

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y SISTEMAS



**“IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL, EN
UNA LÍNEA DE PROCESAMIENTO DE VIDRIO”**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

PRESENTADO POR:

OMAR ENRIQUE ESCALANTE TORRES

LIMA, PERÚ

2013

Dedicatoria.

El presente trabajo se lo dedico a:

A mi papá Bucho por todo el amor que me dio. Te llevare siempre en mi corazón.

A mi mamá Meche inspiradora de trabajo y esfuerzo.

A mi esposa Yohanna por su apoyo y comprensión.

A mi hijo Sebastián fuente de cariño eterno.

Agradecimiento:

A mis profesores de la UNI por sus enseñanzas a lo largo de mi carrera.

A mi asesora por el apoyo brindado en la realización de este informe.

ÍNDICE

RESUMEN	1
DESCRIPTORES TEMÁTICOS	2
INTRODUCCIÓN	3
CAPÍTULO I: PENSAMIENTO ESTRATÉGICO	4
1.1 DIAGNOSTICO FUNCIONAL.....	4
1.1.1 Breve historia de la empresa.....	4
1.1.2 Organización.....	5
1.1.3 Clientes.....	6
1.1.4 Proveedores.....	7
1.1.5 Procesos.....	7
1.1.6 Productos y tecnología.....	8
1.2 DIAGNOSTICO ESTRATÉGICO.....	11
1.2.1 Visión y misión de la empresa.....	11
1.2.2 Objetivos estratégicos.....	11
1.2.3 Fortalezas y debilidades.....	11
1.2.4 Oportunidades y amenazas.....	12
1.2.5 Matriz FODA.....	13
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	14
2.1 MARCO TEÓRICO.....	14
2.1.1 Mantenimiento productivo total (TPM).....	14
2.1.1.1 Objetivos del TPM.....	15
2.1.1.2 Beneficios del TPM.....	16
2.1.1.3 Implementación del TPM.....	16
2.1.2 Mantenimiento autónomo.....	17
2.1.3 Las 5S.....	18
2.2 MARCO CONCEPTUAL.....	19
2.2.1 Vidrio templado.....	19
2.2.2 Lección de un punto.....	20
2.2.3 Productividad.....	20

CAPÍTULO III: PROCESO DE TOMA DE DECISIONES.....	22
3.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	22
3.2 CAUSAS Y EFECTOS.....	23
3.3 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.....	24
3.4 EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN.	24
3.5 ESTRATEGIAS ADOPTADAS PARA DESARROLLAR LA SOLUCIÓN SELECCIONADA.....	25
CAPÍTULO IV: DESARROLLO DEL PROGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DE TPM.....	27
4.1 PLAN MAESTRO DE IMPLEMENTACIÓN.....	27
4.2 MANUAL DE TPM.....	27
4.3 IMPLEMENTACIÓN DEL ÁREA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO.	28
4.4 MEJORA DE LA EFICIENCIA GLOBAL DEL EQUIPO – OEE.....	28
4.5 MEJORA DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PLANIFICADO.....	30
4.5.1 Evaluación de maquinarias y comprender la situación actual.	30
4.5.2 Eliminación del deterioro y corrección de desvíos en la planta.	32
4.5.3 Creación de un sistema para gestionar la información.....	33
4.5.3.1 Sistema de gestión de fallas en maquinarias.....	33
4.5.3.2 Sistema de Gestión de Costos y Presupuestos.....	33
4.5.4 Implementar un Sistema de Mantenimiento Preventivo.....	34
4.6 MANTENIMIENTO AUTÓNOMO.....	35
4.6.1 Implementación de las tres primeras “S”.....	35
4.6.2 Implementación de los 3 primeros pasos del Mantenimiento Autónomo.....	35
4.6.2.1 Limpieza inicial.....	35
4.6.2.2 Eliminación de fuentes de contaminación y puntos inaccesibles.....	36
4.6.2.3 Establecimiento de estándares de limpieza e inspección	36

4.5	MEJORAS ORIENTADAS.....	36
CAPÍTULO V: RESULTADOS A OBTENER DE LA IMPLEMENTACIÓN.		38
5.1	INDICADORES DE EFICIENCIA Y EFICACIA DEL TPM.....	38
5.2	PLANES DE MANTENIMIENTO.....	38
5.3	NIVEL DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO.....	39
5.4	NIVEL DE MEJORA ORIENTADA.....	39
5.5	PUESTOS DE TRABAJO ORDENADOS, SEGUROS Y LIMPIOS...	40
CAPÍTULO VI: ANÁLISIS DE COSTOS.....		41
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		52
BIBLIOGRAFÍA.....		54
ANEXOS.....		55

RESUMEN

En el presente informe se pretende lograr la implementación de un modelo de mantenimiento productivo total (TPM), en el área de arquitectura de la empresa Corporación Miyasato con el objetivo de incrementar la productividad en las líneas de producción. Ya que actualmente se tienen altos tiempos de paradas no programadas, gran cantidad de reposiciones de piezas, lo que ocasiona tener altos tiempos de entrega de los pedidos en comparación con la competencia.

En Corporación Miyasato actualmente se atienden las órdenes de pedido con un tiempo de entrega de 12 días, a partir de la realización del pedido; procesando una cantidad diaria aproximada de 1300 m² de vidrio templado. Cuando los pedidos aumentan superando los 1300 m², se cubre esta demanda realizando sobretiempos, pero si a pesar de ello se incrementan los retrasos en las entregas, se tendrá que aumentar los tiempos de entrega a más de 12 días (tabla de carga diaria de producción en anexo 2). Lo que trae consigo la disconformidad por parte de los clientes por la demora en la entrega de sus pedidos. Esto a su vez ocasiona el incremento de la cantidad de productos no conformes, desperdicios y mayores tiempos de parada de máquina. Por lo que es necesario adoptar herramientas de mejora en los procesos que permitan la reducción de tiempos de parada de máquina, aumentar de la calidad del producto en cada proceso para evitar las reposiciones y mermas.

Para lograr la implementación TPM es necesario que se le preste la atención y asesoría necesaria, debido a que su implantación son procesos a largo plazo y pueden llegar a demorar entre 3 a 5 años. Este proceso constara de 4 fases: preparación, introducción, implantación y consolidación. Para la fase de implantación se usara la técnica de las 5'S (clasificar, ordenar, limpiar, planificación y autodisciplina) en todos los procesos de la empresa y se involucrara a todo el personal de la empresa en las múltiples tareas que se deriven de los programas del TPM.

Al final de la implantación del TPM se espera aumentar la productividad de manera significativa para que la empresa pueda ser más competitiva en el mercado debido a menores tiempos entrega y reducción en los costos de producción. La empresa podrá ser económicamente más rentable ya que tendrá la capacidad de procesar mayor metraje de vidrio, usando el personal adecuado, reduciendo la cantidad de piezas repuestas, merma y accidentes.

DESCRIPTORES TEMÁTICOS

TPM.

Diagrama de Ishikawa.

Metodología de las 5´S.

Lección de un punto.

Mantenimiento Autónomo.

Mantenimiento Preventivo.

Mantenimiento Planificado.

Productividad.

Cristal Templado.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la mejora continua debe ser parte de la cultura organizacional en las empresas para que puedan ser más competitivas en el mercado y así satisfacer las necesidades de los clientes. Debido a eso se debe analizar la forma de como incrementar la productividad y la calidad de los procesos, reduciendo las pérdidas o desviaciones relacionadas a eso.

El presente trabajo tiene como objetivo, plantear una propuesta para la aplicación del mantenimiento productivo total (TPM) en el área de arquitectura de la Corporación Miyasato. En el primer capítulo se desarrollara el pensamiento estratégico, el cual está dividido en dos: la primera es el diagnostico funcional, que contiene la descripción de la empresa; la segunda es el diagnostico estratégico, en la cual se desarrolla el análisis FODA de la empresa para analizar en qué estado se encuentra.

El segundo capítulo trata sobre teoría y la metodología de referencia que se va utilizar para aplicar la implementación del TPM.

En el tercer capítulo se trata sobre el proceso de toma de decisiones, en donde primero se identifica el problema, se detectan las causas de este mediante un diagrama causa-efecto, se plantean las alternativas de solución para la resolución del problema, después de una evaluación se selecciona la alternativa más adecuada y luego se plantean estrategias para el desarrollo de la solución.

En el cuarto capítulo se hace el desarrollo beneficio-costos, en donde se tiene que informar de la situación económica actual de la empresa y luego de la implementación del TPM, una situación económica esperada. Esto con el fin de poder comparar que tan beneficioso económicamente es la implementación del TPM para la empresa.

El quinto capítulo trata sobre la evaluación de los resultados esperados a obtener después de la implementación de TPM, aquí se analizan aspectos como la reducción en las reposiciones de piezas, el incremento de la capacidad de producción, costos operacionales, calidad del producto, etc.

CAPÍTULO I: PENSAMIENTO ESTRATÉGICO

1.1 DIAGNOSTICO FUNCIONAL

1.1.1 Breve historia de la empresa

En el año 1931, Kamekichi Miyasato, emigrante de Okinawa, fue el primer vidriero japonés que puso una tienda en el Callao, dedicándose a la confección de marcos de madera para fotografías, diplomas y vidrios para ventanas. Después de varios años, trasladada la tienda al centro histórico de Lima contando con la ayuda de su hijo mayor, así empezó la incursión de la segunda generación de la familia Miyasato.

En 1961 Kamekichi Miyasato deja la conducción del negocio a su hijo Pedro Miyasato y una década más tarde pasaría a manos de Enrique Miyasato, su segundo hijo y actual Director General, quien inició su liderazgo trasladando la tienda al local de Paseo de la República.

En 1983 se implementa una de las más importantes fábricas de Sudamérica y la más completa del Perú, la Fábrica de Vidrios Lamitemp, logrando estar en el primer lugar en la fabricación de cristales de seguridad, con vidrios templados, laminados, insulados, curvos, entre otros; para casas, edificios y el mundo automotriz.

En 1998 se inaugura la División Aluminios Miyasato y gracias a su política de diversificación se comercializan desde entonces nuevos productos, creando así nuevas divisiones y constituyendo lo que es hoy, Corporación Miyasato, una empresa líder.¹

¹ Extraído en Mayo del 2013 de:

http://www.miyasato.com.pe/index.php?option=com_content&view=article&id=1&Itemid=267

1.1.2 Organización

La organización de Corporación Miyasato S.A.C. está compuesta con una cantidad aproximada de 250 empleados y 500 obreros, repartidos en todas sus 7 sedes.

La organización está dividida como se muestra en la figura 1.

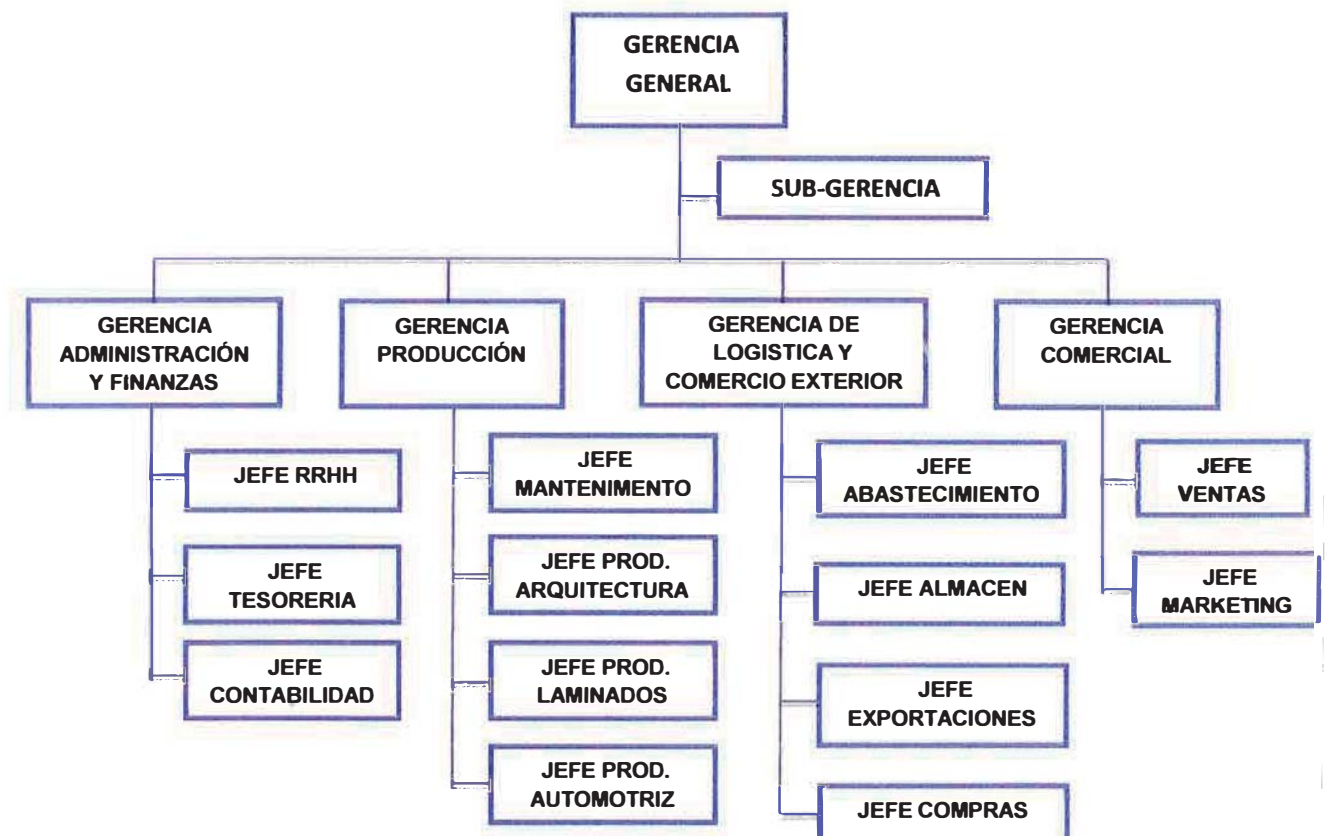


Figura 1. Organigrama de Corporación Miyasato

Algunos principales ejecutivos, representantes o directores de Corporación Miyasato S.A.C Apoderado: Miyasato Onaga, Enrique Manuel. Director: Miyasato Arakaki, Carlos Manuel. Director: Miyasato Arakaki, Pedro Eduardo. Director: Miyasato Higa, Roberto. Gerente General: Miyasato Miyasato, Enrique.

En la figura 2 y 3 se puede observar el organigrama de las jefaturas de producción y de mantenimiento:

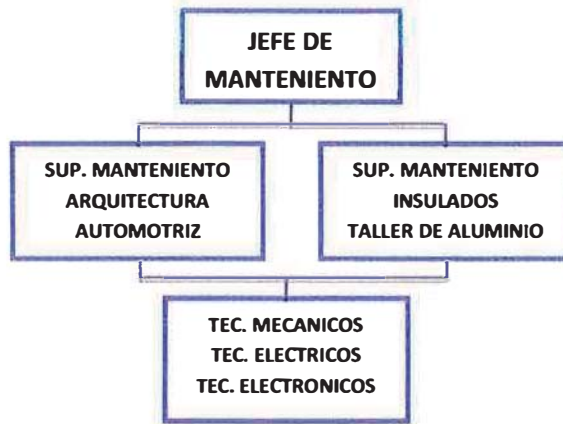


Figura 2. Organigrama del área de mantenimiento

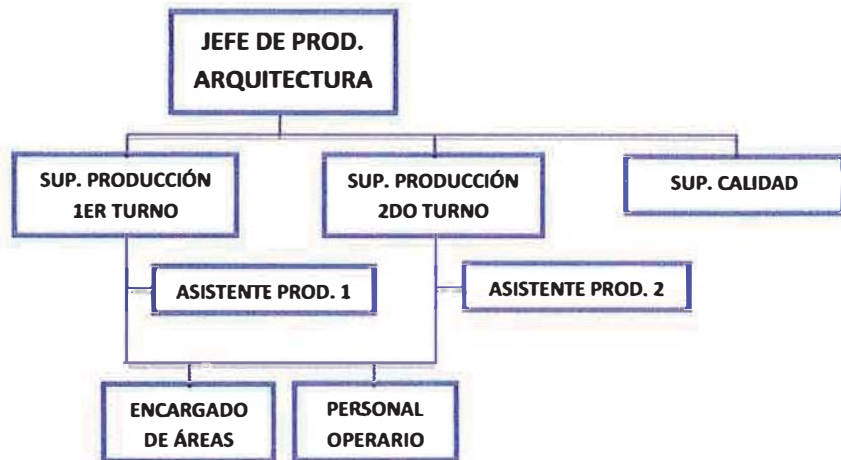


Figura 3. Organigrama del área de Producción de Arquitectura

1.1.3 Clientes

El área de producción arquitectura atiende a dos grupos de clientes, el de ventas directas, en donde abastecen a vidrierías minoristas y clientes institucionales, en donde se atienden a proyectos de construcción, como edificaciones, instituciones, etc.

