

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE  
INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA**



**“PROGRAMA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PARA  
MEJORAR LA EFECTIVIDAD GLOBAL DE LOS  
EQUIPOS DE UNA PLANTA DE REVISIONES TÉCNICAS  
VEHICULARES EN LA PROVINCIA DE HUAROCHIRÍ”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN  
GERENCIA DEL MANTENIMIENTO**

**ANGEL DAVID ALARCÓN APAZA**

2018



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA**  
**UNIDAD DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN GERENCIA DEL MANTENIMIENTO**  
**RESOLUCIÓN COMITÉ DIRECTIVO N° 046-2018-CD-UPG-FIME-UNAC**

**JURADO EXAMINADOR:**

<b>DR. PABLO MAMANI CALLA</b>	<b>PRESIDENTE</b>
<b>MG. VLADIMIRO CONTRERAS TITO</b>	<b>SECRETARIO</b>
<b>DR. JUAN MANUEL PALOMINO CORREA</b>	<b>VOCAL</b>
<b>MG. MARTIN TORIBIO SIHUAY FERNANDEZ</b>	<b>VOCAL</b>

**ASESORES:**

**DR. MARCO ANTONIO GUERRERO CABALLERO**  
**Msc. GUSTAVO ORDOÑEZ CÁRDENAS**

**N° DE LIBRO DE ACTA DE SUSTENTACIÓN: 01 SPG-FIME-UNAC-2008**

**N° DE ACTA DE SUSTENTACIÓN 26**

**FECHA DE APROBACIÓN DE LA TESIS: 20.10.2018**

## **DEDICATORIA**

A mis padres Ángel Alarcón y Maximiana Apaza, esposa Mirna Gómez por su incansable apoyo y dedicación, e hijos Araceli, Diego Aaron y Ángel Arturo, quienes son el motor y motivo de haber podido alcanzar este objetivo.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por darme la fe necesaria para alcanzar este logro, a mi alma mater por albergarme todos estos años, a mis asesores Msc. Gustavo Ordoñez y Dr. Marco Guerrero por su apoyo desinteresado y a todos mis maestros, quienes contribuyeron en el desarrollo de la tesis, en especial al Mg. Jorge Moscoso Sánchez por sus valiosos aportes y consejos.

## ÍNDICE

INDICE .....	1
TABLAS DE CONTENIDO .....	4
INDICE DE FIGURAS .....	5
RESUMEN .....	6
RESUMO .....	7
I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACION .....	8
1.1 Identificación del problema .....	8
1.2 Formulación de problemas .....	8
1.2.1 Problema General .....	8
1.2.2 Problemas específicos .....	8
1.3 Objetivos de la investigación .....	9
1.3.1 Objetivo general .....	9
1.3.2 Objetivos específicos .....	9
1.4 Justificación .....	10
1.4.1 Justificación legal .....	10
1.4.2 Justificación teórica .....	10
1.4.3 Justificación tecnológica .....	11
1.4.4 Justificación económica .....	11
1.4.5 Justificación social .....	11
1.4.6 Justificación práctica .....	11
1.5 Importancia.....	11
1.6 Alcances y limitaciones.....	12
II. MARCO TEÓRICO .....	13
2.1 Antecedentes del estudio .....	13
2.1.1 Investigaciones nacionales.....	13
1.1.1 Investigaciones internacionales.....	15

2.2 Marco teórico.....	16
2.2.1 Evolución de la Gestión del Mantenimiento.....	16
2.2.2 Mantenimiento productivo total (T.P.M).....	17
2.2.3 Mantenimiento Autónomo.....	19
2.2.4 OEE: Efectividad Global del Equipo (Overall Equipment Effectiveness) .....	26
2.2.5 OEE Clase Mundial .....	28
2.2.6 Aumento de la Efectividad Global de los equipos mediante la eliminación de averías y fallos.....	28
2.2.7 Mantenimiento Correctivo .....	30
2.2.8 Mantenimiento Preventivo .....	31
2.2.9 Mantenimiento Predictivo .....	33
2.2.10 Las 5S.....	34
2.2.11 Estrategias de las 5S.....	40
2.3 Definiciones de términos básicos, dirigidos a fundamentar la propuesta de la investigación .....	41
2.4 Descripción de los equipos .....	44
2.5 Especificaciones de los equipos.....	51
III. VARIABLES E HIPÓTESIS .....	58
3.1 Definición de las variables .....	58
3.1.1 Variables independientes .....	58
3.1.2 Variables dependientes .....	58
3.2 Operacionalización de las variables .....	58
3.2.1 Indicadores de la variable independiente.....	58
3.2.2 Indicadores de la variable dependiente.....	58
3.3 Hipótesis .....	59

