



**Implementación de los pilares TPM (mantenimiento total productivo) mantenimiento autónomo y mantenimiento planeado en la planta de producción de la empresa Alcance Industries.**

Joseph Liev Barraza Diaz

Informe de práctica como requisito para optar al título de: Ingeniero Químico

Asesor:

Mariana Peñuela Vásquez, PhD en tecnología de procesos químicos y bioquímicos.

Universidad de Antioquia  
Facultad de Ingeniería  
Departamento de Ingeniería Química  
Medellín, Colombia  
2022

Cita	Barraza Joseph [1]
<b>Referencia</b>	[1] J. Barraza Diaz, “Implementación de los pilares TPM (mantenimiento total productivo) mantenimiento autónomo y mantenimiento planeado en la planta de producción de la empresa Alcance Industries”, [Semestre de industria] Universidad de Antioquia, Medellín UdeA,2022.
Estilo IEEE (2020)	



Gerente General Alcance Industries S.A.S- Oscar Augusto Restrepo Morales



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

**Repositorio Institucional:** <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - [www.udea.edu.co](http://www.udea.edu.co)

**Rector:** John Jairo Arboleda Céspedes.

**Decano/Director:** Jesús Francisco Vargas Bonilla.

**Jefe departamento:** Lina María González Rodríguez.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

## **Dedicatoria**

A mis padres que, con mucho amor y paciencia me enseñaron a nunca rendirme a pesar de la distancia y las dificultades recorridas en este camino.

## **Agradecimientos**

El autor expresa su agradecimiento a las siguientes personas por su significativa contribución al desarrollo del proyecto:

Mariana Peñuela, ingeniera química, asesora interna del proyecto.

Oscar Restrepo, ingeniero químico, asesor externo del proyecto.

Andrés Ramírez, ingeniero químico.

## TABLA DE CONTENIDO

### LISTA DE TABLAS

RESUMEN	8
ABSTRACT	9
I. INTRODUCCIÓN	10
II. OBJETIVOS	11
A. Objetivo general	11
B. Objetivos específicos	11
III. MARCO TEÓRICO	12
A. Mantenimiento.	12
B. TPM.	12
C. 5 s.	12
1) Seiri.	12
2) Seiton.	13
3) Seiso.	13
4) Seiketsu.	13
5) Shitsuke.	13
D. 4ms.	13
E. Eficacia global de la planta.	14
1. Disponibilidad.	14
2. Tasa de rendimiento.	14
3. Tasa de calidad.	14
F. Las ocho pérdidas principales de una planta.	14
IV. METODOLOGÍA	15

A. Reconocimiento de la etapa de llenado.	15
B. Generación de manuales, documentación.	15
C. Capacitación del equipo de trabajo.	15
V. RESULTADOS	16
Reconocimiento y diagnóstico inicial de la etapa.	16
Generación de documentación.	17
1) Mantenimiento Autónomo.	17
Ficha de automantenimiento.	17
Tarjetas TPM.	19
Registro de paradas.	20
Lección puntual.	21
Mantenimiento planificado.	22
Hoja de vida de equipos.	22
Cronograma de mantenimiento.	24
Capacitaciones.	25
Eficiencia global de la plata.	26
VI. ANÁLISIS	27
VII. CONCLUSIONES	28
REFERENCIAS	30

## LISTA DE FIGURAS

Ilustración 1 Las 4M'S [Elaboración propia] .....	13
Ilustración 2 Diagrama de Ishikawa basado en las 4m's .....	16
Ilustración 3 Ficha de auto mantenimiento para la llenadora automática .....	18
Ilustración 4 Tarjeta roja para reporte de anomalías .....	19
Ilustración 5 Tarjeta verde para reporte de posibles mejoras .....	20
Ilustración 6 Registro de paradas .....	21
Ilustración 7 LUP: Modificación del tiempo de sellado .....	22
Ilustración 8 Hoja de vida de la llenadora automática .....	23
Ilustración 9 Continuación: hoja de vida de la llenadora automática .....	24
Ilustración 10.Cronograma de mantenimiento .....	25
Ilustración 11 Calificación obtenida en las capacitaciones por los operarios .....	25

## SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

<b>TPM</b>	Total productive maintenance o Mantenimiento productivo total
<b>OPL</b>	One point lesson
<b>LUP</b>	Lección de un punto
<b>PhD</b>	Philosophiae Doctor
<b>OEE</b>	Overall equipment efficiency o Eficiencia global del equipo
<b>UdeA</b>	Universidad de Antioquia