En el área de automotriz, se atiende tanto a clientes minoristas como también a empresas de ensamblado de carrocerías.

1.1.4 Proveedores

Actualmente se cuenta con varios proveedores que abastecen de materia prima con planchas de vidrio provenientes de EEUU con la marca Pilkington, de Chile con la marca Lirquen y de Brasil con la marca Cebrace.

1.1.5 Procesos

Cristal Templado LAMITEMP

El Cristal Templado LAMITEMP, es un cristal primario o crudo que ha sido sometido a un proceso de calentamiento y enfriamiento brusco, que le da una alta resistencia al impacto, 5 veces la de un cristal primario o crudo. En caso se rompa, lo hace en pequeños trozos y sin aristas cortantes, lo que minimiza el riesgo de daños personales. Después del proceso de templado, el cristal LAMITEMP no puede sufrir ninguna modificación, no se puede perforar ni cortar, ya que podría dañarse rompiéndose.

Usos del cristal templado:

- Puertas: Entradas, Patios, Cocina, etc.
- Puertas de ducha
- Ventanas y Mamparas: Comercial y Residencial
- División de ambientes, Aparadores, etc.

Proceso de Producción

El cristal es cortado a las dimensiones definitivas y con los procesos adicionales de entalles, perforaciones y pulido de bordes, es sometido al proceso de templado horizontal, que consiste en someter el cristal a un calentamiento cercano a su punto de ablandamiento, entre los 620 °C y 700 °C y se enfría inmediatamente con inyectores de aire sobre sus dos caras, de esta forma se obtiene un cristal con esfuerzos de compresión en sus superficies y de tensión en el centro, muy elevados. Es así como se elabora el cristal con propiedades especiales LAMITEMP, resistente a los golpes, a los esfuerzos de flexión y al choque térmico, con propiedades estructurales y una resistencia mecánica 5 veces mayor que el cristal crudo.

Actualmente la planta de arquitectura que es en donde se realiza el procesamiento del vidrio templado cuenta con una capacidad de producción de 1300m² de vidrio templado al día. Para poder lograr esta capacidad se cuenta con 2 cortadoras de vidrio Bottero con una capacidad de 325m² cada una o equivalente a 48 planchas de vidrio cortado en un turno de 8 horas. El proceso siguiente es el pulido del vidrio para lo que la empresa cuenta con 2 pulidoras bilaterales con una capacidad de 650 m² de vidrio pulido y lavado en un turno de 8 horas. Finalmente la empresa cuenta con 3 hornos para templar vidrio los cuales trabajan en 4 turnos (3 turnos en el día y 1 en la noche), en cada turno se tiempla unos 325 m² de vidrio en un turno de 8 horas.

El cristal templado LAMITEMP, tiene las siguientes propiedades:

- **Resistencia a la torsión**
Se rompe si se le aplica una torsión de 180kg.
- **Resistencia al impacto**
Un cristal templado de 8mm de espesor resiste el choque de una billa de 500gr. en cada caída libre desde una altura de 2m.
- **Resistencia a la flexión**
Una pieza de 100 x 35cm y 6mm de espesor templada soporta una carga de 107kg. Con una flecha de 69mm y descargado vuelve a su forma primitiva.
- **Resistencia al choque térmico**
El cristal templado LAMITEMP resiste una diferencia de temperatura entre sus caras de 400 °C (mientras que el cristal Común se rompe a 60 °C)

1.1.6 Productos y tecnología

Cristal Laminado LAMITEMP

El Cristal Laminado LAMITEMP, por su desempeño como un cristal de seguridad y protección, está compuesto por dos o más hojas de cristal unidas mediante calor y presión con una o más láminas de Polivinyl Butyral (PVB), las que poseen notables propiedades de adherencia, elasticidad y resistencia a la penetración y al desgarro.

- **Usos del cristal laminado:** Hospitales, escuelas, hoteles, aeropuertos, joyerías, bancos, cajas de seguridad, casetas de vigilancia, instalaciones militares, museos, prisiones, edificios gubernamentales, zonas sísmicas, etc.

Cristal Insulado LAMITEMP

Es un doble vidriado diseñado para ofrecer control térmico, está compuesto por dos o más hojas de vidrio separados por aire o algún otro gas apropiado mediante el uso de uno o más espaciadores que evitan la condensación de humedad entre los vidrios.

Cristal Antibalas LAMITEMP

Es un multilaminado compuesto por 3 o más láminas de cristales adheridas entre sí por películas de PVB, lo que le otorga una gran fortaleza haciéndolo capaz de resistir exitosamente incluso el impacto de balas de alto calibre. Es empleado en los casos que se requiera una máxima visibilidad contando a su vez con la protección que brinda un blindaje convencional. Por ello es usado en bancos, embajadas, casetas de vigilancia, residencias particulares, etc.

- **Usos del cristal antibalas:** Bancos, Cajas de Seguridad, Casetas de Vigilancia, Hospitales, Escuelas, Hoteles, Edificios Gubernamentales, Instalaciones Militares, Joyerías, Laboratorios, Museos, Prisiones, Zonas de Huracanes y Terremotos, etc.

Cristal Curvo LAMITEMP

Es un producto que se obtiene mediante un proceso denominado curvado por gravedad que consiste en el calentamiento del cristal plano hasta su punto de elasticidad para darle la forma deseada mediante el uso de moldes.

- **Usos del cristal Curvo:** Techos decorativos, Fachada de edificios, Puertas de ducha, Exhibidores de alimentos, Ventanas y Mamparas: Comercial y Residencial, División de ambientes, Aparadores, etc.

Cristal Serigrafiado LAMITEMP

Es un cristal que a través de un proceso de pintado cerámico y posterior templado, brinda a la pintura una adherencia permanente al cristal resistente al calor, se pueden serigrafiar cristales con gran complejidad estética.

Serigrafiado Línea Blanca LAMITEMP

Es el Cristal con fines industriales, empleado normalmente en cocinas, refrigeradoras, hornos, etc.

- **Usos del cristal serigrafiado línea blanca:** Para serigrafiar los cristales de los hornos, cocinas, divisiones de refrigeradoras, también como complemento decorativo en hoteles discotecas, tiendas comerciales, fachadas, etc.

División Automotriz

Corporación Miyasato a través de su marca Lamitemp, fabrica, distribuye e instala toda la gama de cristales para uso automotriz, abasteciendo al mercado nacional e internacional. Estos cristales son fabricados pensando en la seguridad de los ocupantes del vehículo en caso de colisión o robo, es por eso que cumplen estrictas normas internacionales de seguridad establecidas para uso automotriz.

División Accesorios para Muebles de Madera

Se encarga de la importación y comercialización de productos dirigidos al sector maderero y retail, brindando la mejor opción del mercado.

División Distribución

Comercializa a través de una red de distribuidores, productos como el vidrio, perfiles de aluminio, puertas de ducha, policarbonato, y otros productos relacionados a los acabados para la construcción.

1.2 DIAGNOSTICO ESTRATÉGICO

1.2.1 Visión y misión de la empresa

Visión Estratégica

A través de su Política de Diversificación, Corporación Miyasato busca generar nuevas inversiones que le permitirá proyectar, mediante alianzas estratégicas, el crecimiento de sus negocios a nivel nacional e internacional.

Misión

Nuestra misión es brindar productos innovadores y de alta calidad a través de nuestras diversas divisiones: Arquitectura, Automotriz, División de Aluminio y Distribución, que satisfagan la necesidad creativa de nuestros clientes, aportando soluciones para proyectos exigentes en un entorno en constante desarrollo, a través de un personal calificado, trabajo en equipo, servicio y tecnología de punta.

1.2.2 Objetivos estratégicos

Convertirse en la mejor empresa de procesamiento de vidrio en América del Sur, ofreciendo un servicio caracterizado por su calidad, seguridad y puntualidad.

1.2.3 Fortalezas y debilidades

Fortalezas:

- Apoyo de la Gerencia de Producción en la implementación de un modelo de gestión mantenimiento.
- Uso de materiales de primera calidad, provenientes de Chile, EEUU, Brasil, etc.
- Diversidad de productos: vidrio templado, curvos, laminados, insulados, línea automotriz y taller de aluminio.
- Se cuenta con personal calificado que conoce el funcionamiento interno de las maquinas.

- Gran capacidad de procesamiento de vidrio templado (1600 m² aprox.), mayor al de la competencia directa.
- Certificados para procesar vidrios de capa blanda Low-e.

Debilidades:

- Falta de personal destinado a la gestión del mantenimiento.
- Operarios no capacitados en el correcto mantenimiento de sus equipos.
- Tiempos de entregas altos (12 días), en comparación a los de la competencia (8 días).
- Programa de mantenimiento inadecuado para los tiempos de funcionamiento de las maquinarias.
- Rotación permanente de personal en puestos de apoyo.
- Falta de actualización de manuales e instructivos de trabajo.

1.2.4 Oportunidades y amenazas

Oportunidades:

- Marca reconocida en el mercado nacional.
- Incremento de proyectos en los sectores inmobiliarios.
- Incremento del uso de vidrios templados en el sector inmobiliario.

Amenazas:

- Ingreso de nuevos competidores en el mercado local.
- Tiempos de entrega de la competencia menor.
- Precio de la competencia relativamente menor en algunos productos.
- Descontento de los clientes por demora en la entrega de sus pedidos.

1.2.5 Matriz FODA

<div style="text-align: center;"> <p>Factores Internos</p> <hr/> <p>Factores Externos</p> </div>	Fortalezas	Debilidades
	F1. Apoyo de la Gerencia de Producción en la implementación de un modelo de gestión mantenimiento.	D1. Falta de personal destinado a la gestión del mantenimiento.
	F2. Uso de materiales de primera calidad, provenientes de Chile, EEUU, Brasil y etc.	D2. Operarios no capacitados en el correcto mantenimiento de sus equipos.
	F3. Diversidad de productos: vidrio templado, curvos, laminados, insulated, línea automotriz y taller de aluminio.	D3. Tiempos de entregas altos (12 días), en comparación a los de la competencia (8 días).
	F4. Se cuenta con personal calificado que conoce el funcionamiento interno de las maquinas.	D4. Programa de mantenimiento inadecuado para los tiempos de funcionamiento de las maquinarias.
	F5. Gran capacidad de procesamiento de vidrio templado (1600 m ² aprox.), mayor al de la competencia directa.	D5. Rotación permanente de personal en puestos de apoyo.
	F6. Certificados para procesar vidrios de capa blanda Low-e.	D6. Falta de actualización manuales e instructivos de trabajo.
Oportunidades	Estrategias F.O.	Estrategias D.O.
O1. Marca reconocida en el mercado nacional.	1. Implementar un modelo para la gestión del mantenimiento.	1. Crear un área de Gestión del Mantenimiento.
O2. Incremento de proyectos en los sectores inmobiliarios.	2. Capacitaciones a clientes del sector inmobiliario sobre los beneficios del uso de un vidrio templado.	2. Implementar un programa de mantenimiento periódico, sistema de documentación e indicadores de gestión.
O3. Incremento del uso de vidrios templados en el sector inmobiliario.	3. Talleres de capacitación para todo el personal sobre actividades básicas de limpieza, lubricación e inspección.	3. Considerar a todo el personal operario en las actividades de mantenimiento preventivas diarias.
	4. Establecer alianzas estratégicas con grandes empresas del sector inmobiliario para atender sus proyectos.	4. Implementación de las 5'S en todos los puestos de trabajo.
	5. Fomentar una cultura organizacional en donde se comprometa e involucre al personal con la empresa.	
	6. Actualizar catálogos donde se detallen la diversidad de productos que brindan la empresa y repartirlo a los principales clientes.	
Amenazas	Estrategias F.A.	Estrategias D.A.
A1. Ingreso de nuevos competidores.	1. Afianzar las relaciones con los clientes actuales, mediante la fidelización.	1. Actualizar los instructivos de trabajo para mejorar la forma actual de trabajo.
A2. Tiempos de entrega de la competencia menor.	2. Impulsar el mantenimiento autónomo en las líneas de producción.	2. Mejorar la gestión de los procesos de producción mediante herramientas de mejora continua.
A3. Precio de la competencia relativamente menor en algunos productos.	3. Implantación de una herramienta para la mejora de procesos para el incremento de la productividad y la reducción de costos (TPM)..	3. Reducir la rotación de personal, especializando operadores en determinadas tareas para la reducción de merma.
A4. Descontento de los clientes por demora en la entrega de sus pedidos.	4. Generar procedimientos de respuesta rápida (reprogramación) para la entrega de los pedidos vencidos.	

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1 MARCO TEÓRICO

2.1.1 Mantenimiento productivo total (TPM)

Es una filosofía que tiene su origen en Japón, la cual se enfoca en la eliminación de pérdidas asociadas con paros, calidad y costes en los procesos de producción industrial.

En Japón, antiguamente los operarios llevaban a cabo tareas de mantenimiento y producción simultáneamente; sin embargo, a medida que los equipos productivos se fueron haciendo progresivamente más complicados, se derivó hacia el sistema norteamericano de confiar el mantenimiento a los departamentos correspondientes; sin embargo, la llegada de los sistemas cuyo objetivo básico es la eficiencia en aras de la competitividad ha posibilitado la aparición del TPM, que en cierta medida supone un regreso al pasado, aunque con sistemas de gestión mucho más sofisticados.

Es decir: “Yo opero, tu reparas”, da paso a “Yo soy responsable de mi equipo”.

Los sistemas productivos, que durante muchas décadas han concentrado sus esfuerzos en el aumento de su capacidad de producción, están evolucionando cada vez más hacia la mejora de su eficiencia, que lleva a la producción necesaria con el mínimo empleo de recursos, los cuales serán, utilizados de forma eficiente.

Todo ello ha llevado a la aparición de nuevos sistemas de gestión que con sus técnicas han permitido una eficiencia progresiva de los sistemas productivos, y que han culminado precisamente con la incorporación de la gestión de los equipos y medios de producción orientada a la

obtención de la máxima eficiencia, a través del TPM o Mantenimiento Productivo Total.

El TPM se basa en cuatro pilares. Estos son:

1. Formación de grupos de mejora de equipos.
2. Implementación del mantenimiento autónomo.
3. Administración de equipos temprana. (Administración del ciclo de vida)
4. Lograr la excelencia en mantenimiento implementando iniciativas nuevas como; técnicas de mantenimiento predictivo, optimización de tareas del mantenimiento preventivo, RCM, FMEA, análisis de criticidad, análisis de causa raíz, etc.

En contra del enfoque tradicional del mantenimiento, en el que unas personas se encargan de "producir" y otras de "reparar" cuando hay averías, el TPM propone que el personal se involucre en el cuidado, limpieza y mantenimiento preventivos, logrando de esta forma que no se lleguen a producir averías, accidentes o defectos.²

2.1.1.1 Objetivos del TPM

Los objetivos que se busca cumplir en el TPM es la reducción de las pérdidas. En TPM se destacan seis grandes pérdidas:

- Pérdida por averías en los equipos.
- Pérdida debido al tiempo de espera y de preparación de los equipos.
- Pérdidas provocadas por tiempo de ciclo vacío y paradas cortas.
- Pérdidas por funcionamiento a velocidad reducida.
- Pérdidas por defecto de calidad, recuperaciones y reprocesado.
- Pérdidas en funcionamiento por puesta en marcha del equipo.

Por ser el TPM una metodología TOP-DOWN, busca integrar todas las áreas de la empresa desde el nivel más bajo hasta la gerencia o ramas administrativas. El TPM involucrando a los niveles más bajos de la cadena productiva, busca que estos se den cuenta que tan importante es el proceso y como sus esfuerzos llevan al cumplimiento de las metas. Asignándoles responsabilidades para lograr la obtención de las metas fijadas.