3.3.1	Hipótesis general .....	59
3.3.2	Hipótesis específicas.....	59
IV.	METODOLOGÍA .....	60
4.1	Tipo de investigación .....	60
4.2	Diseño de la investigación .....	60
4.3	Población y muestra .....	60
4.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	61
4.5	Procedimiento de recolección de datos .....	61
4.6	Procesamiento estadístico y análisis de datos.....	62
V.	RESULTADOS.....	63
5.1	Análisis descriptivos .....	63
5.2	Plan Estratégico .....	67
5.3	Programa Mantenimiento Autónomo .....	73
5.4	Prueba de hipótesis.....	92
VI.	DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	96
6.1	Contrastación de las hipótesis con los resultados.....	96
6.2	Contrastación de los resultados con otros estudios similares.....	96
VII.	CONCLUSIONES.....	98
VIII.	RECOMENDACIONES.....	99
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	100
	ANEXOS.....	103
•	Anexo N° 1: Matriz de consistencia .....	104
•	Anexo N° 2: Matriz de Operacionalización de las variables.....	105
•	Anexo N° 3: Cuestionario.....	107
•	Anexo N° 4: Carta .....	109
•	Anexo N° 5: Instrumento de opinión de expertos.....	110



## TABLAS DE CONTENIDO

### ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N°4.1: Evaluación del coeficiente de Cronbach.....	62
Cuadro N°5.1: Análisis interno. ....	64
Cuadro N°5.2: Análisis externo.....	64
Cuadro N°5.3: Cálculo de la OEE antes de la implementación del M.A.....	72
Cuadro N°5.4: Matriz de % de cumplimiento del Mantenimiento Correctivo.....	73
Cuadro N° 5.5: Organigrama del Mantenimiento Autónomo .....	74
Cuadro N° 5.6: Etapa de Clasificación .....	76
Cuadro N° 5.7: Etapa de Orden.....	77
Cuadro N° 5.8: Etapa de Limpieza .....	78
Cuadro N° 5.9: Flujo de Mantenimiento Preventivo.....	79
Cuadro N° 5.10: Propuesta de entrenamiento al Personal.....	80
Cuadro N° 5.11: Programa de mantenimiento Autónomo .....	81
Cuadro N° 5.12: Diagrama de Flujo del proceso de inspección Técnica Vehicular .....	82
Cuadro N°5.13: Capacitación del personal de línea de la planta de Revisiones Técnicas Vehiculares .....	83
Cuadro N 5.14: Check List Diario .....	84
Cuadro N 5.15: Check List Semanal.....	85
Cuadro N°5.16: Check list Quincenal .....	85
Cuadro N°5.17: Check List Mensual.....	86
Cuadro N°5.18: Estado de Operatividad de Equipos .....	87
Cuadro N°5.19: Orden de Trabajo de Mantenimiento .....	88
Cuadro N°5.20: Auditoria del Mantenimiento.....	89
Cuadro N°5.21: Calculo de la OEE después de la implementación del programa de Mantenimiento Autónomo .....	92
Cuadro N°5.22: Resumen de la mejora de la efectividad de los equipos antes y después de la implantación del mantenimiento autónomo.....	93

Cuadro N°5.23: Matriz de datos de la OEE antes y OEE después del programa de M. A. ....	94
Cuadro N°5.24: Estadísticas de muestras relacionadas.....	94
Cuadro N°5.25: Correlaciones de muestras relacionadas.....	95
Cuadro N°5.26: Prueba de significación.....	95

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 5.1. Proceso de Inspección Técnica Vehicular.....	44
Figura N° 5.2. Opacímetro y Analizador de Gases.....	45
Figura N° 5.3. Alineador de paso Universal.....	46
Figura N° 5.4. Luxómetro.....	47
Figura N°5.5. Banco de Suspensión.....	48
Figura N° 5.6. Frenómetro.....	49
Figura N° 5.7. Foso de Inspección con placas detectoras de Holguras.....	50
Figura N° 5.8. Flujo de mantenimiento correctivo.....	65
Figura N° 5.9. Verificación y Observación de los puestos de Trabajo.....	66
Figura N° 5.10. Verificación y observación de la infraestructura .....	67
Figura N° 5.11. Flujo de mantenimiento preventivo.....	81
Figura N° 5.12. Programa de mantenimiento autónomo.....	81
Figura N° 5.13. Diagrama flujo del proceso de Inspección Técnica Vehicular.....	82

## RESUMEN

La presente tesis tuvo como finalidad desarrollar un programa de mantenimiento autónomo para mejorar la efectividad global de los equipos de una planta de revisiones técnicas vehiculares en la provincia de Huarochirí.

El tipo de investigación que se realizó en el presente estudio fue de tipo aplicada y de alcance descriptivo correlacional, que corresponde a un diseño Pre-experimental de tipo longitudinal.

Los objetivos específicos fueron determinar los elementos necesarios para desarrollar un programa de mantenimiento autónomo para mejorar la efectividad global de los equipos, aumentando la disponibilidad, el rendimiento y la calidad.