---

## RESUMEN

El objetivo principal de este informe es implementar herramientas de la filosofía TPM sobre la línea de llenado automática de la empresa Alcance Industries, los pilares TPM implementados en la compañía fueron los de mantenimiento autónomo y planeado por medio de herramientas como: hoja de vida del equipo, cronograma de mantenimiento, LUP, registro de paradas, fichas de auto mantenimiento con el fin de socializarlas con el personal por medio de capacitaciones, la aplicación de este programa permitió mejorar el índice de disponibilidad del equipo, disminuyendo las fallas y/o averías reportadas y aumentando el OEE en aproximadamente 10 puntos porcentuales, adicionalmente se logró una captación por parte del personal del 75% en la temática 5'S, técnica de gestión japonesa enfocada a mejorar las condiciones de trabajo, productividad y moral del personal por medio de resaltar la importancia del orden, limpieza y disciplina del personal. Finalmente se recomienda seguir con la aplicación del resto de pilares TPM, estructurar el departamento de mantenimiento y desarrollar indicadores relacionados al mantenimiento y al costo de este.

***Palabras clave* — Pérdidas, averías, TPM, auto mantenimiento, 5'S, LUP, OEE.**



---

## ABSTRACT

The main objective of this report is to implement tools of the TPM philosophy on the automatic filling line of the Alcance Industries company, the TPM pillars implemented in the company were autonomous and planned maintenance through tools such as: equipment datasheet , maintenance schedule, OPL, equipment shutdown record, self-maintenance sheets in order to socialize them with the staff through training, the application of this program allowed to improve the availability index of the equipment, reducing failures and reported breakdowns and increasing the OEE by approximately 10%, additionally, staff scored 75% on mastery of the 5'S theme, a Japanese management technique focused on improving working conditions, productivity and staff morale by highlighting the importance of order, cleanliness and discipline along the staff. Finally, it is recommended to continue with the application of the rest of the TPM pillars, structure the maintenance department and develop indicators related to maintenance and its cost.

***Keywords* — Shutdown, failures, breakdowns, TPM, OPL, OEE, self-maintenance.**

## I. INTRODUCCIÓN

Alcance Industries, es una empresa innovadora ubicada en Itagüí dedicada a la fabricación y distribución de arena sanitaria para gatos, las mejoras en la formulación de este producto buscando cumplir los estándares y requerimientos del mercado han aumentado la demanda de este, lo que hace necesario una oportuna respuesta por parte del equipo de producción a los requerimientos de los diferentes clientes.

La falta de un departamento de mantenimiento dentro de la organización no permite solucionar las fallas mecánicas y eléctricas presentadas en el área de producción de manera adecuada, afectando la eficiencia global de la planta y la capacidad de cumplimiento, por lo que se implementaron por medio de generación de documentación y supervisión los pilares de la filosofía TPM de mantenimiento autónomo y mantenimiento planeado inicialmente sobre el área de llenado automático, pero extrapolable a todos los equipos presentes en la planta, buscando sentar las bases del departamento de mantenimiento, además de una planta con cero averías, cero fallos y cero accidentes. Después de la aplicación de esta filosofía se evidencia un aumento cercano a los 10 puntos porcentuales en la eficiencia global del equipo y una captación por parte del personal del 75% en temas como la metodología de gestión japonesa de las 5's con la cual se reforzó el plan de mantenimiento autónomo por medio de capacitaciones al equipo de trabajo, generando mejoras apreciables en el ambiente de trabajo, productividad y seguridad en la planta.

## II. OBJETIVOS

### *A. Objetivo general*

Implementar un plan de mantenimiento autónomo y planificado, direccionado a la etapa de llenado del proceso de producción de arena sanitaria para gatos en la empresa Alcance Industries, como modelo inicial para la implementación del Total Productive Maintenance (TPM) con el fin de aumentar la productividad y rentabilidad.

### *B. Objetivos específicos*

- Realizar un diagnóstico de la línea de llenado automático de la empresa Alcance Industries.
- Diseñar e implementar los formatos requeridos para la implementación del plan de mantenimiento.
- Capacitar al personal a cargo del mantenimiento del equipo soportado en la filosofía de las 5's.
- Monitorizar el impacto de las intervenciones propuestas a través de reportes de eficacia total del equipo.

### III. MARCO TEÓRICO

#### A. *Mantenimiento.*

Definimos habitualmente mantenimiento como el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible, buscando la más alta disponibilidad y con el máximo rendimiento. El mantenimiento industrial engloba las técnicas y sistemas que permiten prever las averías, efectuar revisiones, engrases y reparaciones eficaces, dando a la vez normas de buen funcionamiento a los operadores de las máquinas, a sus usuarios, y contribuyendo a los beneficios de la empresa. Es un órgano de estudio que busca lo más conveniente para las máquinas, tratando de alargar su vida útil de forma rentable para el usuario[1].