² Extraído en Mayo del 2013 de:
http://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento_productivo_total

2.1.1.2 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.
- 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 porqué de ciertas normas, en lugar de como 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 costes de mantenimiento.
- Mejora de la calidad del producto final.
- Menor coste financiero por recambios.
- Mejora de la tecnología de la empresa.
- Aumento de la capacidad de respuesta a los movimientos del mercado.
- Crear capacidades competitivas desde la fábrica.

2.1.1.3 Implementación del TPM:

La implementación del TPM como la mayoría de las metodologías, conllevan a seguir una serie de pasos establecidos y el éxito o fracaso de la implementación del TPM depende de la constancia y la rigurosidad con que las empresas practiquen esta filosofía. Cabe destacar que el TPM es un camino largo, que debe ser alimentado todos los días con

disciplina y constancia, pero si la empresa logra implementar esta metodología obtendrá resultados satisfactorios y marcará la diferencia con la competencia.

LOS 10 PASOS PARA LA IMPLEMENTACION DEL MANTENIMIENTO TOTAL PRODUCTIVO (TPM)³

1. Hacer una evaluación preliminar de la planta.
2. Obtener apoyo de gerencia y compañeros.
3. Organizar el comité de dirección.
4. Seleccionar el campeón.
5. Definir metas objetivas y planes.
6. Seleccionar el área piloto y equipos críticos.
7. Capacitación filosófica y técnica de todo el personal.
8. Formación de equipos de mejora.
9. Difusión masiva del inicio del TPM en toda la planta.
10. Hacer limpieza inicial en el área piloto.

2.1.2 Mantenimiento autónomo.⁴

Son las actividades que los operarios de una fábrica realizan para cuidar correctamente su área de trabajo, maquinaria, calidad de lo que fabrican, seguridad y comparten el conocimiento que obtienen del trabajo cotidiano.

Es un pilar o proceso fundamental del TPM o Mantenimiento Productivo Total. Este pilar es asignado al equipo de jefes de los departamentos de producción y está coordinado con otros pilares TPM, como el mantenimiento Planificado, mejoras enfocadas, mantenimiento de calidad, etc.

Por eso es necesario que adquieran una cultura de orden y aseo (Metodología 5´S), lo cual es parte primordial para el cumplimiento de los objetivos esperados.

El TPM da un papel importante a los operarios en el cuidado de las máquinas, ya que son ellos quienes más las conocen, es por eso que deben mantener los equipos en condiciones básicas de operación sin necesidad de pérdida de tiempo.

³ Extraído de: Hartmann, Edward H. "Cómo instalar con éxito el TPM en una planta no japonesa". TPM Press, Inc., 1992, Capítulo XI, Pag. 175-232

⁴ Extraído a en Junio 2013:

Mantenimiento Productivo Total. http://www.solomantenimiento.com/m_ptm.htm

El mantenimiento autónomo está conformado por pequeños equipos de trabajo, con los cuales se busca comenzar a formar nuevos grupos de mejoras enfocadas, estos a su vez buscan dar soluciones puntuales a problemas generados en el área de trabajo.

Por otro lado estos pequeños equipos están encargados del mejoramiento de la planta y ubicación de problemas, esto se logra debido a las continuas capacitaciones que se le da a los operarios para que puedan identificar los problemas, cuando estos son de alta gravedad, que requieren una inmediata intervención el operario llena un reporte de averías y llama al técnico para poner en contacto al personal de ingeniería con el de producción para estos tomar las inmediatas soluciones y dar las ordenes respectivas para que el problema sea solucionado.

EL mantenimiento autónomo tiene el siguiente orden:

1. Organización y orden
2. Limpieza inicial
3. Eliminación de fallas mecánicas
4. Estandarización, limpieza y lubricación
5. Inspección general del equipo
6. Inspección general del proceso
7. Estandarización general
8. Control autónomo total

2.1.3 Las 5S.

Las 5S es un método de gestión originado en los años 60's en Japón por la empresa Toyota, esta técnica es denominada de esta manera debido a la primera letra en japonés de cada una de sus cinco fases. Esta metodología pretende reducir los costos por pérdidas de tiempo y energía, mejorar la calidad de la producción, minimizar los riesgos de accidentes o sanitarios, incrementar la seguridad industrial y mejorar las condiciones de trabajo al igual que elevar la moral del personal.⁵

Términos de las 5s.

1. **Seiri / Clasificar:** Separar lo innecesario, pretende: Eliminar lo innecesario en el espacio de trabajo.
2. **Seiton / Ordenar:** Situar lo necesario, pretende: Organizar adecuadamente los elementos a usar en el espacio de trabajo.

⁵ Extraído de: Francisco Rey Sacristán. Las 5S: orden y limpieza en el puesto de trabajo FC Editorial, 2005, Capítulo VI, Pág. 167

3. **Seisō / Limpiar:** Eliminar la suciedad, pretende: Un lugar limpio no es el que más se limpia sino el que menos se ensucia.
4. **Seiketsu / Estandarizar:** Señalar anomalías, pretende: Detectar situaciones irregulares o anómalas, mediante normas sencillas y visibles.
5. **Shitsuke / Entrenamiento y autodisciplina:** Mejorar continuamente, pretende: Trabajar permanentemente de acuerdo con las normas establecidas.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 Vidrio templado

El vidrio templado es un tipo de cristal de seguridad utilizado principalmente en la industria automotriz y la construcción.

Historia

En la actualidad aún se desconoce la fecha de cómo se originó el vidrio, sin embargo, existe una versión aceptada basada en una anécdota donde algunos mercaderes Fenicios llegaron a una zona de Siria, la cual era rica en sílice y para poder contar con fogatas durante la noche utilizaron bloques de Carbonato de Sodio (mineral salino), el cual pusieron en contacto con el fuego iniciaron un proceso químico desconocido para ellos, la cual era en que: la mezcla de la arena con dichos bloques fundiéndose en un material viscoso y brillante que endurecía rápidamente.

Alguna de las técnicas antiguas con las que se contaban en aquellos tiempos, consistía en tallar recipientes en bloques macizos de cristal. Otra técnica se realizaba fundiendo el vidrio con métodos parecidos a los utilizados en la cerámica y metalurgia. También se elaboraban tiras de vidrio, que posteriormente se fundían juntas en un molde y producían vidrios en listones. En el tiempo de los romanos se utilizó una nueva técnica denominada soplado. Esta técnica permitió la elaboración de recipientes, e incluso de láminas para ventanas, sin embargo, estas laminas eran de buena calidad cuando eran de pequeño tamaño. El método de soplado de vidrio era mucho más rápido y más barato, lo cual permitió que el vidrio incoloro tomara mucha mayor importancia que el coloreado, suplantando a este último para la elaboración de piezas preciadas.

Fabricación

Para fabricar un vidrio térmicamente templado, este se calienta gradualmente hasta una temperatura de ablandamiento entre 620 y 700 grados Celsius para después ser enfriado rápidamente con aire. De esta manera se consigue un cristal con esfuerzos de compresión en su superficie y en el interior esfuerzos de tensión, dándole mayor resistencia estructural al impacto que un vidrio sin tratar, teniendo la ventaja adicional de que en caso de rotura se fragmenta en pequeños trozos inofensivos.

El vidrio templado adquiere otras propiedades importantes, como es la resistencia a la flexión, la resistencia al choque térmico (diferencia de temperatura entre una cara y la otra que produce la rotura de éste), si pasa de 60 °C a 240 °C., por lo que es recomendado en puertas de hornos de cocina y lámparas a la intemperie.

Para su proceso existen dos tipos básicos de hornos: De Pinzatura, ya casi en desuso por las marcas que dejan las pinzas al sostener el vidrio verticalmente durante el proceso y Horizontal, que es el más usado por la industria. Para vidrios reflectivos o de baja emisividad (Low-e) deben de usarse hornos horizontales provistos de sistemas de calentamiento por convección.

La gran mayoría de hornos horizontales transportan el vidrio sobre rodillos cerámicos, aunque en algunos se ha utilizado con éxito un sistema de transporte que, mediante presión y vacío controlados, hacen flotar el vidrio por debajo de un techo cerámico plano.

2.2.2 Lección de un punto.

Es una herramienta usada para transmitir conocimientos de manera efectiva y dinámica, en donde se plantean casos de problemas y casos de mejoras, tiene como objetivos elevar los conocimientos y habilidades en un corto periodo, estimulando el trabajo en grupo y aumenta el compromiso del operario con el equipo.

2.2.3 Productividad.

Es la relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción.

También puede ser definida como la relación entre los resultados y el tiempo utilizado para obtenerlos: cuanto menor sea el tiempo que lleve obtener el resultado deseado, más productivo es el sistema. En realidad la productividad debe ser definida como un indicador de eficiencia que relaciona la cantidad de recursos utilizados con la cantidad de producción obtenida.

CAPÍTULO III: PROCESO DE TOMA DE DECISIONES

3.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.

En el área de arquitectura de Corporación Miyasato se procesan vidrios templados con un tiempo de entrega promedio de 12 días a partir de la fecha de realización del pedido. Lo cual es un plazo alto considerando que en el mercado hay empresas que ofrecen tiempos de entrega menores que van de 6 a 8 días. Lo cual es un malestar para los clientes que tienen que esperar un tiempo mayor para la entrega de sus pedidos.



Figura 1. Diagrama Causa Efecto para identificar la problemática

3.2 CAUSAS Y EFECTOS

3.2.1 Causas

- Tiempos muertos en arranques de máquinas.
- Excesiva cantidad de reposiciones de cristales por rotura, quiñadura, ralladuras, mala calidad de la materia prima.
- Paradas de máquinas por falla mecánica o eléctrica.
- El desorden en la clasificación de los cristales ocasiona que los vidrios de un mismo pedido estén mezclados en distintos caballetes, lo cual dificulta la ubicación de todos los cristales para poder terminar una orden de producción.
- Falta de especialización en el puesto de trabajo, debido a la constante rotación de personal operario.
- Parada de maquina 15 min. antes de fin de turno para la limpieza del área de trabajo.
- Ausentismo del personal.
- Falta de la actualización de los procedimientos de trabajo, que incluya las nuevas herramientas adquiridas para el control del proceso de los cristales.

3.2.2 Efectos

- Malestar por parte de los clientes por retrasos en la entrega de sus pedidos.
- Incremento en el costo directo de producción, debido a la necesidad de pagar horas extras al personal operario, para poder cumplir con los pedidos en las fechas acordadas.
- Pérdida de tiempo y de mano de obra, en la ubicación de cristales de un mismo pedido.
- Los clientes prefieren hacer sus pedidos con la competencia debido a que ahí le ofrecen fechas de entrega menores.
- Incremento del costo directo de producción debido al exceso en las reposiciones de cristales, por una mala manipulación (rotura, quiñadura, ralladuras) o por la mala calidad de la materia prima.

Para la selección de la alternativa de solución más adecuada se considera la tabla de puntuación que se muestra a continuación:

Para la selección de la alternativa de solución más adecuada se considera la tabla de puntuación que se muestra a continuación:

3.3 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.

Se plantearán las siguientes alternativas de solución:

- Implementación del TPM'S, dirigido por la propia empresa.
- Tercerizar la implementación del TPM.

3.4 EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN.

Para la selección de la alternativa de solución más adecuada se considera la tabla de puntuación que se muestra a continuación:

Tabla de puntuación

Superior	10
Alta	8
Media	6
Baja	4
Mínima	2

Con esta tabla de puntuación se evalúan las dos alternativas, colocándole puntuación a cada aspecto que sea significativo para la solución del problema, como se muestra a continuación:

Aspectos a evaluar	Alternativa 1: Implementación del TPM dirigido por la propia empresa	Alternativa 2: Tercerizar la implementación del TPM	Puntuación de alternativa 1 :	Puntuación de alternativa 2 :
1)Tiempo de ejecución	E salto, a largo plazo entre 2 a 3 años.	Es superior, por la experiencia que tiene la empresa a contratar, se verían resultados en un plazo menor.	8	10
2) Aspecto económico	Es superior, requiere de una inversión económica menor, ya que puede usar recursos propios, capital humano, infraestructura, etc.	Es media, ya que el monto que cotiza la empresa a contratar es mayor al que si lo dirigiera la misma empresa.	10	6
3) Apoyo de la gerencia	Es superior, La gerencia da el apoyo para que se use personal actual, ya que conocen los procesos y contratar a personal de apoyo.	Es alto, la gerencia valora la experiencia y resultados previos en otras empresas, que pueda tener la empresa a contratar.	10	8
4) Compromiso del personal de mantenimiento	Es superior, el trabajador se sentirá más comprometido y motivado a participar en la implementación si lo dirige la propia empresa, por la confianza.	Es alto, el trabajador tendría que tratar con personal de la empresa a contratar y no tendría la misma confianza que si fuera personal de la misma empresa.	10	8
5) Flexibilidad al cambio	Es alta, ya que se haría con personal propio de la empresa, se podrían adaptar cambios.	Es baja, la empresa a contratar traería un cronograma ya establecido que no acepta mayores cambios.	8	4
			46	36

De la matriz de enfrentamiento, se obtiene que la alternativa N°1, es la más favorable debido al mayor puntaje obtenido en la escala. Por lo que se decide como solución, que la implementación del TPM sea dirigido por la propia empresa.

3.5 ESTRATEGIAS ADOPTADAS PARA DESARROLLAR LA SOLUCIÓN SELECCIONADA.

De lo mostrado en el capítulo 1.2.5, de la Matriz FODA y del diagrama de Ishikawa del capítulo 3.1, se pueden seleccionar las siguientes estrategias para ser implementadas para la optimización del mantenimiento en la línea de arquitectura y de manera general para toda la planta:

- ✓ Estrategia FO1. Implementar un modelo para la gestión del mantenimiento
- ✓ Estrategia FO3. Talleres de capacitación para todo el personal sobre actividades básicas de limpieza, lubricación e inspección.

- ✓ Estrategia DO1. Crear un área de Gestión del Mantenimiento.
- ✓ Estrategia DO2. Implementar un programa de mantenimiento periódico, sistema de documentación e indicadores de gestión.
- ✓ Estrategia DO4. Implementación de las 5´S en todos los puestos de trabajo.
- ✓ Estrategia FA2. Impulsar el mantenimiento autónomo en las líneas de producción.
- ✓ Estrategia DA2. Mejorar la gestión de los procesos de producción mediante herramientas de mejora continua.

CAPÍTULO IV: DESARROLLO DEL PROGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DEL TPM

De lo visto en el capítulo III se puede determinar que las estrategias a desarrollar van orientadas al mantenimiento planificado, autónomo y mejora orientada que son tres de los pilares del TPM. Lo que se quiere lograr es que tanto las áreas de producción y mantenimiento busquen la mejora de la productividad de la planta, optimizando procesos, reduciendo costos y creando ambientes seguros para el trabajo.

4.1 PLAN MAESTRO DE IMPLEMENTACIÓN

El plan maestro de implementación del TPM se detallara en el Anexo 6.

4.2 MANUAL DE TPM

El manual del TPM es un documento que se crea con el fin de dar una descripción apropiada del sistema de trabajo; para la implementación, seguimiento y control de las actividades establecidas para el desarrollo del TPM.

El manual de TPM se detallara en el apéndice 1, en la sección de anexos.

