanizados, tinacos y válvulas que se han ido deteriorando con el tiempo hasta llegar a presentar pérdidas considerables de agua y energía que se hace necesario reemplazarlas para lograr los objetivos planteados en esta propuesta, como se muestra en la tabla 5.5.2.

COLEGIO DE ESTUDIOS CIENTIFICOS Y TECNOLOGICOS N° 17		
DEPARTAMENTO DE SERVICIOS GENERALES		
PROGRAMA DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO SISTEMA DE AGUA		
DESCRIPCION	ACTIVIDAD	MOTIVO
tramo de tubo de 1 ¼" (6 metros)	Reemplazarlo está enterrado después de la bomba, también se recomienda cubrirlo con pintura epoxica para mayor durabilidad.	Presenta agujeros en varias partes del tubo
Tinacos de 1100 litros (dos piezas)	Reemplazarlos	por que se encuentran con fugas en la tuerca que trae integrada al tinaco. Están fuera de servicio
Herrajes para tanques de tazas(una pieza)	reemplazarlo	Esta fuera de servicio. En los baños de hombres.



Capítulo 6

Conclusiones y recomendaciones.



6.1 Conclusiones y recomendaciones.

6.1.1 Conclusiones.

Para que las organizaciones puedan enfrentar un nuevo entorno de desarrollo y a competencias laborales cada vez más fuertes deben adoptar las estrategias más convenientes, por lo que es favorable que las empresas apliquen un programa de Mantenimiento Productivo Total para mantener en condiciones óptimas sus maquinarias, equipos, instalaciones y herramientas y así poder aumentar su productividad y competitividad.

Por lo que Aplicar un programa de Mantenimiento Productivo Total de forma adecuada en cualquier empresa traerá consigo grandes beneficios ya que este busca el mejoramiento permanente de la Productividad Industrial con la participación de todos. Ya se ha comprobado que este sistema está dando resultados eficaces para el logro de un rápido proceso de optimización industrial.

El resultado final que se persigue con la implementación del Mantenimiento Productivo Total en El Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos N° 17 en el sistema de distribución de agua, aun que es un sistema sencillo, el programa ofrece una alternativa confiable para mejorarlo, desde la calidad del agua, una distribución eficiente del vital liquido, una reducción en consumo de energía eléctrica al evitar fugas.

Este programa puede contraer resistencia al cambio por parte del personal, pero si se le proporciona la información necesaria sobre los beneficios que ofrece el programa se darán cuenta que los beneficios son recíprocos, ya que si la empresa se ve beneficiada, ellos también se verán beneficiados. Por lo que es conveniente informar adecuadamente al personal sobre el programa.



“PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO APLICANDO TPM PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE, DEL CECYT 17.”



El TPM sin duda es un nuevo enfoque administrativo de gestión del mantenimiento industrial que permite establecer estrategias para el mejoramiento continuo de las capacidades y procesos actuales de la organización, para tener equipos de producción siempre listos, además de involucrar sistemas de dirección, cultura de empresa, arquitectura organizativa y dirección del talento humano.

La implementación del TPM requiere del máximo apoyo de todos los sectores, mediante la efectiva participación de todos los empleados, y de los operadores de los equipos, para lo cual es preciso que haya un fuerte componente de capacitación, motivación y desarrollo para lograr el éxito esperado por este enfoque de gestión del mantenimiento.

6.1.2 Recomendaciones.

Para obtener los resultados esperados de este proyecto se pide que se tomen en cuenta las siguientes recomendaciones, para no perder los objetivos que se quieren alcanzar con la implementación de este programa y así se logre el beneficio para la institución.

- Capacitar al personal y mantenerlos informados.
- Dar seguimiento a la implementación del programa de mantenimiento productivo total y mantenerlo actualizado.
- Llevar a cabo los registros de las acciones de mantenimiento para obtener un mejor control de la información.
- Tener mayor comunicación con las diferentes áreas de la organización y crear un mejor ambiente de trabajo, es decir realizar un cambio de cultura laboral.
- Capacitar al personal de nuevo ingreso y actualizar a los operarios en base, en la metodología del TPM.
- Llevar a cabo un control de inventarios de refacciones y materiales de mantenimiento.



“PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO APLICANDO TPM PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE, DEL CECYT 17.”



- Contar con la cantidad de equipos de repuesto necesario para evitar paro por falta de ello.
- Involucramiento en el Proyecto.

Fuentes de información.



“PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO APLICANDO TPM PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE, DEL CECYT 17.”



1. DOUNCE V., Enrique. “La Productividad en el Mantenimiento Industrial”. Editorial CECSA. México. 1989.
2. DUFFUAA, Salih. RAOUF, A. CAMPBELL, John. “Sistemas de Mantenimiento Planeación y Control”. Limusa Wiley. México. 2002.
3. E.T Newbrough, “Administración de Mantenimiento Industrial”, 1ª edición, editorial diana. 1986.
4. GARCÍA P., Oliverio. “Administración y Gerencia de Mantenimiento Industrial”.Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Duitama. 1992.
5. GARCÍA P., Oliverio. “El Mantenimiento Productivo Total y su Aplicabilidad Industrial”.Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Duitama. 2004.
6. GARCÍA P., Oliverio. “La Esencia del TPM”.Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Duitama. 1998.
7. GATICA A., Rodolfo R. “Mantenimiento Industrial: manual de operación y administración”. Trillas. México. 2000.
8. NAKAJIMA, Seiichi. “Introducción al TPM”. Japan Institute for Plant Maintenance. Tecnología de Gerencia y Producción S.A. Madrid, 1991.

Páginas Electrónicas:

www.Ceroaverías.com

www.Mantenimientomundial.com

www.Solomantenimiento.com



Anexos.



“PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO APLICANDO TPM PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE, DEL CECYT 17.”



ANEXO A.

CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA



Foto número 1 Cecyt 17



Foto número 2 válvula de laboratorio

Características:

- ♣ Válvula de acero inoxidable
- ♣ Entrada del tubo de ½”
- ♣ Manija de plástico.



Foto número 3 Tinacos

Características:

- ♣ Capacidad de 1100 litros cada uno
- ♣ Intercomunicados 6 piezas.
- ♣ Marca rotoplas.



Foto número 4 Motobomba

Características:

- ♣ Motor eléctrico de 1 HP
- ♣ Baleros de bolas pre lubricados
- ♣ 110 -220 volts.
- ♣ Serie H96
- ♣ Marca Exell.



Foto número 5 Válvula de paso

Características.

- ♣ Válvula de 2 ½ “de diámetro.
- ♣ Presión de 125lb/pug²



“PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO APLICANDO TPM PARA EL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE, DEL CECYT 17.”