#### B. *TPM.*

El TPM (Total Productive Maintenance) o Mantenimiento Productivo Total es un método de gestión empresarial japonés que surgió y se desarrolló inicialmente en la industria del automóvil y rápidamente paso a formar parte de la cultura corporativa de empresas tales como Toyota, Nissan, y Mazda [2]. La correcta implementación del TPM en una empresa de manufactura permite identificar y eliminar las pérdidas de los procesos asociados, maximizar la utilización de los activos y garantizar la creación de productos y servicios de alta calidad y a costos competitivos [3].

#### C. *5 s.*

Se denominan como las “5s”, por estar basadas en la aplicación de cinco conceptos o principios de acción, cuyos términos originales en el idioma japonés comienzan con la letra S. Estos principios, una vez aplicados al ambiente de trabajo, generan transformaciones físicas que impactan positivamente la productividad de las operaciones que se ejecutan el mismo [4].

##### 1) *Seiri.*

Separar elementos innecesarios de los que son necesarios. Descarte lo innecesario.

2) *Seiton.*

Colocar lo necesario en lugares fácilmente accesibles, según la frecuencia y secuencia de uso. ¡Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar!

3) *Seiso.*

Limpiar completamente el lugar de trabajo, de tal manera que no haya polvo, ni grasa en máquinas, herramientas, pisos, equipos, etc.

4) *Seiketsu.*

Estandarizar la aplicación de las (3 S) anteriores, de tal manera que la aplicación de éstas se convierta en una rutina o acto reflejo.

5) *Shitsuke.*

Entrenar a la gente para que aplique con disciplina las buenas prácticas de orden y limpieza.

D. *4ms.*

Las 4 M'S son las abreviaciones de:

- Mano de obra: Son los responsables de llevar a cabo las actividades dentro del proceso productivo.
- Maquinaria: Es la parte mecánica y automática del proceso
- Métodos: Es el conjunto de procedimientos y estandarizaciones del proceso
- Materiales: En este caso de estudio se hace la analogía con los repuestos ue requiere la maquinaria para su correcto funcionamiento.

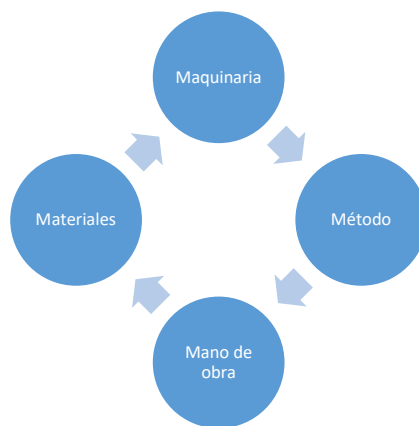


Ilustración 1 Las 4M'S [Elaboración propia]

### *E. Eficacia global de la planta.*

La eficacia global de la planta es el producto de la disponibilidad, la tasa de rendimiento ya tasa de calidad. Es un indicador global de la condición de una planta que toma en cuenta el tiempo de operación, el rendimiento y la calidad. Este índice se ve afectado directamente por 8 grandes pérdidas[2].

#### *1. Disponibilidad.*

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

#### *2. Tasa de rendimiento.*

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

#### *3. Tasa de calidad.*

La tasa de calidad expresa la cantidad de producto aceptable (producción total menos producto de graduación baja, desecho y producto reprocesado expresada como un porcentaje de la producción total).

### *F. Las ocho pérdidas principales de una planta.*

Las siguientes son las más importantes que impiden que una planta alcance su máxima eficacia[2]:

Tabla 1 Las 8 pérdidas principales de una planta

Pérdidas	Índice sobre el que afecta directamente
Averías	Disponibilidad
Preparación/Ajuste	
Tiempo muerto y paradas menores	Rendimiento
Velocidad	
Defectos de calidad y repetición de trabajos	Calidad
Pérdidas de puesta en marcha	

---

## IV. METODOLOGÍA

Con el propósito de alcanzar los objetivos previamente planteados se implementaron diferentes enfoques de manera cualitativa y cuantitativa.

### A. *Reconocimiento de la etapa de llenado.*

Para desarrollar de manera eficiente este proyecto se hace necesario lo siguiente:

- Reconocer los equipos usados en la etapa de llenado
- Identificar fallas comunes y mantenimientos requeridos.
- Stock de repuestos requeridos.