4.3 IMPLEMENTACIÓN DEL ÁREA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

Para llevar una buena gestión de la implementación del TPM, es necesario tener personal que se encargue de gestionar todos los programas de mantenimiento de la planta, es por ese motivo que la estructura organizacional cambió a la mostrada en la figura 4.1

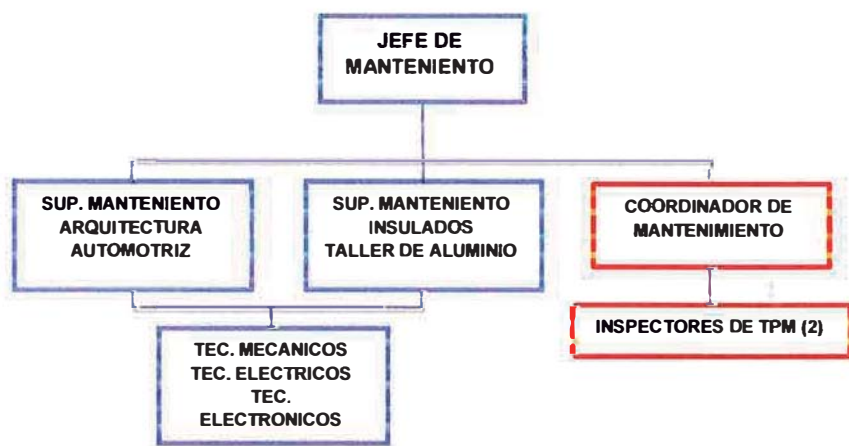


Figura 4.1 Nueva Estructura Organizacional de Mantenimiento

Se aprecia que al Jefe de Mantenimiento se le ha adicionado un coordinador de mantenimiento, el cual se encargará en una primera etapa de planificar con el área de Arquitectura todo lo referente a la implementación del TPM. Adicionalmente el coordinador de mantenimiento contará con el apoyo de 2 inspectores de TPM (uno por turno), que se encargarán de levantar información en toda la planta para los mantenimientos.

4.4 MEJORA DE LA EFICIENCIA GLOBAL DEL EQUIPO – OEE

El OEE es un indicador de la condición de una planta que toma en cuenta la disponibilidad, el rendimiento y la tasa de calidad; y se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Tasa de Calidad}$$

Dónde:

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

$$\text{Tiempo de Operación} = \text{T. Disponible} - \text{T. Parada No Programadas}$$

$$\text{Tiempo Disponible} = \text{T. Calendario} - \text{T. Paradas Programadas}$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Tiempo de Operación NETO}}{\text{Tiempo de Operación}} \times 100\%$$

$$\text{Tiempo de Operación NETO} = \frac{\text{Producción Total}}{\text{Capacidad Nominal}}$$

$$\text{Tasa de Calidad} = \frac{\text{Producción Total} - \text{Rechazos}}{\text{Producción Total}} \times 100\%$$

Los indicadores OEE en la Planta de Arquitectura, al inicio serán llenados en una hoja de cálculo EXCEL, aquí se colocara una estructura de las máquinas de la línea de procesamiento de arquitectura con su respectiva codificación para ser reconocidas fácilmente, al momento de cargar información. Se establecerá también un formato de paradas maquinas en donde se detallara el motivo o razón de la parada. Para calcular la tasa de calidad se usara la información ya registrada en el sistema AXION.

Una vez cubierta esta primera etapa se procederá a recopilar información y a evaluar los indicadores OEE, Disponibilidad, Rendimiento y Tasa de Calidad inicial de la Planta. Se obtendrá un promedio semanal de estos indicadores por toda la línea mediante gráficas, para poder compararlos y ver su evolución.

Se establecerán objetivos para los indicadores OEE, los cuales se muestran a continuación según la tabla 4.2

INDICADOR	OBJETIVO
OEE	85%
DISPONIBILIDAD	90%
RENDIMIENTO	95%
TASA DE CALIDAD	99%

Tabla 4.2: Objetivos del OEE

Los avances de los indicadores OEE de los primeros 3 meses se pueden apreciar en el Anexo 5.

4.5 MEJORA DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PLANIFICADO.

La mejora del mantenimiento planificado se llevara a cabo según el Plan Maestro; se recopilara información, elaborando formatos, cartillas de evaluación y definiendo objetivos.

4.5.1 Evaluación de maquinarias y comprender la situación actual.

Lo que se debe hacer primero es realizar fichas técnicas de las maquinarias de la Planta, aquí se detallara la ubicación, frecuencia de mantenimiento, criticidad, sub-equipos, un registro de los sub-equipos con sus componentes y la frecuencia de cambio.

Luego se procederá a clasificar las maquinarias para determinar cuáles de ellas serán incluidas en el Plan de Mantenimiento preventivo inicial. Los criterios para evaluar la antigüedad de las maquinarias la podemos observar en la tabla 4.3.

TIEMPO DE USO (AÑOS)	ANTIGÜEDAD	CLASIFICACIÓN
< 0 A 5 >	NUEVO	A
< 5 A 20 >	USADO	B
MAYOR A 20	OBSOLETO	C

Tabla 4.3. Criterio para evaluar la antigüedad de los equipos

Usando esta tabla se determinara las maquinarias importantes y críticas que serán incluidas dentro del programa de mantenimiento preventivo.

Luego se procederá a recopilar toda la información necesaria para evaluar la situación inicial de la planta respecto al tiempo promedio entre fallas (MTBF), indisponibilidad y costos de mantenimiento, analizando esta información se determinara si la frecuencia actual del mantenimiento es la adecuada.

$$\text{MTBF} = \frac{\text{T. Disponible}}{\text{Número de Fallas}}$$

$$\text{Indisponibilidad} = \frac{\text{T. Fallas de Equipo}}{\text{T. Disponible}} \times 100\%$$

Por último se procedió a establecer indicadores y objetivos de mantenimiento los que se pueden apreciar en la tabla 4.4

INDICADOR DE GESTIÓN	OBJETIVO DE MANTENIMIENTO
MTBF	MAYOR A 360 HORAS
INDISPONIBILIDAD	MENOR O IGUAL A 2.5%
NIVEL DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO	MAYOR O IGUAL A 97%
CUMPLIMIENTO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO	MAYOR O IGUAL A 90%
NIVEL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	MAYOR O IGUAL A 92%
NIVEL DE TPM	MAYOR O IGUAL A 40%
CUMPLIMIENTO DE ACTIVIDADES TPM	MAYOR O IGUAL A 90%
TOTAL DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	MAYOR O IGUAL A 100 MESUAL
COSTO DE MANTENIMIENTO	MENOR A 5 \$ / M2 TEMPLADO

Tabla 4.4: Indicadores de gestión y objetivos de mantenimiento

4.5.2 Eliminación del deterioro y corrección de desvíos en la planta.

Antes que se pueda implementar el mantenimiento autónomo las maquinas han estado expuestas a un deterioro considerable, esto debido a la falta de inspección y de un mantenimiento más frecuente.

Dado esto es muy importante dar el apoyo necesario a los operarios de producción para poder corregir estos deterioros y hacer que las maquinarias queden en condición óptima, para lograr esto se llevará a cabo las siguientes actividades:

- Elaborar afiches con lecciones de un punto o LUP's, en donde se describa la forma correcta de cómo se debe realizar una determinada labor.
- Elaboración de un reporte de inspección de las maquinarias antes de su arranque.

- Realizar una charla de instrucción al personal operario en donde se les indique como deben inspeccionar, lubricar, limpiar y algunas restauraciones de las maquinas.
- Capacitar al personal para que pueden detectar los origenes de las fallas y así poder evitarlas.

4.5.3 Creación de un sistema para gestionar la información.

Se creara un sistema de gestión de información, que se encargara de recopilar la información proveniente de las notificaciones de parada de máquinas para la creación de planes de mantenimiento y así poder obtener indicadores como el MTBF, indisponibilidad, OEE, etc.

4.5.3.1 Sistema de gestión de fallas en maquinarias.

Se implementara un sistema para la notificación de avisos de mantenimiento, aquí se registraran las paradas de las máquinas y se hará mención al nombre de la máquina, parte de la maquina afectada, el motivo de la falla, la fecha y hora, el tiempo de parada y un campo para describir lo sucedido.

4.5.3.2 Sistema de gestión de costos y presupuestos

Actualmente el presupuesto destinado para mantenimiento se consideraba como 50% al correctivo y el 50% al preventivo y lo que se quiere lograr es que este pueda ser dividido, como se muestra a continuación:

ACTUALMENTE	PROPUESTA
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	MANTENIMIENTO PREVENTIVO
	MANTENIMIENTO CORRECTIVO
	MEJORAS
MANTENIMIENTO CORRECTIVO	REPUESTOS - MTTO CORRECTIVO
	REPUESTOS - MTTO. PREVENTIVO.
	REPUESTOS - MEJORAS

Tabla 4.5 Clasificación del presupuesto de mantenimiento.

De igual manera el sistema que se implemente deberá tener opción de consultar cuanto del presupuesto anual destinado para cada tipo de intervención se va utilizando.

4.5.4 Implementar un Sistema de Mantenimiento Preventivo.

Se toma en cuenta que no todos las maquinarias van a formar parte del plan de mantenimiento preventivo, solo se seleccionaran aquellas que tengan un tiempo de trabajo mayor y son primordiales para el flujo continuo de la línea de producción.

Luego se procederá a elaborar un plan de mantenimiento preventivo, basándonos en el historial de las máquinas, los manuales, y recomendaciones adicionales del fabricante. El plan de mantenimiento debe incluir: equipos a intervenir, los repuestos, tipos de actividades a realizar, frecuencias y tiempo de intervención.

Lo que se busca inicialmente es que las actividades de mantenimiento se vayan estandarizando de manera progresiva, conforme se van ejecutando.

4.6 MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

Para la planta de Arquitectura, la implementación del mantenimiento autónomo es de suma importancia debido al incremento de la producción, por tal razón se debe especializar a los operarios para que ellos puedan detectar posibles fallas cuando recién se están iniciando y así evitar el deterioro de las máquinas.

4.6.1 Implementación de las tres primeras “S”

Se debe iniciar con la capacitación del personal obrero y administrativo de planta, para que comprendan la filosofía de las 5´S y se puedan sentir comprometidos con este proyecto, haciendo un mayor hincapié a las primeras 3´S a fin de poder cumplir con el objetivo.

Las primeras 3´S se desarrollaron a partir del día que se inició la implementación del TPM el 07 de octubre, ahí se verá la eliminación de elementos innecesarios y la limpieza general de toda la planta. Algunos avances se pueden apreciar en el anexo N°3.

4.6.2 Implementación de los 3 primeros pasos del Mantenimiento Autónomo

En una primera etapa se implementaran los 3 primeros pasos TPM ya que estos buscan establecer y mantener condiciones básicas del equipo, eliminando y evitando el deterioro.

4.6.2.1 Limpieza inicial

En esta primera etapa se realizara una charla de capacitación al personal obrero, en donde se le explicara la importancia de mantener la limpieza dentro de planta y la de su lugar de trabajo y las consecuencias que trae el no hacerlo.

El objetivo de esta primera etapa es la eliminación del polvo, la suciedad y los desechos. Y así poder detectar algunas anomalías en el funcionamiento de las maquinarias.

Para esto será necesario capacitar al personal obrero en temas de limpieza, lubricación y el correcto ajuste de elementos de sujeción. Adicionalmente se elaborarán LUP's en donde se detallará algunos ejemplos de estas tareas.

4.6.2.2 Eliminación de fuentes de contaminación y puntos inaccesibles

En este segundo paso el operario usará su capacidad creativa para implementar mejoras eficaces para mantener en óptimas condiciones las maquinarias.

Lo siguiente será reducir los tiempos de limpieza, chequeo y lubricación introduciendo dos tipos de mejora: prevención de fugas, derrames y mejorar la accesibilidad a los puntos de lubricación y limpieza.

4.6.2.3 Establecimiento de estándares de limpieza e inspección

Este paso tiene como objetivo, garantizar los logros obtenidos en los pasos anteriores y asegurar que las maquinarias se mantengan en óptimas condiciones. Para esto se elaborarán cartillas o check list para ser llenado por los operarios en donde se detallará el estado inicial de la maquinaria al inicio del turno.

4.7 MEJORAS ORIENTADAS.

Se implementará un formato de propuesta de mejora orientadas a planta, en donde todo el personal de planta tenga acceso a proponer algún cambio de los procesos actuales, el cual será evaluado para ver su factibilidad de implantación. En un corto plazo como manera de estímulo, se puede llegar a premiar a las propuestas de mejora que logren maximizar la eficiencia global de

las maquinarias y procesos. Para conseguir esto se tendrá que capacitar al personal de planta en la metodología del PDCA que se muestra en la figura 4.2.

Mejora Continua

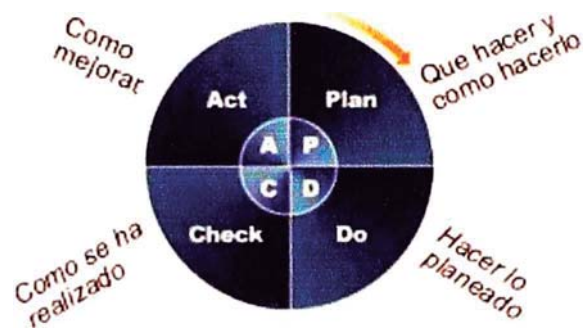


Figura 4.2 Metodología del PDCA

CAPÍTULO V: RESULTADOS A OBTENER DE LA IMPLEMENTACIÓN

Los resultados que se irán obteniendo de la implementación serán presentados a la Gerencia de Producción mediante informes mensuales de avance con el fin de analizar los resultados obtenidos y tomar medidas correctivas de darse el caso.

5.1 INDICADORES DE EFICIENCIA Y EFICACIA DEL TPM

De los indicadores objetivo como el incremento de OEE, la mejora de indisponibilidad y la reducción de costos de mantenimiento se esperan obtener los siguientes resultados:

Eficiencia Global del Equipo – OEE: Aquí se propone llegar a un indicador de 85%.

Indisponibilidad de Planta: El objetivo a lograr es que el indicador llegue a 2.5%.

Costos de Mantenimiento: El objetivo que se propone es de disminuir este valor a menos de 5\$ /m² templado.

5.2 PLANES DE MANTENIMIENTO.

Una forma de medir la efectividad del plan de mantenimiento es por medio de los siguientes indicadores:

Nivel de Mantenimiento Programado:

Inicialmente el plan de mantenimiento no abarcaba a toda las maquinarias, solo llegaba a un 80% aprox. Y el objetivo planteado es llegar a un 95% al finalizar la implementación.

Cumplimiento del Programa de Mantenimiento:

El objetivo que se espera alcanzar al terminar la implementación es de 90%. Actualmente el cumplimiento del programa de mantenimiento llega hasta un 80%.

Nivel de Mantenimiento Preventivo:

Actualmente se tiene un nivel de mantenimiento preventivo de 70%, ya que las otras actividades de mantenimiento son correctivas y se tiene como objetivo llegar a un 92%.

5.3 NIVEL DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO.

Se relacionan los siguientes indicadores:

Número de Lecciones de un Punto: Actualmente se cuentan con cero LUP´s y el objetivo a llegar será de 30 lecciones de un punto al año de empezar la implementación.

Nivel de TPM: Este nivel mide la participación del personal en las actividades de mantenimiento periódico. Actualmente se tiene un nivel de 0% y el objetivo a conseguir es de 80% al terminar el plan de implementación.

5.4 NIVEL DE MEJORA ORIENTADA

Este nivel se incrementa según haya la necesidad de optimizar las mejoras en planta en busca de incrementar la productividad, se puede relacionar con:

Número de formatos de propuestas de mejora llenados: Aquí se puede medir el nivel de compromiso y motivación que tiene el personal por mejorar sus condiciones trabajo, para que estos sean más productivos y agradables. Se quiere llegar a un objetivo de 10 propuestas de mejora por mes.

Ahorros debido a las propuestas de mejora: Al inicio los resultados obtenidos son favorables y se espera obtener más ahorros por este concepto, pero conforme se vaya afianzando la implementación y comprometiendo al personal se espera llegar a tener un ahorro promedio de 60000 \$/año.

5.5 PUESTOS DE TRABAJO ORDENADOS, SEGUROS Y LIMPIOS

Esto se relaciona estrechamente con la aplicación de las 5S's en cada uno de los puestos de trabajo, tanto en planta como en oficinas.

En una primera etapa se espera implementar las 3 primeras "S" (clasificar, ordenar, limpiar), para lo que se realizaran auditorias periódicas para un mejor monitoreo y control. Se usaran comparativos de antes y después en los diferentes ambientes de la planta para ver el alcance que se tiene.

CAPÍTULO VI: ANÁLISIS DE COSTOS

Al iniciar el plan de implementación de TPM, se realizó un análisis de costos para examinar cuanto es lo que está perdiendo la Planta de Arquitectura por las paradas de máquinas, el costo de mano de obra debido a las paradas de máquinas, la producción perdida y el costo de los repuestos que no se cambian de forma temprana.