En el procedimiento de recolección de datos se empleó la técnica documental (registros de sistemas de gestión) y la técnica empírica (observación y encuesta) y auditorias, donde los datos fueron tomados de manera directa en la misma línea de la planta de revisiones técnicas vehiculares.

Los instrumentos que se tomaron en cuenta fueron las guías de observación y encuesta, las auditorias, los reportes de fallas, Check list, escala de desempeño laboral y escala Likert. La confiabilidad del instrumento se hizo a través del cálculo del coeficiente de Cronbach, luego se realizó un juicio de expertos para validar el instrumento y se realizó la matriz de elaboración de ítems.

Para el procesamiento estadístico y análisis de datos se utilizó los programas SPSS v. 19 y Excel 2016.

Para la prueba de hipótesis se realizó la prueba de t Student correlacional de significancia bilateral, llegándose a obtener como resultado y conclusión final que el Programa de Mantenimiento Autónomo mejora la efectividad global de los equipos de una planta de revisiones técnicas vehiculares.

**Palabras Claves:** Efectividad Global - Mantenimiento Autónomo – Las 5S - Revisiones Técnicas Vehiculares.

## RESUMO

O objetivo desta tese foi desenvolver um programa de manutenção autônomo para melhorar a eficácia geral do equipamento de uma planta de inspeção técnica de veículos na província de Huarochirí.

O tipo de investigação realizada no presente estudo foi do tipo aplicada e de âmbito descritivo correlacional, o que corresponde a um Desenho Pré-experimental do tipo longitudinal.

Os objetivos específicos eram determinar os elementos necessários para desenvolver um programa de manutenção autônomo para melhorar a eficácia geral do equipamento, aumentando a disponibilidade, desempenho e qualidade.

No procedimento de coleta de dados, utilizou-se a técnica documental (registros dos sistemas de gestão) e a técnica empírica (observação e levantamento) e auditorias, onde os dados foram coletados diretamente na mesma linha da revisão técnica do veículo.

Os instrumentos considerados foram os guias de observação e levantamento, auditorias, relatórios de falhas, Check list, escala de desempenho do trabalho e escala Likert. A confiabilidade do instrumento foi feita por meio do cálculo do coeficiente de Cronbach, a seguir foi feito o julgamento de um especialista para validar o instrumento e feita a matriz de elaboração dos itens.

Para processamento estatístico e análise de dados, SPSS v. 19 e Excel 2016.

Para o teste de hipótese, foi realizado o teste t de Student correlacional de significância bilateral, obtendo-se como resultado e conclusão final que o Programa de Manutenção Autônoma melhora a eficácia geral dos equipamentos de uma planta de inspeção técnica veicular.

**Palavras-chave:** Eficácia Global - Manutenção Autônoma - O 5S - Revisões Técnicas de Veículos.

# **I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN**

## **1.1 Identificación del problema**

Los equipos de una planta de revisiones técnicas vehiculares se encuentran expuestos a posibles fallas, debido a que trabajan a la intemperie y para cumplir con las actividades en la línea de inspección, estos equipos deben estar completamente operativos. A veces el personal de mantenimiento demora mucho en llegar a la zona ocasionando una parada en la línea. Es por esta razón que es necesario realizar un programa de mantenimiento que permita que los equipos estén siempre operativos. El tipo de mantenimiento más adecuado para una planta de revisiones técnicas vehiculares es el de mantenimiento autónomo, donde los mismos operarios de línea realizan la labor del mantenimiento de los equipos.

## **1.2 Formulación de problemas**

### **1.2.1 Problema General**

¿Con el desarrollo de un programa de mantenimiento autónomo se mejorará la efectividad global de los equipos de una planta de revisiones técnicas vehiculares en la provincia de Huarochirí?

### **1.2.2 Problemas específicos**

1. ¿Qué elementos considerar para desarrollar un programa de mantenimiento autónomo para mejorar la efectividad global de los equipos de una planta de revisiones técnicas vehiculares en la provincia de Huarochirí?

2. ¿Con el programa de mantenimiento autónomo aumenta la disponibilidad de los equipos de una planta de revisiones técnicas vehiculares en la provincia de Huarochirí?
3. ¿En qué medida aumenta el rendimiento para mejorar la efectividad global de los equipos de una planta de revisiones técnicas vehiculares en la provincia de Huarochirí?
4. ¿En qué medida aumenta la calidad para mejorar la efectividad global de los equipos de una planta de revisiones técnicas vehiculares en la provincia de Huarochirí?

### **1.3 Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Desarrollar un programa de mantenimiento autónomo para mejorar la efectividad global de los equipos de una planta de revisiones técnicas vehiculares en la provincia de Huarochirí.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

1. Determinar los elementos necesarios para desarrollar un programa de mantenimiento autónomo para mejorar la efectividad global de los equipos de una planta de revisiones técnicas vehiculares en la provincia de Huarochirí.