### B. *Generación de manuales, documentación.*

A partir de la información recolectada en el punto anterior se procedió a diseñar documentación utilizada ampliamente por la filosofía TPM:

- Tarjetas TPM con el fin de señalar oportunamente anomalías en los equipos.
- Formato hoja de vida del equipo.
- Cronograma de mantenimiento preventivo en los cuales se registró la información recolectada en la etapa de reconocimiento.
- Reporte de paradas del equipo de llenado automático con la finalidad de llevar un control del índice de disponibilidad del equipo y/o la línea.

### C. *Capacitación del equipo de trabajo.*

Las capacitaciones a los operarios se enfocaron en 3 temas:

- Filosofía TPM
- Filosofía de las 5's para mejorar el orden de la planta a todo el personal.
- Utilizando la metodología de lección de un punto enfocadas en el mantenimiento autónomo de los equipos.

Finalmente, por cada capacitación realizada se evaluó al personal que asistió para verificar la adquisición del conocimiento.

### D. *Indicadores de eficiencia.*

Se registraron los índices de disponibilidad, rendimiento y calidad, la información recolectada fue revisada con gerencia quincenalmente.

## V. RESULTADOS

### A. Reconocimiento y diagnóstico inicial de la etapa.

La empresa de estudio se dedica a la fabricación y distribución de arena sanitaria para gatos, su proceso productivo cuenta con áreas específicas como mezclado, llenado, sellado y empaclado.

La gerencia manifiesta que el cuello de botella del proceso se encuentra en el área de llenado, este se realiza por medio de una llenadora/selladora automática adaptada desde el sector alimenticio de empaque de cereales, la baja velocidad de operación del equipo y bajo índice de disponibilidad relacionado a fallas eléctricas y mecánicas, sumado a que dentro de la organización no existe un departamento de mantenimiento que pueda atender las fallas o averías del área de producción, generan un atraso en la operación de la línea afectando directamente en los volúmenes de producción y eficiencia global de la planta. En la Ilustración 2 se observa el diagrama de Ishikawa detallando las posibles causas que generan el problema de averías, defectos y pérdidas en la línea automática de llenado, se resalta la inexistencia de un inventario de repuestos, de hoja de vida de equipos, cronograma de mantenimiento y falta de personal entrenado para realizar los mantenimientos.

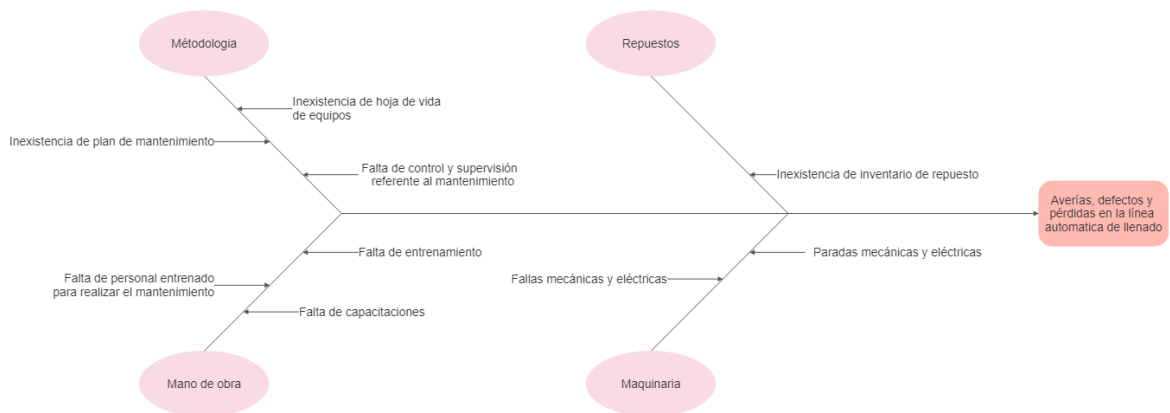


Ilustración 2 Diagrama de Ishikawa basado en las 4m's

Por lo anterior, la propuesta de implementar la filosofía TPM en la planta bajo los pilares de mantenimiento autónomo y planeado, mejoraran los índices de disponibilidad y rendimiento de las maquinas, reduciendo la incidencia de las causas descritas en la Ilustración 2.



## *B. Generación de documentación.*

### *1. Mantenimiento Autónomo.*

El mantenimiento autónomo se hace la herramienta más poderosa para detectar y tratar con prontitud las anomalías del equipo. El principal problema encontrado para la implementación de este pilar TPM es la mentalidad de los operarios acerca del mantenimiento, su pensamiento es YO OPERO, TU REPARAS.