Para poder calcular estos costos es necesario contar con la siguiente información: costo de mano de obra, utilidad marginal de la Planta de Arquitectura, la cual lo podemos encontrar en la tabla 6.1 que se muestra a continuación:

Período: 2013	
Costo de Mano de Obra (S./hora)	5
Utilidad Marginal (S./ M2 de vidrio templado)	48

Tabla 6.1: Consideraciones para el análisis de costos.

Los cálculos se realizaron como se muestra a continuación:

$$\text{Costo Mano Obra Pérdida} = \text{Costo Mano Obra} \times \text{Tiempo Parada}$$

$$\text{Costo Producción Perdida} = \text{Utilidad Marginal} \times \text{Tiempo de Parada}$$

El costo de implementación del programa de TPM se estima en S/. 71000 aproximadamente; el cual será dividido en dos años, que es el tiempo estimado que durara la implementación y será distribuido como se muestra en la tabla 6.2.

CLASE DE COSTE	PRESUPUESTO (S/.)
SEMINARIOS Y CURSOS	7000
PREMIACIONES AL PERSONAL OBRERO	7000
INTEGRACIÓN OBREROS - EMPLEADOS	5000
MEJORAS	30000
APLICACIÓN DE LAS 5'S	8000
MATERIALES Y UTILES DE OFICINA	3000
SERVICIOS VARIOS	6000
TOTAL	66000

Tabla 6.2: Presupuesto para la implementación del TPM.

A partir de partir de julio del 2013 se empezó a llevar un reporte de paradas de maquina en los procesos de corte, pulido, lavado y horno (Anexo 3). Esto con el fin de tener un dato más exacto y detallado del tiempo de paradas de maquina acumulado y los relacionados con el área de mantenimiento.

El mantenimiento autónomo se basa en la realización de tareas de limpieza lubricación e inspección de parte de los operarios de las maquinarias, de tal forma que no se recurra al personal de mantenimiento para labores menores y a su vez se pueda alargar los tiempos de mantenimiento programado y aumentar el tiempo promedio entre fallas (MTBF).

A continuación se mostrara un detalle de las paradas de máquina del **área de corte**, pulido, lavado y templado.

**DETALLE DE PARADAS DE MÁQUINA: SECCIÓN CORTE
PROMEDIO MENSUAL JULIO - SETIEMBRE**

		(min) x Turno	(min) x Mes	Porcentaje
1	Carga de cajón	45	1080	21.43%
2	Carga de plancha	15	360	7.14%
3	Tecla Ocupado Bottero 1	20	480	9.52%
4	Falta de Materia Prima	10	240	4.76%
5	Búsqueda de Caballete	15	360	7.14%
6	Revisión Modulación	10	240	4.76%
7	Limpieza fin de turno	15	360	7.14%
8	Falla Eléctrica	15	360	7.14%
9	Cambio de rueda de corte	10	240	4.76%
10	Cambio de vaselina	10	240	4.76%
11	Falla Mecánica	20	480	9.52%
12	Falta de Personal	10	240	4.76%
13	Separación de Etiquetas moduladas	15	360	7.14%
			5040	100%

Tabla 6.3: Paradas de máquina sección corte, periodo Julio-Setiembre.

Analizando la información obtenida de las paradas de máquina en el área de corte se hace una selección de las actividades que se pueden mitigar con la aplicación del TPM.

Se seleccionaron con rojo 3 actividades:

1. Limpieza fin de turno.- Hasta setiembre del 2013 había una parada de máquina de 15 min antes de fin de turno para realizar la limpieza de la máquina. Con la aplicación de las 5's se redujo este tiempo a 5min.

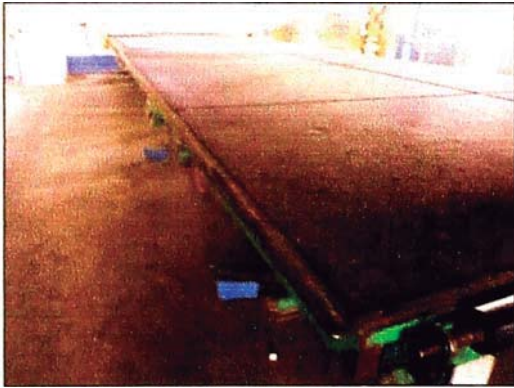
Esto consistió básicamente en facilitar el trabajo de limpieza del operario y así poder reducir el tiempo de limpieza. Por ejemplo:

Al abrir los cajones con vidrios se generaban desperdicios de plásticos y zunchos, los cuales eran acumulados y llevados a los contenedores al

finalizar el turno. Ahora se cuentan con contenedores pequeños dentro de planta que son utilizados al momento de abrir cada cajón, ahorrando el tiempo de desplazamiento del operario al finalizar el turno.

La limpieza del piso se mejoró colocando cajoneras alrededor de la mesa de corte, las cuales son retiradas y vaciadas al finalizar el turno. Con esto se redujo de gran manera el tiempo de barrido del área.

Antes



Después

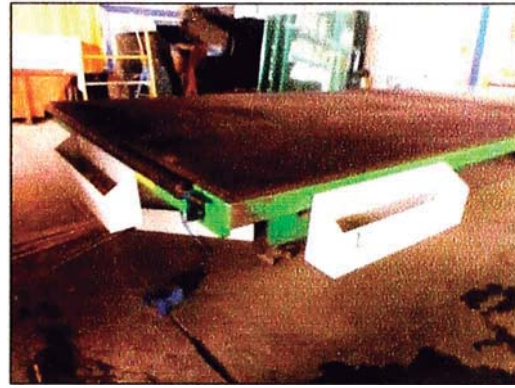


Fig. 6.1 Mesa de corte Cortadora Bottero I

2. Cambio de rueda de corte y cambio de vaselina.- Para realizar estas actividades se llamaba a personal de mantenimiento ya que es necesario el uso de herramientas para poder cambiar la rueda de corte o abrir la tapa de la vaselina. Actualmente al operador de la cortadora se le ha capacitado y entregado herramientas para ellos mismos puedan realizar esta labor y así no perder tiempo en esperar a que el personal de mantenimiento vaya a la cortadora a realizar esta labor.



Ahora el operador realiza el cambio de la rueda de corte



Ahora el operador realiza el cambio de la vaselina, abriendo la guarda del cabezal de corte.

Los tiempos ganados a favor de producción son de:

1. De la labor de limpieza de fin de turno se obtuvo 10 min más de producción al por turno lo que significa 240 min al mes.
2. En la labor de cambio de rueda de corte y cambio de vaselina, se obtuvo 20 min más de producción al por equivalente a 480 min al mes.

En total se obtiene un ahorro de 30 min más de producción por turno, considerando que el promedio de planchas cortadas por turno de 8 horas es 48, se tendrían 3 planchas más por turno significando 21 m² de vidrio cortado.

La ganancia obtenida es de:

1. Se obtienen 30 min más de producción por la tanto un ahorro de sobretiempo equivalente:

AH1: Ahorro obtenido por mano de obra por turno

T1: La tasa de sobretiempo es de 25% más las dos primeras horas.

AH1 = Costo mano obra (por Hr) X N° obreros X T1 X Hr Ahorrada

AH1 = 5 x 5 x 1.25 x 0.5 = S/. 15.63

2. También hay un ahorro por la energía al mes que se dejó de consumir que sería equivalente a S/.25 aprox.

El detalle de las paradas de máquina para el **área de pulido y lavadora** es de la siguiente manera:

**DETALLE DE PARADAS DE MÁQUINA: SECCIÓN PULIDO - LAVADORA
PROMEDIO MENSUAL JULIO - SETIEMBRE**

		(min) x Día	(min) x Mes	Porcentaje
1	Falta de Materia Prima	5	120	3.33%
2	Búsqueda de Caballete	10	240	6.67%
3	Limpieza de Área	15	360	10.00%
4	Falla Eléctrica	15	360	10.00%
5	Falla Mecánica	15	360	10.00%
6	Falta de personal	10	240	6.67%
7	Cambio de disco	10	240	6.67%
8	Cañería Obstruida	10	240	6.67%
9	Llenado de aceite	10	240	6.67%
10	Cambio de espesor	10	240	6.67%
11	Traslado de caballetes a lavadora	15	360	10.00%
12	Traslado de caballetes a máquina	15	360	10.00%
13	Atasco lavadora	10	240	6.67%
			3600	100%

Tabla 6.4: Paradas de máquina sección pulido - lavado, periodo Julio-Setiembre.

De igual forma se hace una selección de las actividades que se pueden mitigar con la aplicación del TPM.

Se seleccionaron las siguientes:

1. Limpieza fin de turno.- En el área de pulido y lavado se pusieron cajoneras alrededor de las mesas de esferas para ser retiradas y vaciadas a fin de turno. En la línea de pulido trabajan actualmente 4

operarios y se dispuso que mientras 3 operarios trasladaban los caballetes a la lavadora y los taladros se quedara 1 para ir limpiando un poco área, de manera que a fin de turno solo se pare 5 min para esta labor.



Fig. 6.2 Cajonera ubicada a la salida de horno Lavadora N°1

2. Cambio de disco, cañería obstruida y cambio de aceite.- Para realizar estas actividades se llamaba a personal de mantenimiento ya que es necesario el retiro de guardas y el uso de herramientas para esta labor. Lo que se hizo aquí fue capacitar al personal responsable de la pulidora para que pueda realizar esta labor y así no esperar la llegada del personal de mantenimiento. Aquí los tiempos de espera se redujeron a 5 min cada uno ya eliminó el tiempo de espera del personal de mantenimiento trayendo sus herramientas.



Fig.6.3 Se acondiciono un recipiente para el llenado de aceite a la máquina de pulido bilateral Titan I, que sea de fácil acceso al operario.

3. Atasco lavadora.- Aquí también se capacito y se le dio herramientas al personal responsable de la lavadora para que ellos puedan desmontar las guardas y sacar los vidrios que estuvieran atascados entre los rodillos de la lavadora. Aquí el tiempo se reduzco a 5 min, ya que se eliminó el tiempo de espera del personal de mantenimiento trayendo sus herramientas.

En total se obtiene un ahorro de 30 min más por turno, considerando que por turno de 8 horas se pulen 650 m2 de vidrio aproximadamente, se estaría ganando 41 m2 más de vidrio pulido y lavado por turno.

La ganancia obtenida es de:

1. Se obtienen 30 min más de producción por la tanto un ahorro de sobretiempo equivalente:

AH2: Ahorro obtenido por mano de obra por turno

T2: La tasa de sobretiempo es de 25% más las dos primeras horas.

AH2 = Costo mano obra (por Hr) X N° obreros X T2 X Hr Ahorrada

AH2 = 5 x 6 x 1.25 x 0.50 = S/. 18.75

2. También hay un ahorro por la energía al mes que se dejó de consumir que sería equivalente a S/.30 aprox.

Finalmente se detalla las paradas de máquina correspondiente al **área de los hornos** que es de la siguiente manera:

**DETALLE DE PARADAS DE MÁQUINA: SECCIÓN HORNO
PROMEDIO MENSUAL JULIO - SETIEMBRE**

		(min) x Día	(min) x Mes	Porcentaje
1	Limpieza	15	360	12.50%
2	Falla Eléctrica	10	240	8.33%
3	Falla Mecánica	10	240	8.33%
4	Falta de personal	15	360	12.50%
5	Recuperación del horno	10	240	8.33%
6	Cambio de espesor	15	360	12.50%
7	Falta de energía	5	120	4.17%
8	Pruebas	5	120	4.17%
9	Apoyo por refrigerio	20	480	16.67%
10	Calentamiento	15	360	12.50%
			2880	100%

Tabla 6.5: Paradas de máquina sección horno, periodo Julio-Setiembre.

De igual forma se hace una selección de las actividades que se pueden mitigar con la aplicación del TPM.

Se seleccionaron las siguientes:

1. Limpieza fin de turno.- En el área de los hornos se pusieron cajoneras alrededor de las mesas de descarga para que sean retiradas y vaciadas a fin de turno. Y se dispuso también que mientras se hacían los cambios de espesor el personal de la salida del horno tendría que ir limpiando el área de manera que a fin de turno no se tenga que parar el horno.

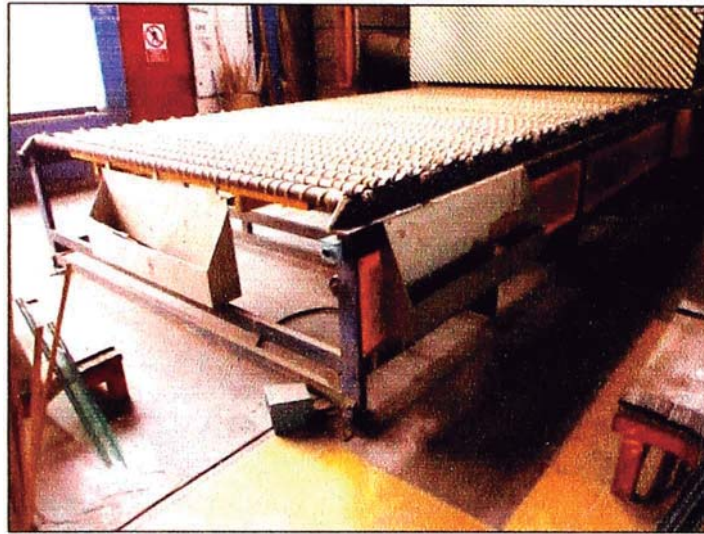


Fig.6.4 Cajoneras ubicadas en las mesas de salida del horno FTF1

2. Falla eléctrica y falla mecánica.- Entre las fallas más comunes por la que se recurren a los mecánicos y eléctricos se tienen las relacionadas a las alarmas por relay de las resistencias activadas y fajas termosoldables rotas. Para las relacionadas con los relay's activados se puede capacitar al operador del horno para que en una primera instancia sea el quien las active. También se dispuso la colocación de fajas termosoldables extras en los hornos para que en una rotura no se tenga que parar la máquina y se haga el cambio en ese momento. Aquí los tiempos de espera se redujeron a 10 min ahorrando un tiempo de 10min.

En total se tiene un ahorro de 20 min al día, considerando que por turno de 8 horas se puede templar 325 m² de vidrio, se estaría ganando 21 m² de vidrio templado por turno aprox.

La ganancia obtenida es de:

1. Al obtener 20 min más de producción por lo tanto un ahorro de sobretiempo equivalente de:

AH3: Ahorro obtenido por mano por turno.

T3: La tasa de sobretiempo es de 25% más las dos primeras horas.

AH3 = Costo mano obra (por Hr) X N° obreros X T3 X Hr Ahorrada

$$AH3 = 5 \times 5 \times 1.25 \times 0.33 = S/. 10.31$$

2. También hay un ahorro por la energía al mes que se dejó de consumir que sería equivalente a S/.45 aprox.

La planta de procesamiento de vidrio de arquitectura para poder lograr a producir 1300m² de vidrio templado al día cuenta con 2 cortadoras trabajando en 2 turnos de 8 horas (día y noche), en la línea de pulido y lavado se trabaja en 2 turnos y la línea de templado cuenta con 3 hornos los cuales se trabajan 3 turnos en el día y 1 en la noche.

De esta información se obtiene:

- 1.- En el área de corte se tiene un ahorro que asciende a: S/. 40.63 por turno, en total son 4 turnos y el monto ascendería a: S/. 162.52 por día
- 2.- En el área de pulido – lavado se tiene un ahorro que asciende a: S/. 48.75 por turno, en total son 2 turnos y el monto ascendería a: S/. 97.5 por día.
- 3.- En el área de los hornos se tiene un ahorro que asciende a: S/. 55.31 por turno, en total son 4 turnos y el monto ascendería a: S/. 221.24.

El monto ahorrado en total de toda la línea de arquitectura sería de: S/. 481.26 por día. Equivalente a: S/. 11550.24 al mes.

A continuación se puede visualizar un resumen total del Análisis de Costos.