2. Aumentar la disponibilidad, para mejorar la efectividad global de los equipos de una planta de revisiones técnicas vehiculares de la provincia de Huarochirí.
3. Aumentar el rendimiento para mejorar la efectividad global de los equipos de una planta de revisiones técnicas vehiculares en la provincia de Huarochirí.
4. Aumentar la calidad para mejorar la efectividad global de los equipos de una planta de revisiones técnicas vehiculares en la provincia de Huarochirí.

## **1.4 Justificación**

### **1.4.1 Justificación legal**

Manual de Inspecciones Técnicas Vehiculares R.D. N° 11581-2008-MTC/15 y la atención a los usuarios será veraz y oportuna.

También se tendrá en cuenta la última R.D. N° 4801-2017-MTC/15 de fecha 23 de octubre del 2017, donde se resuelve que los CITV deberán contar con un sistema informático que permita al MTC verificar en tiempo real el proceso en la línea de inspección técnica.

### **1.4.2 Justificación teórica**

El programa de mantenimiento autónomo aplicado a una planta de revisiones técnicas vehiculares, permitirá mejorar la efectividad global de los equipos y verificar como se aplica este concepto en una planta de servicios.

#### **1.4.3 Justificación tecnológica**

Con el desarrollo de un programa de mantenimiento autónomo se obtendrá una mejora de la efectividad global de los equipos de la línea de inspección técnica vehicular contribuyendo con el avance tecnológico.

#### **1.4.4 Justificación económica**

Al implementar el mantenimiento autónomo se reducirá las fallas por averías y paradas imprevistas que ocasionan pérdidas y demora en el arranque de los equipos y por lo tanto, habrá una reducción de los costos de mantenimiento y un aumento en la productividad y rentabilidad de la empresa.

#### **1.4.5 Justificación social**

Al desarrollar un programa de mantenimiento autónomo se evitará que los equipos fallen y los usuarios no se perjudiquen al pasar su revisión técnica. También se evitara los accidentes y se reducirán los riesgos por incendios, entre otros, disminuyendo los costos sociales.

#### **1.4.6 Justificación práctica**

Es relevante porque se obtendrá un aumento de la efectividad global de los equipos de la línea de inspección técnica vehicular. El Mantenimiento Autónomo como pilar del TPM pone en práctica estas labores.

### **1.5 Importancia**

La investigación es importante porque permite optimizar la disponibilidad, rendimiento y calidad de los equipos de inspección técnica vehicular con el desarrollo del programa de mantenimiento



autónomo, que es realizado por los mismos operarios de la línea de inspección.

Es importante porque al estar los equipos operativos, se está cumpliendo con la normativa nacional vigente del MTC.

### **1.6 Alcances y limitaciones**

La presente investigación fue realizada en la provincia de Huarochirí y la muestra fue tomada de una planta de revisiones técnicas vehiculares de dicha provincia. El tipo de mantenimiento que más se adecua a esta planta es el de mantenimiento autónomo, debido a la distancia y es realizado por los mismos operarios de la línea de inspección técnica vehicular.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes del estudio

#### 2.1.1 Investigaciones nacionales:

1. Valdez J. (2017). ***“Implementación del mantenimiento autónomo para aumentar la disponibilidad de equipos trackless en Uchucchacua”***, Tesis maestría. Huancayo. **Universidad Nacional del Centro del Perú**. Concluye que:

La capacitación de los operadores, permitió mejorar la operación y cuidados de los equipos Trackless.

La aplicación del mantenimiento autónomo ayudó a mejorar la disponibilidad mecánica de los equipos Trackless en un 85% concluyendo que el programa de Mantenimiento Autónomo sirve para mejorar la disponibilidad de los equipos.

2. Gilberto A., Paulino J., (2012), ***“El Análisis de Confiabilidad Como Herramienta Para Optimizar La Gestión Del Mantenimiento Preventivo De Los Equipos De La Línea De Flotación En Un Centro Minero”*** – Lima – Perú.

Grado académico de maestro en ingeniería con mención en gerencia e ingeniería de mantenimiento. Concluye lo siguiente:

Al investigar, evaluar y analizar la relación causa- efecto de las variables: “El Análisis de Confiabilidad Como Herramienta Para Optimizar la Gestión del Mantenimiento de los Equipos de la Línea de Flotación de la Planta Concentradora Berna II” en el Centro Minero Casapalca, encontró como resultado, una deficiente Gestión del Mantenimiento de los equipos críticos de la línea de

flotación, como consecuencia de la falta de conocimiento del personal de mantenimiento de la planta, referente a las técnicas cualitativas y cuantitativas o estadísticas del mantenimiento, que involucran el análisis de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad de equipos y sistemas, entre otros conceptos. También encontró, que prácticamente el mantenimiento predictivo no se tomaba en cuenta.