#### *1.1 Ficha de auto mantenimiento.*

Esta herramienta permite conocer el procedimiento de limpieza y lubricación inicial que los operarios de la maquina llenadora deben seguir al inicio de su turno y antes de iniciar el proceso de empaque, garantizando de esta manera la operación óptima del equipo, disminuyendo posibles defectos de calidad, la probabilidad de fallas mecánicas y eléctricas del mismo.

Ventajas:

- Operación óptima del equipo, disminuyendo la probabilidad de fallas mecánicas y eléctricas
- Aumento del sentido de pertenencia hacia el equipo por parte del operario.
- Desarrollo de competencias técnicas en los operarios.
- Disminución en defectos de calidad.
- Descenso del deterioro acelerado del equipo.



	AICANCE INDUSTRIES	Producción							
	FICHA DE AUTOMANTENIMIENTO	Ficha							
TITULO:	INSPECCIÓN GENERAL Y LIMPIEZA [LL-101]	Frecuencia	Diaria						
		Tiempo	10 minutos						
<table border="1"> <tr> <td>HERRAMIENTAS</td> <td>ESCOBA</td> <td>SOPLADOR</td> </tr> <tr> <td>REQUERIDAS</td> <td>GRASA</td> <td>TRAPO</td> </tr> </table>				HERRAMIENTAS	ESCOBA	SOPLADOR	REQUERIDAS	GRASA	TRAPO
HERRAMIENTAS	ESCOBA	SOPLADOR							
REQUERIDAS	GRASA	TRAPO							
<p>Los procedimientos detallados a continuación deben ser realizados antes de empezar la operación del equipo, si se llegase a presentar una anomalía reportarla en el registro de anomalías</p>									
<p><b>1. Abra el panel lateral de la máquina donde se encuentra el PLC</b></p>									
<p>1.1 Rectificar el estado de limpieza del PLC</p>									
<p>1.2 Usar la sopladora en caso de exceso de polvo</p>									
<p><b>2. Rectificar que no se presente ninguna fuga en la conexión de la maquina con el compresor.</b></p>									
<p><b>3. Rectificar el estado de la resistencia y limpieza del área</b></p>									
<p><b>4. Engrasar rieles</b></p>									
<p><b>5. Limpiar del puesto de trabajo los elementos que no pertenecen al mismo</b></p>									
									

Ilustración 3 Ficha de auto mantenimiento para la llenadora automática

## 1.2 Tarjetas TPM.

Esta herramienta consiste en una ficha que se coloca sobre el equipo que pertenece, permite a los operarios registrar fallas o posibles mejoras en maquinaria de manera sencilla, se definen 2 colores de tarjetas, el color rojo hace referencia a que el mantenimiento debe ser realizado por el área de mantenimiento o externos. El color verde hace referencia a que el mantenimiento puede ser realizado por el área de producción.

Esta tarjeta deber ser atada en el equipo por el personal del área de mantenimiento, y llenada por el operario de la máquina con la siguiente información:

- Prioridad: Se definen con las letras A, B y C, de mayor a menor prioridad, el plazo a solucionar estos inconvenientes es de 3 días, 7 días y 15 días respectivamente.
- Equipo.
- Fecha.
- Encontrado por.
- Descripción.

Formulario de tarjeta roja para reporte de anomalías. El formulario es rectangular con un encabezado rojo que contiene un círculo blanco para un clip. A la derecha del encabezado, se indica 'PRIORIDAD' con tres botones circulares etiquetados A, B y C, y un campo 'No. 0000'. El cuerpo del formulario es blanco y contiene el título 'ANOMALÍA DETECTADA' y los siguientes campos de texto: 'EQUIPO: \_\_\_\_\_', 'FECHA: \_\_\_\_\_', 'ENCONTRADO POR: \_\_\_\_\_'. Debajo de estos campos hay un recuadro con el título 'DESCRIPCIÓN:' y varias líneas horizontales para escribir. En la parte inferior del formulario, se encuentra el texto 'UNA ESTA TARJETA AL EQUIPO' flanqueado por dos pequeños logotipos de triángulos azules.

Ilustración 4 Tarjeta roja para reporte de anomalías



Diagrama de una tarjeta verde para reporte de anomalías detectadas. La tarjeta tiene un encabezado verde con un círculo blanco en el centro. A la derecha del encabezado, se indica 'PRIORIDAD' con tres opciones: A, B y C, y 'No. 0000'. El cuerpo de la tarjeta contiene los campos: 'ANOMALÍA DETECTADA', 'EQUIPO: \_\_\_\_\_', 'FECHA: \_\_\_\_\_', 'ENCONTRADO POR: \_\_\_\_\_', y un cuadro de texto con el título 'DESCRIPCIÓN:' y varias líneas para escribir. En la parte inferior, se indica 'UNA ESTA TARJETA AL EQUIPO' con un logo a cada lado.