Costo de Implementación de TPM (2013 -2014)	-66000
Ahorro Generado (Mensual)	11550.24
Retorno de la Inversión (Meses)	5.7
TIR a (2 años)	17.10%

Tabla 6.3: Resumen de Análisis de Costos

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- La realización de un adecuado y efectivo plan de mantenimiento, ayuda a evitar elevados costos de mantenimiento correctivo por paradas de máquinas y disminuir la indisponibilidad de estas.
- Con la implementación del TPM se han obtenidos resultados favorables a la finalización de las primeras etapas de la implementación, estas se ven reflejadas en el orden, limpieza y clasificación de los cristales para su fácil acceso y cumplimiento en relación a los tiempos de entrega.
- Con la elaboración de las lecciones de un punto (LUP's) y el entrenamiento del personal en temas de limpieza, lubricación e inspección, se ha mejorado el nivel del mantenimiento autónomo, incrementando el compromiso y la confianza del personal.
- Se debe de contar con personal comprometido para que puedan aplicar su experiencia, para seguir sacando adelante este proyecto se continuara trabajando con los jefes de área.
- La implementación de las tres primeras S's en la línea de arquitectura en una primera instancia ha traído grandes beneficios ya que el ambiente de trabajo se ve más ligero, pero se necesita de un monitoreo permanente para que sea duradero en el tiempo.

Recomendaciones

- Se debe documentar el avance de la implementación de las 5'S para tener una guía de referencia para una futura aplicación en las demás áreas de la corporación.

- Se recomienda elaborar planes de mantenimiento preventivos con la debida anticipación, que sean publicados para que los operarios de las maquinarias intervenidas puedan revisarlos y realicen alguna observación sobre algún trabajo específico.
- El desarrollo de las 5'S, es un proceso largo de implantación, por lo que el control y la capacitación tiene que ser constante durante la implantación y después de ella para obtener resultados significativos y duraderos.
- Después de cada intervención del área de mantenimiento, el coordinador de mantenimiento tendrá que enviar un informe de los trabajos desarrollados, para mantener un historial del equipo.
- Debido a la implementación del TPM se podrá atender una mayor cantidad de pedidos dentro de los plazos de entrega establecidos, por lo que se recomienda coordinar tanto con el área de abastecimiento de materiales como con el área de despacho el apoyo necesario que pueda hacer fluir este nuevo ritmo de trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- NAKAJIMA, Seiichi “Programa de Desarrollo del TPM – Implantación del Mantenimiento Productivo Total”. Productivity Press. Cambridge. Massachussets. 1992

- Implementación Del Mantenimiento Productivo Total en una línea de Producción de Alimento Balanceado de Alicorp S.A.A. – Ing. Ortiz Guarniz, Luis Abel. 2003

- **Mantenimiento Productivo Total**
<http://www.monografias.com/trabajos25/mantenimiento-productivo-total/mantenimiento-productivo-total.shtml> Extraído el 15/08/2013.

- **Mantenimiento Productivo Total**
<http://hemaruce.angelfire.com/tpm.pdf> Extraído el 17/08/2013.

- **TPM (Total Productive Maintenance)**
http://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento_productivo_total Extraído el 19/08/2013.

ANEXOS

Anexo 1: GLOSARIO DE TERMINOS

TPM: Mantenimiento productivo total (del inglés de total productive maintenance, TPM) es una filosofía originaria de Japón, el cual se enfoca en la eliminación de pérdidas asociadas con paros, calidad y costes en los procesos de producción industrial. Las siglas TPM fueron registradas por el JIPM ("Instituto Japonés de Mantenimiento de Planta").

Diagrama de Ishikawa: También llamado diagrama de causa-efecto o diagrama causal, se trata de un diagrama que por su estructura ha venido a llamarse también: diagrama de espina de pez, que consiste en una representación gráfica sencilla en la que puede verse de manera relacional una especie de espina central, que es una línea en el plano horizontal, representando el problema a analizar, que se escribe a su derecha. Es una de las diversas herramientas surgidas a lo largo del siglo XX en ámbitos de la industria y posteriormente en el de los servicios, para facilitar el análisis de problemas y sus soluciones en esferas como lo son; calidad de los procesos, los productos y servicios. Fue concebido por el licenciado en química japonés Dr.Kaoru Ishikawa en el año 1943.

Metodología de las 5'S: El método de las 5S, así denominado por la primera letra del nombre que en japonés designa cada una de sus cinco etapas, es una técnica de gestión japonesa basada en cinco principios simples. Se inició en Toyota en los años 1960 con el objetivo de lograr lugares de trabajo mejor organizados, más ordenados y más limpios de forma permanente para conseguir una mayor productividad y un mejor entorno laboral. Las 5S han tenido una amplia difusión y son numerosas las organizaciones de diversa índole que lo utilizan,tales como, empresas industriales, empresas de servicios, hospitales, centros educativos o asociaciones.

Lección de un punto: Es una herramienta usada para transmitir conocimientos y habilidades sobre el equipo, en donde se plantean casos de problemas y casos de mejoras, tiene como objetivos elevar los conocimientos y habilidades en un corto periodo, estimula el trabajo en grupo y aumenta el compromiso del operario con el equipo.

El Mantenimiento Autónomo: Es básicamente prevención del deterioro de los equipos y componentes de los mismos. El mantenimiento llevado a cabo por los operadores y preparadores del equipo, puede y debe contribuir significativamente a la eficacia del equipo. Esta será participación del "apartado" producción o del operador dentro del TPM, en la cual mantienen las condiciones básicas de funcionamiento de sus equipos.

Este Mantenimiento Autónomo Incluye:

- Limpieza diaria, que se tomará como un Proceso de Inspección.
- Inspección de los puntos claves del equipo, en busca de fugas, fuentes de contaminación, exceso o defecto de lubricación, etc.
- Lubricación básica periódica de los puntos claves del equipo.
- Pequeños ajustes
- Formación - Capacitación técnica.
- Reportar todas las fallas que no puedan repararse en el momento de su detección y que requieren una programación para solucionarse.

Productividad: Es la relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción. También puede ser definida como la relación entre los resultados y el tiempo utilizado para obtenerlos: cuanto menor sea el tiempo que lleve obtener el resultado deseado, más productivo es el sistema. En realidad la productividad debe ser definida como el indicador de eficiencia que relaciona la cantidad de recursos utilizados con la cantidad de producción obtenida.

Cristal Templado: Es un cristal primario (crudo) sometido a un proceso de calentamiento y enfriamiento brusco, que le da su alta resistencia al impacto, 5 veces la de un cristal primario. En caso se rompa, lo hace en pequeños trozos y sin aristas cortantes, lo que minimiza el riesgo de daños personales. Después del proceso de templado, el cristal no puede sufrir ninguna modificación, no se puede perforar ni cortar, ya que podría dañarse.

Hornos eléctricos

Calientan el vidrio principalmente mediante la radiación emitida por resistencias eléctricas.

Hornos de convección forzada

En este tipo de hornos el calor generado por quemadores (generalmente de gas) es impulsado mediante ventiladores hacia el vidrio.

Hornos mixtos

Son hornos eléctricos que producen cierta agitación del aire interior mediante sistemas de soplado de aire comprimido.

Vidrio templado en la industria automotriz

En la actualidad los vidrios templados del automóvil (laterales y luneta) son todos curvados. Esto hace que los hornos de templado de vidrio tengan, además de las zonas de calentamiento y de templado, una zona de curvado. De este modo, una vez ha pasado el vidrio por la zona de calentamiento, y alcanzada una temperatura superior a 575 °C, el vidrio accede a la zona de curvado, donde se le da la forma deseada y, posteriormente, a la de templado, donde se enfría abruptamente con aire.

Según la complejidad de la forma del vidrio, los curvadores se clasifican del siguiente modo:

Cilíndricos

Curvan el vidrio solamente en un eje (o en el otro eje lo curvan con radios muy amplios), pero no necesariamente con un radio constante. Generalmente se utilizan para fabricación de los laterales de los coches.

Esféricos

Curvan el vidrio en los dos ejes. Generalmente se utilizan para fabricación de lunetas. Los tipos más habituales son los curvadores de gravedad, los curvadores por soplado y los curvadores de prensa.

Anexo 2: TABLA DE CARGA DIARIA DE PRODUCCIÓN

CARGA DIARIA DE PRODUCCIÓN DE TEMPLADOS AL 17 AGOSTO (M2)													
Fecha de Ingreso	INGRESOS DIARIOS			Total	Capacidad de Producción		Saldo	DIAS				Fecha de Entrega	
	VD	LC	LI		Producción	Cola		Producción	Clasificar	No laboral	Plazo		
							2,262.53						
lunes 12/08	389.44	0	8.18	397.62	1,300.00	1,300.00	1,360.15	1.05	5	1	1	8	21-ago
Martes 13/08	849.45	160.62	336.22	1,346.29	1,300.00	1,406.44	1,406.44	1.08	5	1	1	9	22-ago
Miércoles 14/08	784.46	56.5	216	1,056.96	1,300.00	1,163.40	1,163.40	0.89	5	1	1	9	23-ago
Jueves 15/08	1,549.60	38.37	2.1	1,590.07	1,300.00	1,453.47	1,453.47	1.12	5	1	1	9	24-ago
Viernes 16/08	849.02	260.13	51.26	1,160.41	1,300.00	1,313.88	1,313.88	1.01	5	1	2	9	26-ago
Sábado 17/08	821.17	9.5	44.34	875.01	1,300.00	888.89	888.89	0.68	5	1	2	9	26-ago
Tot. Sem32	5,243.14	525.12	658.1	6,426.36	7,800.00								
Participación	81.59%	8.17%	10.24%										

Anexo 3: AVANCES DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PRIMERA S.

Antes



La zona ubicada atrás del horno FTF2 se encontraba desordenada y con material innecesario para el horno.

Después



Actualmente el pasadizo está libre de desperdicios y todos los materiales necesarios para el horno están en el gabinete.

Antes



El área ubicada en la zona de entrada del horno TGL estaba con caballetes de madera vacíos que no correspondían al área.

Después



Actualmente esa zona se encuentra libre y solo se ubican caballetes metálicos que son usados por el horno TGL.

Anexo 4: FORMATOS DE PARADE DE MAQUINA, AREAS DE CORTE PULIDO, LAVADO, ENTALLE Y HORNO

HORAS DE PARO - SECCIÓN DE CORTE																
		CORTADORA : <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/>			TRABAJADORES :											
		TURNO : <input type="text" value="DÍA"/> <input type="text" value="TARDE"/> <input type="text" value="NOCHE"/>														
		FECHA :														
ITEM	MOTIVO DE PARO	Veces	1		2		3		4		5		6		7	
			Ini.	Fin	Ini.	Fin	Ini.	Fin	Ini.	Fin	Ini.	Fin	Ini.	Fin	Ini.	Fin
1	Carga de cajon															
2	Carga de plancha															
3	Teclé Ocupado Botte 1															
4	Teclé Ocupado Botte 2															
5	Teclé Ocupado Botte 3															
6	Falta de Materia Prima															
7	Falta de Caballete															
8	Busqueda de Caballete															
9	Revisión Modulación															
10	Limpieza															
11	Falla Electrica															
12	Falla Mecánica															
13	Falta de Personal															
14	Falta de Separacion de Etiquetas															
15	Apoyo otra sección															
16	Por disposición - Supervisión															

HORAS DE PARO - SECCIÓN DE PULIDO - LAVADO

PULIDO POCKET : TRABAJADORES :

TURNO : DÍA TARDE NOCHE

FECHA :

ITEM	MOTIVO DE PARO	Veces													
		1		2		3		4		5		6		7	
		Ini.	Fin	Ini.	Fin	Ini.	Fin	Ini.	Fin	Ini.	Fin	Ini.	Fin	Ini.	Fin
1	Falta de Materia Prima														
2	Falta de Caballete														
3	Busqueda de Caballete														
4	Limpieza de Area														
5	Falla Eléctrica														
6	Falla Mecánica														
7	Apoyo otra sección														
8	Por disposición - Supervisión														
9	Falta de personal														
10	Cambio de batería														
11	Cambio de disco														
12	Cañería Obstruida														
13	Cambio de espesor														
14	Falta de carretilla hidraulica														
15	Traslado de caballetes a lavadora														
16	Traslado de caballetes a maquina														
17	Falta de energia														
18	Charlas SSOMA														
19	Charlas del area														
20	Permisos RRHH/otros														
21	Permiso baño														
22	Atasco lavadora														

HORAS DE PARO - TEMPLADO

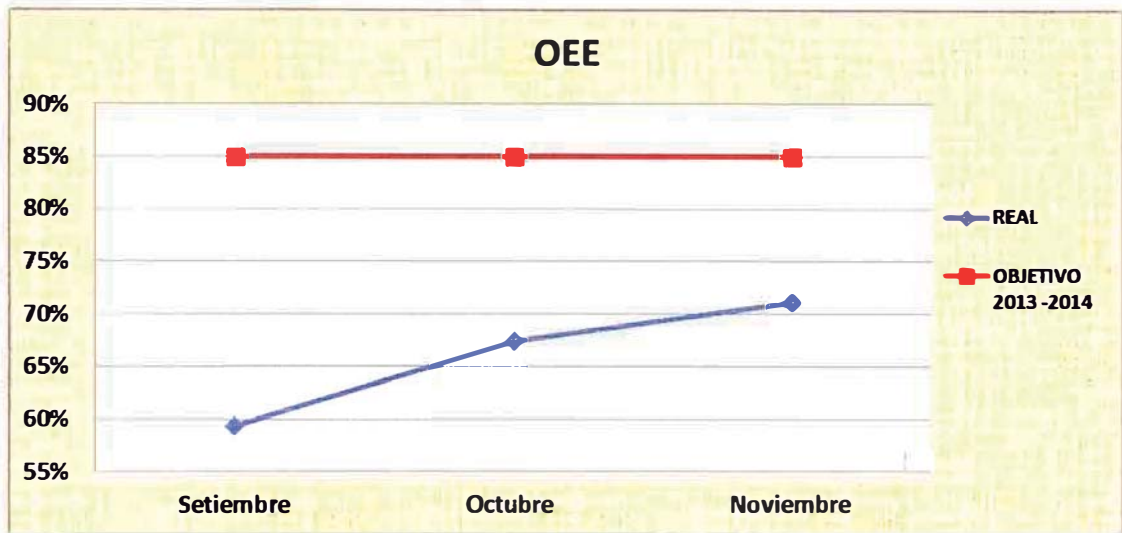
HORNO : FTF 1 FTF 2 TGL TRABAJADORES :

TURNO : DÍA NOCHE

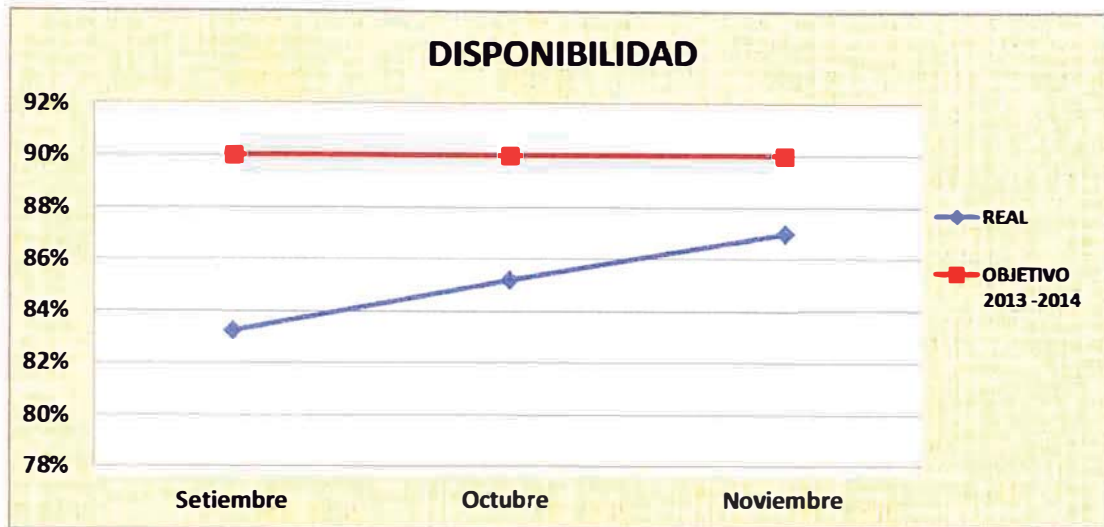
FECHA :

ITEM	MOTIVO DE PARO	Veces													
		1		2		3		4		5		6		7	
		Ini.	Fin	Ini.	Fin	Ini.	Fin	Ini.	Fin	Ini.	Fin	Ini.	Fin	Ini.	Fin
1	Limpieza														
2	Falla Electrica														
3	Falla Mecanica														
4	Apoyo otra sección														
5	Por disposición - Supervisión														
6	Mantto preventivo														
7	Falta de energia														
8	Pruebas														
9	Refrigerio														
10	Apoyo x refrigerio														
11	Calentamiento														