**3. HUALLA R. - CÁRDENAS C., (2017), “Mejora de procesos en las áreas de mezclado y molienda de una empresa manufacturera de tubosistemas pvc y pead aplicando herramientas de calidad y lean manufacturing”. Tesis para optar el grado de Magíster en Ingeniería Industrial – PUCP Lima-Perú. Concluye lo siguiente:**

Al implementar las 5s, disminuyeron los tiempos de tránsito y tiempos muertos, además de la estandarización de actividades y se redujeron los casos de contaminación, a la par generó un cambio de cultura en los colaboradores.

Al inicio la empresa presentaba problemas en la utilización del scrap en los compuestos, su uso no estandarizado trajo como consecuencia altos inventarios de scrap (material rechazado, productos no conformes). Se desarrolló un análisis de la situación actual de la empresa y se detectaron los principales problemas, una vez seleccionados se aplicó las herramientas lean: Las 5S, SMED, TPM y Benchmarking. La aplicación del TPM también incremento las horas de trabajo efectivo en el área debido a la reducción de paros de mantenimiento, el mantenimiento autónomo dio herramientas para ejecutar un mantenimiento preventivo por parte del propio personal del área.

### **2.1.2 Investigaciones internacionales:**

**1. MARTINEZ I., (2009), “Diseño de un Modelo para Aplicar el Mantenimiento Productivo Total a los Sectores de Bienes y Servicios”- México D. F**

Grado de maestro en ciencias en ingeniería de sistemas.

Concluye:

Con el diseño de este modelo todos los niveles de la organización llegaron a ser responsables del mantenimiento y conservación del equipo, maquinaria e infraestructura. La participación de todo el personal enriquece el resultado ya que existen varias situaciones donde el personal que no está en contacto con el equipo o maquinaria, ve detalles que no son visibles para aquellos que tienen un contacto diario o continuo con el equipo. Este compromiso dio como resultado ser más productivos, seguros, mejorar su apariencia y desenvolvimiento de la operación.

**2. Hortiales M., (1997), “Implementación del Mantenimiento Productivo Total” – Nuevo León**

**Grado de maestro en ciencias de la administración con especialidad en producción y calidad**

El modelo de **Implementación del Mantenimiento Productivo Total** abarcó los siguientes aspectos:

1. Limpieza y atención Básica
2. Mantenimiento Planeado
3. Efectividad Total del Equipo (ETE).
4. Elaboración e Implementación de Estándares de Limpieza y Atención Básica
5. Instalación de Gavetas
6. Medición de la Efectividad Total del Equipo
7. Acciones correctivas

La empresa donde fue aplicado el modelo corresponde al sector automotriz, sin embargo, con algunas modificaciones puede funcionar perfectamente en cualquier organización.

**3. Guillén A., (2015), “OPTIMIZACIÓN DE LA EFECTIVIDAD GLOBAL DE LOS EQUIPOS (OEE) A TRAVÉS DE ESTRATEGIAS DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO” Caso: Unidad II de la empresa Negroven S.A. - Valencia**

**Para optar al título de Magíster en Ingeniería Industrial.**

Se concluye lo siguiente:

La dirección de la empresa Negroven S.A. al implantar la medición de la efectividad global de equipos (OEE) como base para la gestión de mantenimiento obtuvo un valor crítico de 49.25% en el reactor U2 para el año 2014, equivalente a una condición “Inaceptable”. Luego se diseñaron estrategias de gestión de mantenimiento adecuadas y se logró una propuesta basada en un conjunto de estrategias de mejora de la gestión de mantenimiento, orientadas a las necesidades de cada uno de los componentes del Reactor U2 que comprenden planes preventivos de calibración e inspección, frecuencia y personal responsable.

## **2.2 Marco teórico**

### **2.2.1 Evolución del Mantenimiento**

El Mantenimiento ha venido evolucionando a través del tiempo llegando hoy en día a convertirse en una herramienta de gestión muy importante dentro de una organización. Al principio el mantenimiento se basaba en realizar las reparaciones cuando

ocurría una falla o avería, es decir se realizaba un Mantenimiento Correctivo.

Luego el mantenimiento fue evolucionando llegando a realizarse además del correctivo el preventivo, que consistía en realizar el mantenimiento cada cierto tiempo con el fin de evitar la falla de la máquina o equipo y se llamó Mantenimiento Preventivo.

Finalmente, ya en los años sesenta tuvo lugar la aparición del Mantenimiento Productivo. El Mantenimiento Productivo incluye los principios del Mantenimiento Preventivo, pero le agrega un plan de mantenimiento para toda la vida útil del equipo, más labores e índices destinados a mejorar la fiabilidad y mantenibilidad.