Ilustración 5 Tarjeta verde para reporte de posibles mejoras

### *1.3 Registro de paradas.*

Es una herramienta útil para el seguimiento de anomalías de maquinaria, detallando el tiempo y la causa.

Mantiene un registro preciso y confiable de las fallas del equipo, para tratar las causas y evitar la recurrencia de estas fallas.

Adicionalmente se debe llevar registro de paradas totales, detallando en el mismo solo los minutos que paró el equipo cada semana. De esta manera se puede ver el estado de la línea sin profundizar en detalles mayores, y proporciona un historial de paradas para su consulta y análisis.

	AICANCE INDUSTRIES	Código	
	REGISTRO DE ANOMALÍAS	Consecutivo	

Fecha de expedición: \_\_\_\_\_

Turno: \_\_\_\_\_

Nro.	Anomalía detectada	Tiempo de parada[minutos]	Observaciones
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

Diligenciado por: \_\_\_\_\_

Recibido por: \_\_\_\_\_

Ilustración 6 Registro de paradas

#### *1.4 Lección puntual.*

Esta herramienta es importante ya que los operarios pueden aprender a reconocer anomalías usando hojas especialmente preparadas con diagramas simples que ilustran un solo punto. Para la línea de llenado automático se decidió realizar la capacitación LUP para modificar el tiempo de sellado, operación sencilla pero útil cuando se evidencian problemas de no sellado o quemaduras en el empaque.

	AICANCE INDUSTRIES		Producción	
	LECCIÓN PUNTUAL		LECCIÓN	
TEMA:	MODIFICACIÓN DEL TIEMPO DE SELLADO			
Descripción		Ilustración		
<b>1. Abra el panel lateral del equipo.</b>				
<b>2. Visualice el temporizador.</b>				
<b>3. Mover el dial del temporizador según necesidad.</b>				
3.1 Se debe aumentar en periodos de 0.25 segundos si se desea reforzar el sellado.				
3.2 Se debe disminuir en periodos de 0.25 segundos si se desea disminuir la fuerza del sellado o se evidencia quemaduras en el empaque.				
<b>4. Rectifique el sellado en el empaque.</b>				
<b>5. Cierre el panel lateral del equipo</b>				
<b>Si lo anterior no soluciona el problema del sellado notificar al supervisor</b>				

Ilustración 7 LUP: Modificación del tiempo de sellado

## 2. *Mantenimiento planificado.*

En un programa de aplicación de la filosofía TPM, el mantenimiento planificado es una actividad metódicamente estructurada para lograr 2 objetivos: mantener el equipo en las mejores condiciones posibles y lograr disminuir los costos asociados al mantenimiento correctivo que por lo general suele ser más costoso y compromete la vida útil del equipo. Las herramientas escogidas para llevar a cabo el mantenimiento planificado son las siguientes:

### 2.1 *Hoja de vida de equipos.*

En este documento se registra información vital del equipo (Código, marca, garantía, fecha de compra, ubicación), datos del proveedor, y los procedimientos de mantenimiento y lubricación programados y su frecuencia. Además, permite incluir información acerca del historial de los mantenimientos que se hayan realizado al equipo ya sean correctivos o preventivos.

	<b>HOJA DE VIDA DE EQUIPO</b>	Código REP-0157
		Versión 02
		Página 9

IDENTIFICACIÓN Y ESPECIFICACIONES DE EQUIPO			
NOMBRE DEL EQUIPO	Máquina selladora-llenadora	UBICACION	Producción
FECHA DE COMPRA	26/05/21	GARANTÍA	No
MARCA	N.A	CÓDIGO	LL-101

DATOS DEL PROVEEDOR			
NOMBRE		TELÉFONO	
DIRECCIÓN		E-MAIL	

PROCEDIMIENTOS PROGRAMADOS		
No.	FRECUENCIA	DESCRIPCIÓN
1	Semanal	Inspección general y limpieza
2	Mensual	Revisión sistema eléctrico y PLC

Ilustración 8 Hoja de vida de la llenadora automática

	<b>HOJA DE VIDA DE EQUIPO</b>	Código REP-0157
		Versión 02
		Página 21

Intervenciones realizadas al equipo			
Nro	Fecha	Descripción	Firma
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			

Ilustración 9 Continuación: hoja de vida de la llenadora automática

### 2.2 Cronograma de mantenimiento.

El desarrollo del cronograma de mantenimiento es importante para ejercer control sobre los mantenimientos programados en el equipo, en este se marca con una X la semana del mes en el cual debe realizarse la actividad programada, y si se cumple en el tiempo debe resaltarse en color verde, de lo contrario debe resaltarse en rojo y dejar una anotación de porque no se cumplió con el cronograma.