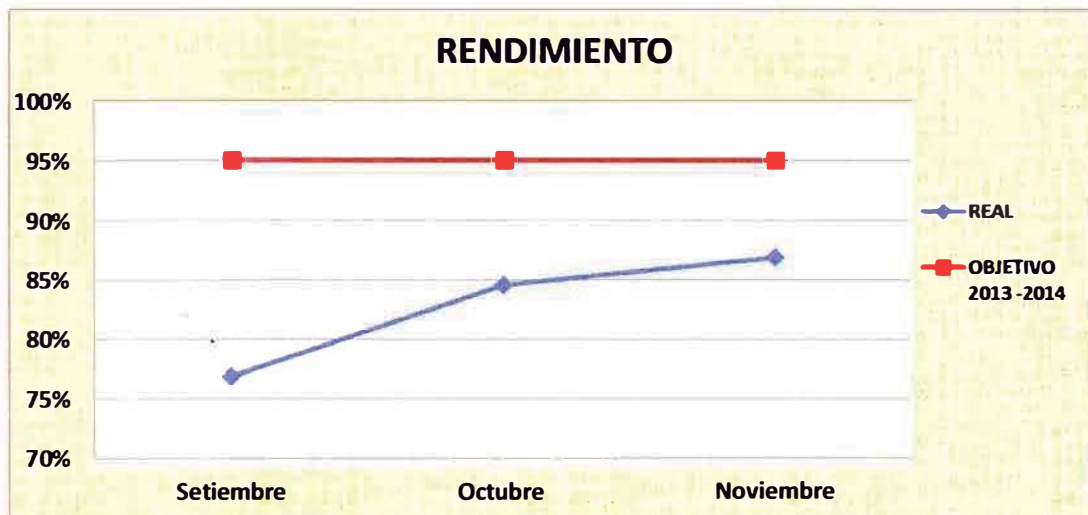
Anexo 5: AVANCE DE INDICADORES OEE SETIEMBRE – NOVIEMBRE



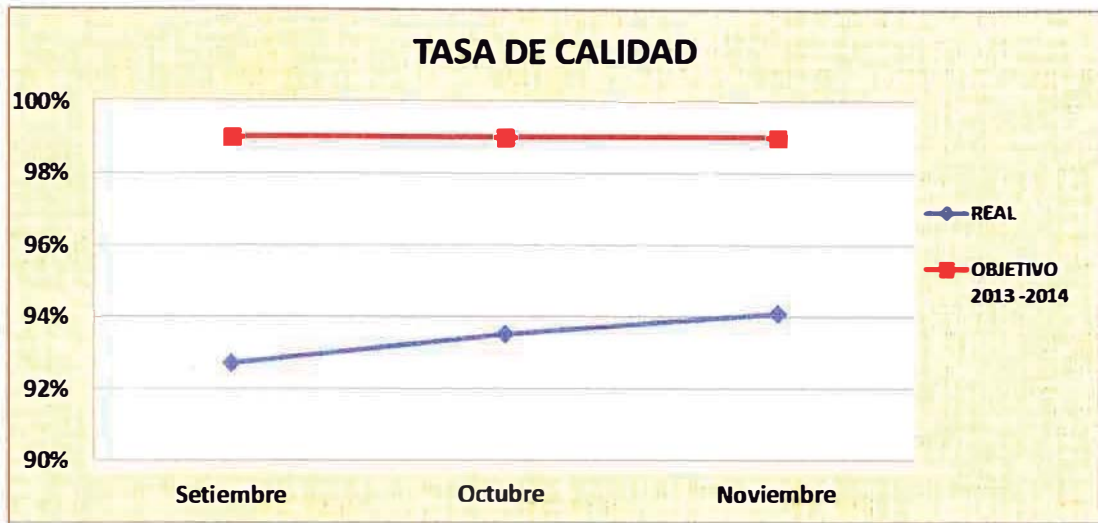
INDICADOR DE EFICIENCIA DE PLANTA					
	OBJETIVO 2013 -2014	Setiembre	Octubre	Noviembre	Comentario
OEE	85%	59.4%	67.4%	71.2%	Aun no se cumple con el objetivo.



INDICADOR DE EFICIENCIA DE PLANTA					
	OBJETIVO 2013 -2014	Setiembre	Octubre	Noviembre	Comentario
DISPONIBILIDAD	90%	83.3%	85.2%	87.0%	Aun no se cumple con el objetivo.



INDICADOR DE EFICIENCIA DE PLANTA					
	OBJETIVO 2013 -2014	Setiembre	Octubre	Noviembre	Comentario
RENDIMIENTO	95%	76.9%	84.6%	86.9%	Aun no se cumple con el objetivo.



INDICADOR DE EFICIENCIA DE PLANTA					
	OBJETIVO 2013 -2014	Setiembre	Octubre	Noviembre	Comentario
TASA DE CALIDAD	99%	92.7%	93.5%	94.1%	Aun no se cumple con el objetivo.

ANEXO 6 - Plan Maestro de Implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM)
Línea de Proceso de Vidrio Templado

RESPONSABLE: Gerente de Producción

FECHA LIMITE: Diciembre 2015

PLANES DE ACCION

RESPONSABLE	2013												2014												2015											
	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
PREPARACION																																				
1. Avanzar forma de la Decisión de introducir el TPM																																				
2. Información sobre TPM y campaña de introducción																																				
3. Definición de Política y Estructura Organizacional																																				
3.1 Definición de la estructura Organizacional del TPM																																				
3.2 Elaboración de manual de TPM																																				
4. Diseñar Plan Maestro de Implementación																																				
4.1 Definición Plan Maestro																																				
4.2 Planificación Presupuesto Anual Gastos TPM																																				
4.2.1 Asignación del Presupuesto																																				
INTRODUCCION																																				
5. Avanzamiento del Proyecto TPM																																				
IMPLEMENTACION																																				
6. Reestructuración del Área de Mantenimiento																																				
7. Mejorar la Eficiencia Global del Equipo																																				
7.1 Implementar modelo de estructura de equipos y modificación de paradas																																				
7.2 Evaluar el OEE inicial																																				
7.3 Implementar el índice de Efectu																																				
7.4 Definir objetivo para el OEE (Disponibilidad, rendimiento y tasa de calidad)																																				
7.5 Crear y/o actualizar un sistema de gestión del OEE																																				
8. Mejora del Sistema de Mantenimiento																																				
8.1 Paso 1: Evaluar el equipo y comprender la situación actual																																				
8.1.1 Preparar y/o actualizar las fichas técnicas de los equipos																																				
8.1.2 Evaluar los equipos; establecer criterios de evaluación, selección y priorizar equipos para el mantenimiento planificado																																				
8.1.3 Crear registros de MTBF, confiabilidad e independencia de los equipos, y costos de mantenimientos																																				
8.1.4 Definir indicadores de gestión y objetivos de mantenimiento																																				
8.2 Paso 2: Eliminación de defectos y corrección de fallas del equipo																																				
8.2.1 Establecer las condiciones básicas de los equipos reventados (leovar al mantenimiento autónomo)																																				
8.2.2 Poner en práctica actividades de mejor orientación para corregir deficiencias y ampliar los períodos de vida.																																				
8.2.3 Tomar medidas para evitar los fallos repetitivos																																				
8.2.4 Introducir mejoras para reducir las fallas de los procesos																																				
8.3 Paso 3: Crear un sistema de gestión de información																																				
8.3.1 Crear un sistema de Gestión de datos de fallas de equipos																																				
8.3.2 Crear un sistema de Gestión del Mantenimiento de equipos (listados, fichas técnicas, cartillas, planificación de mantenimiento, etc)																																				
8.3.3 Crear un sistema de Gestión de Presupuesto y control de Costos de Mantenimiento de equipos																																				
8.3.4 Crear un sistema de Gestión de control de reportes, planes de información técnica																																				
8.4 Paso 4: Crear un sistema de Mantenimiento Preventivo																																				
8.4.1 Seleccionar y/o revisar lista de equipos para el mantenimiento preventivo																																				
8.4.2 Elaborar diagrama de flujo del sistema de mantenimiento planificado																																				
8.4.3 Crear planes de mantenimiento preventivo																																				
8.4.4 Estandarizar actividades de mantenimiento																																				
8.4.5 Crear cartillas de trabajo de mantenimiento preventivo																																				
8.4.6 Mejorar el control de trabajo de contratos																																				
8.5 Paso 5: Crear un sistema de Mantenimiento Predictivo																																				
8.5.1 Selección de equipos críticos para el mantenimiento predictivo																																				
8.5.2 Crear planes de mantenimiento predictivo																																				
8.6 Paso 6: Evaluar el sistema de Mantenimiento Planificado																																				
8.6.1 Evaluar la fiabilidad de los equipos (MTBF, confiabilidad e independencia)																																				
8.6.2 Evaluar la muestra de mantenibilidad (nivel de mantenimiento programado, cumplimiento del programa de mantenimiento, etc)																																				
9. Mantenimiento Autónomo																																				
9.1 Paso 0: Implementación de las 3 primeras "S"																																				
9.1.1 Primera "S" - Clasificar																																				
9.1.2 Primera "S" - Ordenar																																				
9.1.3 Primera "S" - Limpieza																																				
9.2 Implementación de los 3 primeros pasos del Mantenimiento Autónomo																																				
9.2.1 Limpieza inicial - Limpieza e inspección																																				
9.2.2 Mejora del equipo eliminando fuentes de contaminación y áreas de difícil acceso																																				
9.2.3 Estandarización de actividades básicas (limpieza, lubricación y paradas de paros)																																				
9.3 Diagnóstico de progreso																																				
9.3.1 Medición de resultados de los pasos y proyectos																																				
10. Mejorar Orientación																																				
10.1 Metodología de Selección y Ejecución Análisis completo de mejoras a implementar																																				
10.2 Presentación de informe con los resultados de las mejoras																																				
11. Medición de la eficiencia del TPM																																				
11.1 Diseño de un Sistema de Control - Establecer indicadores																																				
11.2 Medición del Avance de Beneficios del TPM																																				
12. Programa de Incentivos y Motivación																																				
12.1 Incentivos																																				
12.2 Motivación																																				
13. Consolidar la Implementación del TPM																																				
13.1 Mejorar las metas y objetivos																																				

Apéndice 1: Manual de TPM

1. Objetivo y campo de aplicación del manual

1.1 Objetivo

Este manual tiene como propósito proporcionar una descripción adecuada del sistema de trabajo, para la implementación, el seguimiento y el control de las actividades establecidas para el desarrollo del TPM.

1.2 Campo de Aplicación

Este Manual se aplica a la Planta de Arquitectura de vidrios Templados Lamitemp ubicada en el distrito de Ate.

2. Administración del Manual

2.1 Elaboración y revisión

La elaboración del manual es realizada por el jefe de Producción Arquitectura y revisada por los supervisores de producción y mantenimiento.

2.2 Aprobación

El jefe de producción es el responsable de la aprobar este manual antes de su distribución, y el supervisor de calidad del área de arquitectura, debe asegurar que se mantenga permanente actualizado.

2.3 Distribución

Es responsabilidad del jefe de Producción Arquitectura, garantizar la distribución controlada del manual a los departamentos y/o secciones asignados cada vez que se realicen cambios, para lo cual se mantiene una lista actualizada; los ejemplares del manual pueden ser distribuidos a otras personas para fines informativos, pero estos usuarios no necesariamente reciben las revisiones sucesivas del manual.

2.4 Archivo

Es responsabilidad del área de Producción Arquitectura controlar y archivar el original del manual de TPM, y sus sucesivas revisiones; el cual se archivará por orden correlativo de la revisión, en la oficina del jefe de calidad.

3. Definiciones

3.1 Equipo TPM

Equipo de trabajo que busca incrementar la productividad de la máquina, mejorar las condiciones de trabajo y asegurar la mejora continua de la máquina, contando con la estructura siguiente:

- Personal del departamento de mantenimiento: uno como mínimo, que brinde el soporte técnico.
- Facilitador de equipo: Con un nivel mínimo de supervisor, para guiar y apoyar a los equipos de TPM.
- Líder de equipo: Un operador o maquinista, quien será el representante del equipo de TPM, coordinara los trabajos a realizarse en su máquina, con los demás miembros de su equipo.
- Miembros: Operadores de una misma sección agrupados ya sea por afinidad de la maquina o equipo que operan o por turno de trabajo.

3.2 Mantenimiento Autónomo

Conjunto de actividades básicas de mantenimiento que el operador de producción realiza a sus equipos, luego de un proceso de capacitación teórica-técnica y en campo. Estas actividades involucran: orden y limpieza, inspección, lubricación, ajustes y reparaciones menores.

3.3 Auditorías

Revisiones periódicas para verificar el cumplimiento de las actividades de mantenimiento autónomo, así como la documentación y las actividades asignadas para la implementación del TPM.

3.4 Capacitación Autónoma

Charlas dictadas por un miembro del equipo de TPM a sus demás compañeros, en un tema específico y de interés de todo el equipo. Estas charlas son elaboradas con apoyo de los departamentos de mantenimiento y producción.

3.5 Certificación de Operadores

Reconocimiento escrito y formal de las habilidades y conocimientos técnicos adquiridos, por el operador, en el cuidado, operación y mantenimiento de su equipo y las 8 grandes pérdidas.

4. Visión del TPM

“Lograr la certificación y el reconocimiento de la planta de Arquitectura de Lamitemp como empresa líder en el Mantenimiento Productivo Total.”

5. Misión del TPM

“Establecer una organización sólida e integrada a nivel organizativo que garantice el cumplimiento del Mantenimiento Productivo Total en la empresa y sume sus esfuerzos en la reducción de los costos de mantenimiento, incrementando la disponibilidad de los equipos y reducir los tiempos de perdidas”.

Para esto nos comprometemos a:

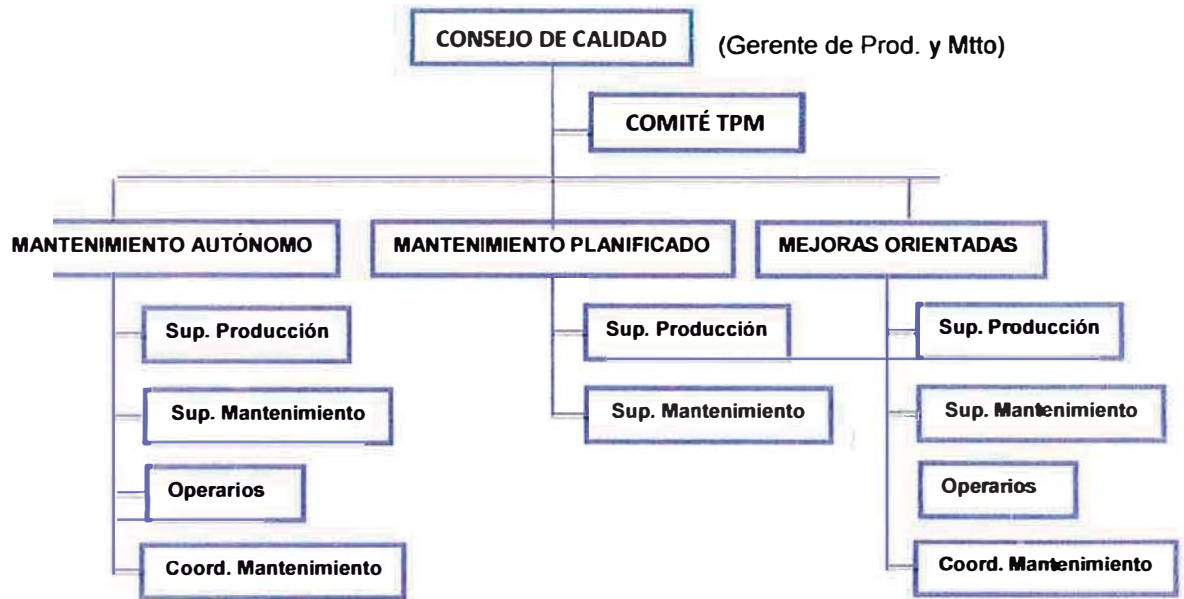
- Difundir la política del TPM con todos los trabajadores de la empresa.
- Formar trabajadores con iniciativa, creatividad y capacidad de análisis a través del entrenamiento constante.
- Garantizar un adecuado mantenimiento preventivo de los equipos.
- Cumplir con el mantenimiento autónomo.