### **2.2.2 Mantenimiento Productivo Total (T.P.M.)**

Comienza a implementarse en Japón durante los años sesenta. El mismo incorpora una serie de nuevos conceptos a los desarrollados a los métodos previos, entre los cuales cabe destacar el Mantenimiento Autónomo, el cual es ejecutado por los propios operarios de producción, la participación activa de todos los empleados, desde los altos cargos hasta los operarios de planta. También agrega a conceptos antes desarrollados como el Mantenimiento Preventivo, nuevas herramientas tales como las Mejoras de Mantenibilidad, la Prevención de Mantenimiento y el Mantenimiento Correctivo.

El TPM adopta como filosofía el principio de mejora continua desde el punto de vista del mantenimiento y la gestión de equipos. El Mantenimiento Productivo Total ha recogido también los conceptos relacionados con el Mantenimiento Basado en el Tiempo (MBT) y el Mantenimiento Basado en las Condiciones (MBC).

El MBT trata de planificar las actividades de mantenimiento del equipo de forma periódica, sustituyendo en el momento adecuado las partes que se prevean de dichos equipos, para garantizar su buen funcionamiento. En tanto que el MBC trata de planificar el control a ejercer sobre el equipo y sus partes, a fin de asegurarse de que reúnan las condiciones necesarias para una operativa correcta y puedan prevenirse posibles averías o anomalías de cualquier tipo.

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

- Participación de todo el personal, desde la alta dirección hasta los operarios de planta. Incluir a todos y cada uno de ellos permite garantizar el éxito del objetivo.
- Creación de una cultura corporativa orientada a la obtención de la máxima eficacia en el sistema de producción y gestión de los equipos y maquinarias. De tal forma se trata de llegar a la Eficacia Global.
- Implantación de un sistema de gestión de las plantas productivas tal que se facilite la eliminación de las pérdidas antes de que se produzcan y se consigan los objetivos.
- Implantación del mantenimiento preventivo como medio básico para alcanzar el objetivo de cero pérdidas mediante actividades integradas en pequeños grupos de trabajo y apoyado en el soporte que proporciona el mantenimiento autónomo.
- Aplicación de los sistemas de gestión de todos los aspectos de la producción, incluyendo diseño y desarrollo, ventas y dirección.

La aplicación del TPM garantiza a las empresas resultados en cuanto a la mejora de la productividad de los equipos, mejoras corporativas, mayor capacitación del personal y transformación del puesto de trabajo.

### **2.2.3 Mantenimiento Autónomo.**

Se basa en la participación activa de los operarios con el propósito de prevenir o evitar averías y deterioros en las máquinas y equipos. Tiene especial importancia la aplicación práctica de las 5 Ss. Una característica básica del TPM es que son los propios operarios son quienes llevan a cabo el mantenimiento autónomo, también denominado “Mantenimiento de Primer Nivel” (Nakajima, 1991). Algunas de las tareas fundamentales son: limpieza, inspección, lubricación, aprietes y ajustes.

El mantenimiento autónomo es una de las etapas de la preparación de las condiciones de implantación del TPM y es la acción más difícil y que más tiempo lleva en realizar, por lo difícil de dejar la forma habitual de trabajo.

Estas actividades comprenden: metodología de las 5 Ss, y el Mantenimiento Autónomo, promoción y soporte total de los siete pasos del mantenimiento autónomo y Establecimiento de diagnóstico de habilidades (Capacitación y adiestramiento en multi-habilidades) y procedimientos de trabajo.

La etapa de preparación incluye la educación a todos los medios administrativos y el sindicato.

La etapa de formación del personal en la metodología incluye el personal de mando intermedio y personal base.



El mantenimiento autónomo por los operadores es una característica única del TPM; y es vital para su compañía.

Ésta acción es la más difícil y la que se lleva más tiempo en realizar, porque a los operadores y operarios de mantenimiento se les dificulta dejar su forma habitual de trabajo. Los técnicos trabajan a tiempo completo y el personal de mantenimiento asume por completo las responsabilidades de las reparaciones. Además de las ventajas que para ellos representa su forma actual de trabajo.

“Se dice entonces quien está convencido no se anima a participar y quien no lo esta es tu enemigo” (Nakajima, 1991).

En suma cada técnico tiene que ser entrenado en la destreza de hacer el mantenimiento autónomo, actividades básicas como inspección, limpieza y lubricación de su propio equipo. (Mantenimiento Autónomo básico).

La falta de las tareas de inspección del equipo productivo, reaprietes, limpieza, remoción de rebaba, polvo, contaminantes y lubricación promueven las de causas de corrosión, tiempos perdidos y defectos de calidad.

Sin embargo, la capacitación y el adiestramiento no terminan con el mantenimiento básico del equipo por el técnico de línea.