ALCANCE INDUSTRIES S.A.S																																									
CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS																																									
Fecha de inicio	Equipo	Descripción	Frecuencia	PRIMER SEMESTRE												Porcentaje de cumplimiento	SEGUNDO SEMESTRE												Porcentaje de cumplimiento												
				Enero			Febrero			Marzo			Abril				Mayo			Junio			Julio			Agosto				Septiembre			Octubre			Noviembre			Diciembre		
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
01/01/2022	Llenadora y selladora automática(LL-101)	Inspección general y limpieza	Semanal	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	100					
		Revisión sistema eléctrico y PLC	Mensual			x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x		100					

Ilustración 10.Cronograma de mantenimiento

C. Capacitaciones.

Los temas y la duración de las capacitaciones dictadas al grupo de operarios fueron:

Tabla 2 Temas y duración de las capacitaciones dictadas al grupo de operarios

Temas	Duración(h)
TPM	1.5
5’S	0.5
LUP	0.2

Posterior a las capacitaciones se realizaron evaluaciones para medir la captación de los temas específicos, los resultados generales del grupo de operarios fueron:

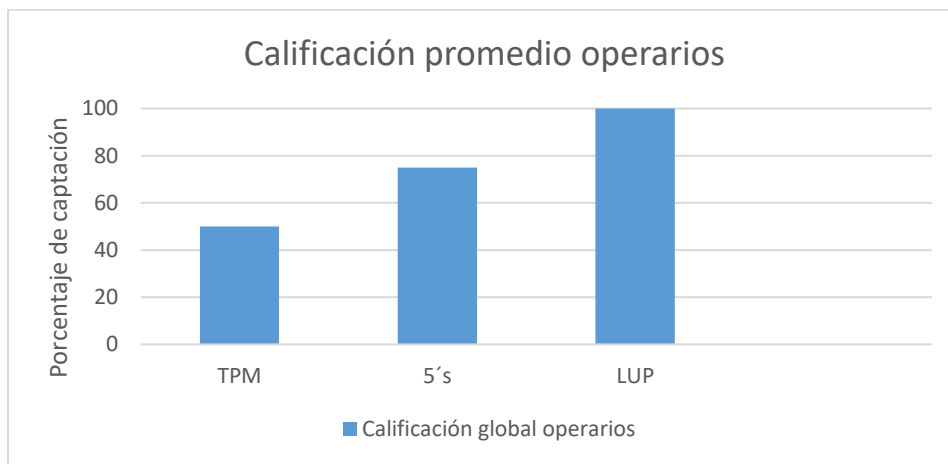


Ilustración 11 Calificación obtenida en las capacitaciones por los operarios

*D. Eficiencia global de la planta.*

Para calcular la eficiencia global de la planta se utilizó la siguiente ecuación:

$$OEE = (D)Disponibilidad * (E)Eficiencia * (C)Calidad$$

Donde:

$$D = \frac{\text{Tiempo calendario}(h) - (\text{paradas programadas} + \text{Averías súbitas})(h)}{\text{Tiempo calendario}(h)} * 100$$

$$E = \frac{\text{Tasa de producción media} \left(\frac{t}{h}\right)}{\text{Tasa de producción estándar} \left(\frac{t}{h}\right)}$$

$$\text{Tasa de producción media} = \frac{\text{Tasa de producción real} \left(\frac{t}{h}\right)}{\text{Tiempo de operación}}$$

$$C = \frac{\text{Producción}(t) - (\text{Defectos de calidad} - \text{pérdidas de reproceso})(t)}{\text{Producción}(t)}$$

Tabla 3 Resultados de OEE antes de la implementación del programa

Antes de la implementación de la filosofía TPM (2021)				
Mes	Disponibilidad[%]	Eficiencia[%]	Calidad[%]	OEE[%]
Octubre	81	75	99	60
Noviembre	75	72	99	53
Diciembre	84	76	99	63

Tabla 4 OEE después de la implementación del programa

Después de la implementación de la filosofía TPM (2022)				
Mes	Disponibilidad[%]	Eficiencia[%]	Calidad[%]	OEE[%]
Enero	86	85	99	72
Febrero	87	86	99	70
Marzo	89	82	99	72

---

## VI. ANÁLISIS

Los formatos diseñados son la base de la implementación de los pilares de mantenimiento autónomo y planeado, ya que permiten llevar un registro de fallas, reparaciones, y posibles mejoras sobre el equipo, logrando alargar la vida útil, aumentar la velocidad de operación y disminuir la probabilidad de fallas del equipo, con el fin de reducir las paradas del equipo y los costos asociados al mantenimiento.