6. Política del TPM

La Planta de Arquitectura de Lamitemp, promueve el trabajo en equipo en todos los niveles jerárquicos, en la búsqueda de la mejora continua y

que nos permitan alcanzar niveles óptimos de rendimiento y eficiencia en las maquinas.

7. Organigrama del TPM Propuesto



8. Responsabilidades

8.1 Presidente del Comité de TPM

- Derivar las políticas necesarias para facilitar.
- Aprobar el manual de TPM.
- Supervisar y revisar los avances del TPM en la planta.
- Brindar el reconocimiento de los logros del personal involucrado con el TPM.
- Promover las actividades de equipos de TPM.
- Fomentar el compromiso y participación de los trabajadores.

8.2 Jefe de Producción

- Elaborar y mantener permanentemente actualizando el manual TPM.
- Controlar la distribución del manual de TPM.

- Garantizar en coordinación con las jefaturas, las facilidades necesarias para la implementación y ejecución del TPM.
- Asistir en el programa de implementación del TPM establecidos en cada departamento.
- Planificar, programar y coordinar la ejecución del programa de auditorías del TPM.
- Recolectar los indicadores TPM.

8.3 Supervisor de Mantenimiento

- Garantizar el cumplimiento del mantenimiento preventivo de los equipos.
- Apoyar en la formación de los equipos de TPM.
- Apoyar en la elaboración de los módulos de capacitación.
- Entregar indicadores de costo de mantenimiento de equipos definidos.
- Asistir en la determinación de las actividades de mantenimiento autónomo que los operadores realizaran en sus equipos.
- Controlar y revisar el plan de mantenimiento preventivo de los equipos.
- Participar en el restablecimiento de las condiciones operativas óptimas del equipo.

8.4 Facilitadores de Área.

- Crear las directivas necesarias para la ejecución adecuada del TPM en su departamento.
- Informar en el comité de TPM los avances en su área.
- Programar y hacer cumplir los cronogramas de implementación del TPM establecidos en cada departamento.
- Asegurar la disponibilidad de los equipos para el mantenimiento preventivo.
- Entregar indicadores de los equipos mensualmente.
- Controlar los costos de implementación del TPM.

8.5 Coordinador de TPM

- Ejecutar las actividades del TPM de acuerdo al cronograma de implementación y al manual de TPM.
- Identificar las necesidades de capacitación del personal de su sección.

- Controlar los implementos del TPM (herramientas, paños, pizarras, instrumentos de limpieza, lubricación, inspección, ajuste y reparaciones menores.
- Supervisar el cumplimiento de las actividades de TPM por parte del personal de su sección.
- Fomentar las reuniones de los equipos de TPM.
- Difundir la filosofía de TPM en su área.
- Difundir los avances del TPM en su área y/o sección.
- Promover el cumplimiento de las actividades propuestas por los equipos.
- Actualizar los indicadores de TPM.
- Mantener y actualizar los formatos de TPM.
- Elaborar documentos para la ejecución del mantenimiento autónomo.

8.6 Responsables del TPM en Calidad

- Coordinar los trabajos de mejora de los equipos.
- Coordinar la preparación de los cursos, así como asegurar la capacitación a todo el personal operativo.
- Llevar el control de la documentación sustentatoria referente a la capacitación y certificación de los operadores.
- Difundir la filosofía del TPM en todos los departamentos y en todos los niveles.
- Ejecutar auditorias de TPM.
- Evaluar el rendimiento de los operadores y gestionar su certificación.
- Llevar el control de costos de la implementación del TPM.
- Apoyar en la difusión de material referente al TPM.
- Apoyar en la capacitación a los trabajadores.

8.7 Facilitador del Equipo TPM

- Asesorar al equipo en las reuniones TPM y ayudarlo para cumplir los objetivos.
- Participar en la elaboración de las actividades de TPM de los equipos.
- Coordinar las actividades necesarias para contribuir con el cumplimiento de las tareas propuestas por los equipos.

8.8 Personal de Mantenimiento

- Brindar asesoramiento técnico a los operadores para el cumplimiento de la capacitación autónoma.

- Capacitar y entrenar a los operadores en las actividades de mantenimiento autónomo, así como en reparaciones básicas de sus equipos.
- Apoyar en la evaluación de los operadores.
- Participar en las reuniones de TPM del equipo asignado.
- Apoyar en la elaboración de los documentos para la ejecución de las actividades de mantenimiento autónomo.

8.9 Líder de Equipo TPM

- Dirigir a las reuniones del equipo TPM.
- Coordinar, programar y dirigir las reuniones del equipo TPM, levantar el acta de las reuniones de su equipo TPM, y distribuirla a los responsables indicados.
- Realizar el seguimiento a las actividades programadas a las reuniones de los equipos de TPM.
- Comprometer y motivar a su personal en la asistencia a las reuniones.
- Supervisar el cumplimiento de las actividades asignadas en las reuniones de TPM.
- Mantener actualizado y archivado la documentación de sus equipos.
- Verificar el adecuado mantenimiento, almacenamiento y control de las herramientas de su equipo.
- Difundir y fomentar la aplicación de las 5S' s en sus equipos.

8.10 Operadores, miembros de equipo

- Cumplir con las actividades de mantenimiento autónomo y aplicación de las 5S' s en sus equipos.
- Participar en la "capacitación autónoma para compartir sus conocimientos con compañeros.
- Llenar formatos y mantenerlos archivados de acuerdo a lo establecido.
- Conservar y controlar adecuadamente los recursos asignados.
- Comprometerse en las actividades designadas por el equipo para la mejora de sus equipos.
- Participar en el mantenimiento de sus equipos.
- Analizar las posibles mejoras en sus equipos.
- Comunicar oportunamente los principales problemas en sus equipos.
- Elaborar objetivos de equipo que formen parte de objetivos mayores del TPM.

9. DOCUMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE TPM

- Procedimiento para el control de la documentación.
- Procedimiento del mantenimiento autónomo.
- Procedimiento de capacitación a los operadores.
- Procedimiento de auditorías de TPM.
- Procedimiento para el almacenamiento, control y supervisión de las herramientas.
- Procedimiento para la evaluación de resultados.

9.1 Control de la Documentación

9.1.1 Objetivo

El objetivo de esta sección es describir el sistema de control de la documentación que será utilizado por la Planta de Arquitectura de Lamitemp, para administrar y controlar el uso de todos los documentos del programa de TPM, comprendiendo la elaboración, aprobación, revisión y distribución de la documentación de acuerdo con los procedimientos establecidos.

9.1.2 Alcance

El sistema de control de la documentación es aplicable al programa de TPM de la Planta de Arquitectura de Lamitemp.

9.1.3 Aprobación Emisión y Control de la Documentación

Esta documentación es elaborada con el apoyo de las secciones operativas y de mantenimiento. Su aprobación es responsabilidad de las jefaturas involucradas en cada uno de los procedimientos y serán emitidos, distribuidos y controlados, la distribución se realiza para:

- Que los departamentos y secciones que cuentan con documentación del programa de TPM la mantengan actualizada.
- Que los documentos no validos y/o obsoletos, sean rápidamente retirados de los puntos de distribución y protegidos contra usos indebidos.

- Que los documentos obsoletos conservados sean adecuadamente identificados.

9.1.4 Cambios en la Documentación

Los cambios en los documentos del programa TPM son revisados y aprobados por los mismos departamentos y/o secciones que los revisó y aprobó originalmente.

9.1.5 Responsabilidades

- El jefe de producción es responsable del control y distribución de la documentación interna del programa de TPM.
- El supervisor de mantenimiento es responsable del control de la documentación externa del programa de TPM.

9.2 Procedimiento del mantenimiento autónomo

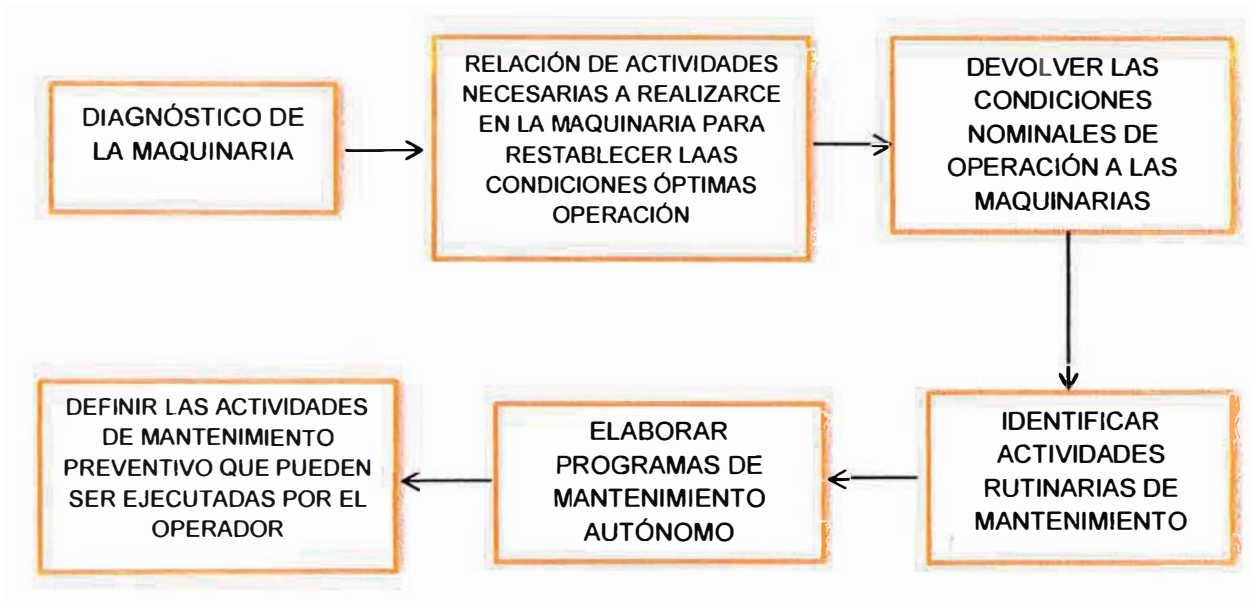
9.2.1 Objetivo

Establecer los lineamientos generales para transferir actividades básicas de mantenimiento a los operadores (orden y limpieza, lubricación, inspección y ajustes), así como su correcto cumplimiento.

9.2.2 Alcance

El procedimiento para el mantenimiento autónomo es aplicable al programa de TPM de la Planta de Arquitectura de Lamitemp.

9.2.3. Esquema General – Secuencia de Implementación



9.2.4. Responsabilidades

Cada departamento a través de sus facilitadores de área serán responsables del cumplimiento del presente procedimiento.

9.3. Capacitación

9.3.1. Objetivo

Describir la forma de identificar y atender las necesidades de capacitación teórica y técnica de los operadores involucrados con la implementación del TPM.

9.3.2. Alcance

El procedimiento de la capacitación es aplicable a Planta de Arquitectura Lamitemp.

9.3.3. Actividades de Capacitación

- Determinar los conocimientos necesarios que deben tener los operadores de acuerdo a los equipos y máquinas que operan, estableciéndose niveles de conocimiento: básico, intermedio y avanzado.
- Definir los temas y puntos en que los trabajadores serán capacitados.
- Confección del material didáctico, en coordinación con la sección en mención y el departamento de mantenimiento se prepara al material didáctico.
- Evaluar el nivel de conocimientos alcanzado por los operadores a través de capacitación recibida.

9.3.4. Responsabilidades

Los Departamentos de Producción, Mantenimiento y las secciones donde se implementen el TPM, son responsables de todo el proceso de capacitación del personal.

9.4. Auditorías de T.P.M

9.4.1. Objetivo

Establecer el sistema necesario para la planificación, programación y ejecución de Auditorías de T.P.M. con la finalidad de evaluar el cumplimiento de las actividades de las actividades establecidas como parte de la implementación del T.P.M.

9.4.2. Alcance

El procedimiento de auditorías TPM es aplicable a la Planta de Arquitectura de Lamitemp.

9.4.3 descripción de auditorías de T.P.M.

Consiste en hacer una revisión en campo al cumplimiento de las actividades de TPM, que se deben mantener y conservar, en los equipos, de acuerdo a los estándares especificados en los formatos TPM; así como la correcta administración de la documentación de cada sección.

Los resultados de las auditorías, son registrados y puestos en conocimiento del personal responsable de los departamentos y/o secciones auditadas.

9.4.4. Responsabilidades

El jefe de calidad realiza la planificación, programación y ejecución de las auditorías de TPM.

9.5. Almacenamiento, Control y Supervisión de las Herramientas

9.5.1 Objetivo

Establecer las pautas y lineamientos para el correcto almacenamiento y preservación de las herramientas del sistema de TPM.

9.5.2. Alcance

La presente instrucción es aplicable a la Planta de Arquitectura de Lamitemp.

9.5.3. Descripción

Los equipos de TPM determinaran las necesidades de herramientas de acuerdo a las actividades de TPM asignadas a estos.

Las herramientas asignadas para la ejecución de las actividades del TPM no podrán ser utilizadas para realizar otras actividades, o secadas fuera del lugar de trabajo.

Los operadores podrán utilizar solo las herramientas asignadas al mismo. Encontrar a un operador con una herramienta no asignada o perteneciente a otra máquina podría ser considerado como falta grave.

Todas las herramientas que requieran ser renovadas por desgaste deberán ser canjeadas por las nuevas; esta actividad será supervisada por personal de seguridad industrial.

9.5.4. Responsabilidades

Los facilitadores de los departamentos serán responsables de hacer cumplir el siguiente procedimiento.

9.6. Evaluación de los resultados

9.6.1. Objetivo

Establecer un control para evaluar las actividades de TPM, a fin de evaluar tanto cuantitativa como cualitativamente la rentabilidad de las inversiones y asignación de recursos realizados para alcanzar los objetivos del TPM.

9.6.2. Alcance

Este procedimiento es aplicable en la Planta de Arquitectura de Lamitemp

9.6.3. Descripción

Cada sección que se inicie con el TPM deberá solicitar un sub-centro de costos exclusivo para TPM y órdenes de trabajo para cada maquinaria y equipo que hay es su sección y todos los gastos para actividades de TPM deberán asignarse sub-centro, tales como herramientas para mantenimiento autónomo, penales de herramientas, entre otros.

Este sub-centro de costos servirá para controlar las inversiones que se realicen y para determinar el retorno de la inversión se considerará los indicadores y las mejoras obtenidas, sobre las cuales cada área evaluará los beneficios tanto cuantitativos como cualitativos alcanzados con el TPM en forma mensual.

Se determinara mensualmente el ratio beneficios/inversión, como una medida de la rentabilidad del programa de TPM, asimismo se listarán las mejoras cualitativas logradas con el TPM.

La importancia de registrar indicadores relativos al factor humano, es necesaria para medir el grado de compromiso y responsabilidad de los involucrados directos en el funcionamiento del TPM a nivel operativo, de otro lado se registra también el compromiso de la empresa para con los trabajadores mediante las horas de capacitación.

Asimismo registrar el comportamiento de las maquinas servira para tomar acciones orientadas para atacar las seis grandes pérdidas, lo mismo que despertar la preocupación por disminuir los tiempos de parada programadas por producción y mantenimiento, todo ello en busca de elevar la disponibilidad de los equipos/máquinas.

9.6.4 Responsabilidades

El gerente de Producción y Mantenimiento asignará los recursos necesarios para la implementación del TPM y dar el visto bueno para las inversiones que se realicen en el programa de TPM.

Los supervisores de área identificará las necesidades para elevar el rendimiento a la inversión del programa.

El Gerente de Producción mantendrá el control de los gastos TPM y su descripción detallada realizados en su sección. Velar por el cumplimiento de la veracidad de la información incluida en las órdenes de trabajo cuando estas se generen. Elaborar los indicadores mensuales de su sección, asegurar que los operadores llenen correctamente los formatos de paradas y los TPM.

Los líderes de equipo TPM controlarán que cada orden de trabajo esté plenamente justificada y asignada a un respectivo sub-centro de costos.