En 1991, Nakajima sostiene que “incrementar las habilidades de los operadores de producción y operarios de mantenimiento, capacitándolos y dándoles adiestramiento en tuercas y tornillos”.

Una vez cumplida la capacitación que le permita al técnico incrementar sus habilidades, se propone entonces las cinco medidas para cero paros. Es entonces que surge la necesidad de una oficina técnica, (Ingeniería de la planta o de métodos), con

una estructura tal, que soporte el total de las necesidades del nuevo mantenimiento.

A continuación, se presenta lo referente al mantenimiento autónomo en los siete pasos propuestos por el Dr. Nakajima.

Mantenimiento autónomo en siete pasos:

### **1. Limpieza inicial**

Desarrollo del interés de los operadores y operarios por mantener limpias sus máquinas.

La limpieza es un proceso educativo que provoca resistencia al cambio, esto es debido a que no estamos acostumbrados a trabajar de manera ordenada y limpia, y creemos que el trabajo de limpieza no nos corresponde, más aun si existen personas que realicen este trabajo, este hecho nos hace preguntar: ¿Por qué limpiar si la basura se acumula rápidamente? Una manera de comprender esta necesidad es la respuesta. (No existe vibración cuando este perno esta apropiadamente asegurado).

### **2. Eliminación de fuentes de contaminación.**

Proponga medidas y señale las causas y efectos de la basura y el polvo. Lo más difícil para el individuo es hacer la limpieza inicial. La firmeza debe ser individual para desear mantener el equipo limpio, y así reducir el tiempo de limpieza. El operador de la maquinaria, cuando ha aceptado hacer la limpieza, debe de proponer medidas para combatir las causas de la generación de desorden, suciedad, desajustes, etc. Este paso se cumplirá como brotes de un plantío de rosas, es decir, una flor por aquí y otra por allá.

### **3. Estándares de limpieza y lubricación.**

En los pasos 1 y 2, los operarios y operadores identifican las condiciones básicas que tienen sus equipos. Cuando esto ha sido terminado, los grupos de trabajo del TPM pueden poner los estándares para un rápido y eficaz trabajo de mantenimiento básico, para prevenir el deterioro. Limpieza, lubricación y reapriete para cada pieza del equipo.

Más adelante en el paso 5 se revalúan los estándares de mantenimiento autónomo, se inician los mantenimientos preventivos básicos, verificándolos con los procedimientos de inspección autónoma.

El método de trabajo de las 5S

Se refiere al mejoramiento continuo del ambiente de trabajo y su principal enfoque se basa en el orden y la limpieza de las cosas y en el respeto a las políticas y disciplinas de cada organización. Y es necesario implementarlas antes de iniciar los tres primeros pasos del Mantenimiento Autónomo.

Es la herramienta que se utiliza para romper la resistencia que generalmente surge de los mandos medios, método de trabajo que no lesiona ni castiga a nadie, sin embargo involucra a toda la planta en la mejora continua y prepara las condiciones propicias para el cambio.

Pero es necesario hacer una excelente implementación de las 5S, no solo una campaña ni un método simple de limpieza.

En 1991, Nakajima sostiene que “no es conveniente implementar el Mantenimiento Autónomo, sin haber obtenido los logros tempranos que proporcionan las 5S. de aquí que ambas metodologías están íntimamente relacionadas”.

Los tres primeros pasos del mantenimiento autónomo se enfocan a la reunión de requisitos, por lo tanto, los esfuerzos en esta etapa temprana no siempre presentarán resultados impactantes. Menos aún si previamente no se implementaron las 5S.

#### **4. Inspección general.**

Los pasos 1, 2 y 3 son las acciones de mantenimiento autónomo para la prevención, detección y control de las condiciones fundamentales de los equipos, manteniendo limpiezas, lubricación y reaprietes.

En este cuarto paso se ensaya la detección de los modos de falla con una inspección general del equipo.

Es también vital haber iniciado ya las capacitaciones relacionadas a incrementar las habilidades de todo el personal, para que puedan realizar la inspección general.

El entrenamiento general de inspección, debe cumplirse por categoría a la vez, principiando con el desarrollo de destrezas. En este punto se debe intensificar la capacitación técnica para los trabajadores.

Este cuarto paso lleva mucho tiempo complementarlo, porque todos los operarios y operadores tienen que desarrollar su habilidad y destreza para detectar anomalías.

Sin embargo este es el mejor método para producir operadores competentes e involucra costo. ¡Advertencia! Este paso no debe omitirse ni llevarle a condiciones manejables.

#### **5. Inspección autónoma.**

En el paso 5, los estándares de limpieza y lubricación establecidos en las etapas 1,2 y 3 y el estándar de referencia de

la inspección de arranque, son comparados y evaluados para eliminar cualquier inconsistencia y asegurar las actividades del mantenimiento autónomo. El tiempo y la buena técnica proporcionaran el arribo a la meta.