El personal fue capacitado en los temas especificados en Tabla 2, la Ilustración 11 se observa que los mejores resultados se obtuvieron en la lección de un punto, enfocada a la graduación en el tiempo del sellado, esto se debe a que, para los operarios asociar el conocimiento a la práctica inmediata se les hace muy fácil, caso contrario en el TPM y 5'S que son temas especializados y la captación se dificulta por el nivel académico de los operarios.

El registro de OEE presentado en la Tabla 4 OEE después de la implementación del programa muestra que el índice que presentó un aumento significativo después de la aplicación de este programa fue el de rendimiento del equipo, la velocidad de la máquina mejoró al aplicar el programa de limpieza preventiva y lubricación antes de iniciar el turno y capacitar a profundidad al operario de esta en temas de mantenimiento autónomo. Paralelamente, el índice de disponibilidad presentó un crecimiento continuo en los meses posteriores a la aplicación del proyecto, relacionado a la existencia de stock de repuestos y la contratación de un operario mecánico especializado. Se observa que el índice de calidad en la empresa es el más alto y permanece constante a lo largo de los meses, sin embargo, es necesario monitorizarlo para registrar cualquiera fluctuación en el valor de este.

Finalmente, se evidencia en la Tabla 4 que la eficiencia global del equipo presentó un aumento significativo cercano a los 10 puntos porcentuales, lo que traduce a una mejoría competitividad de la empresa y disminución de pérdidas económicas.

## VII. CONCLUSIONES

El diagrama de Ishikawa realizado en la etapa de diagnóstico es una herramienta ideal para analizar el problema identificado previamente por gerencia, listando las posibles causas de este y oportunidades de mejora.

Implementar bases de la filosofía TPM en la empresa Alcance Industries, es un reto por el poco tiempo disponible para desarrollar las actividades metodológicas planeadas en el cronograma, inicialmente se tuvo un bajo nivel de aceptación y compromiso por parte de los operarios, por lo que se hizo necesario un acercamiento por parte del supervisor de planta presentando las mejoras asociadas al desarrollo del proyecto haciendo énfasis en la seguridad y el ambiente laboral.

La capacitación brindada al grupo de operarios se puede calificar como regular, ya que se presentaron porcentajes de captación inferiores al 60%, lo que demuestra una oportunidad de mejora en este punto.

Los resultados de los indicadores fueron los esperados, ya que los índices de disponibilidad y rendimiento aumentaron progresivamente después de la implementación del programa, el índice de calidad no se vio afectado durante el desarrollo del proyecto. Se resalta el aumento en el indicador OEE que permite a la empresa aumentar su competitividad.

## VIII. RECOMENDACIONES

- Extrapolar los formatos generados para todos los equipos de la planta de producción.
- Desarrollar indicadores referentes al costo de mantenimiento, llevando un registro del mismo.
- Fomentar la creación del departamento de mantenimiento, con un profesional encargado y técnicos a su cargo.
- Garantizar herramientas para disminuir costos asociados a mantenimiento externo.
- Garantizar las capacitaciones a todo el personal nuevo acerca de esta filosofía, reforzando conocimientos, repercutiendo de manera positiva en la disminución de fallas, perdidas y averías.
- Explorar los otros pilares del TPM hasta consolidar la total implementación en la empresa.
- Exponer esta filosofía a todo el personal administrativo de la empresa, buscando oportunidades de mejora.

---

## REFERENCIAS

- [1] Sanzol Lorenzo, “IMPLANTACIÓN DE PLAN DE MANTENIMIENTO TPM EN PLANTA DE COGENERACIÓN,” Pamplona, Jul. 2010.
- [2] E. por T. S. por Japan Institute of Plant Maintenance Originalmente publicado por el, “TPM en industrias de proceso.”
- [3] “Mantenimiento Productivo Total - TPM.”  
<https://bsginstitute.com/SubArea/Mantenimiento-Productivo-Total-TPM> (accessed Dec. 14, 2021).
- [4] Johnny Cruz, *Manual para la implementación sostenible de las 5S*, 2nd ed. Santo Domingo: INFOTEP, 2010. Accessed: Dec. 19, 2021. [Online]. Available: [http://www.infotep.gob.do/transparencia/phocadownload/Publicaciones/LibrosyManuales/manual\\_5s.pdf](http://www.infotep.gob.do/transparencia/phocadownload/Publicaciones/LibrosyManuales/manual_5s.pdf)