En este paso 5 hacer el manual de inspección autónoma. Aquí se complementan las inspecciones de grupos de trabajo de operadores y personal técnico, estas inspecciones se harán con equipo en paro, equipo en marcha y condiciones de operación.

Cuando los operadores de producción y operarios de mantenimiento son completamente entrenados para conducir la inspección general, (paso cuatro) el departamento de mantenimiento podrá hacer los programas de mejoramiento del diseño del equipo, mantenimiento preventivo rutinario por calendario y/o uso y grupos de trabajo, además mantenimiento preventivo, mantenimiento anual y preparar los estándares de mantenimiento. Incluir inspecciones, listas de verificación y ajustes, además de procedimientos que contengan un ciclo completo de inspección, puesto que son varias las instancias que participan. Es muy importante culminar con la elaboración del manual de acción correctiva.

## **6. Organización y ordenamiento.**

(Seiri), o la organización, es el medio para identificar los aspectos a ser manejados en el centro de trabajo, haciendo procedimientos y estándares. Esto es un trabajo para el nivel de dirección y mandos intermedios (No despreciar y simplificar los objetivos a condiciones manejables)

Recuerde que el método de las 5S, cuando se implementa en el área de trabajo (Seiri) cambia por Clasificación y/o Selección.

(Seiton), u ordenamiento, es el medio para adherirse a los Estándares establecidos y es principalmente responsabilidad de los operadores y operarios.

Parte de las actividades de los grupos de trabajo, son sobre la base del orden y limpieza, que tienen que ser siempre enfocados al mejoramiento continuo que hace más fácil seguir los estándares.

(Seiri y seiton). Organización y ordenamiento, son así las actividades de mejoramiento para fomentar, simplificar y organizar el mantenimiento autónomo, y la adhesión a los estándares y procedimientos. Siendo los caminos del aseguramiento de la estandarización. Usar controles visuales en todo el centro de trabajo.

Los pasos 1 al 5 acentúan las actividades de inspección y mantenimiento de las condiciones básicas de los equipos. (Limpieza, lubricación, y reapriete). El papel del operario y operador es mucho más amplio sin embargo, tome en cuenta que solo es el principio.

En el paso 6, líderes, Mandos medios, y directores toman el papel principal en complementar la implantación del mantenimiento autónomo por evaluación del papel de los operarios y clarificar sus responsabilidades.

Es recomendable este paso dividirlo en sub-pasos, que describan más a detalle las acciones a tomar. Recuerde que la implantación del TPM toma de tres a cinco años. Los operadores deben llegar en este término a; soportar el mantenimiento correctivo básico, el preventivo básico, detectar modos de fallas, producir solo con calidad, etc.

## 7. Término de la implantación del mantenimiento autónomo.

Habiendo terminado las actividades de los grupos de trabajo, conducidas por los supervisores (terminado el paso 6) los trabajadores serán más profesionales y con una moral alta.

Por último, ellos se hacen independientes, especialistas, y confiados trabajadores, quiénes pueden buscar o generar su propio trabajo y el mejoramiento del equipo, proceso y herramientas con autonomía

### 2.2.4 OEE: Efectividad Global Del Equipo (Overall Equipment Effectiveness)

Esta medida evalúa el rendimiento del equipo mientras está en funcionamiento. La OEE está fuertemente relacionada con el estado de conservación y productividad del equipo mientras está funcionando.

Este indicador muestra las pérdidas reales de los equipos medidas en el tiempo y es el más importante para conocer el grado de competitividad de una planta industrial.

La OEE depende de los siguientes tres factores:

- **Disponibilidad:** Mide las pérdidas de disponibilidad de los equipos debido a paros no programados.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo operativo}}{\text{Tiempo neto disponible}} \quad [\text{Ec. 2.1}]$$

En donde:

$$\text{Tiempo neto disponible} = \text{Tiempo extra} + \text{Tiempo total programado} + \text{Tiempo de paro permitido} \quad [\text{Ec. 2.2}]$$

*Tiempo operativo = Tiempo neto disponible – Tiempo de paros de línea.* [Ec. 2.3]

- **Eficiencia:** Mide las pérdidas por rendimiento causadas por el mal funcionamiento del equipo, no funcionamiento a la velocidad y rendimiento origina determinada por el fabricante del equipo o diseño.

$$Eficiencia = \frac{(Tiempo Tacto)(Veh. Inspeccionados)}{Tiempo operativo} \quad [Ec. 2.4]$$

En donde:

$$Tiempo tacto = \frac{Tiempo neto Total diario}{Demanda Total diaria} \quad [Ec. 2.5]$$

- **Calidad:** Estas pérdidas por calidad representan el tiempo utilizado para producir productos que son defectuosos o tienen problemas de calidad. Este tiempo se pierde, ya que el producto se debe destruir o re-procesar. Si todos los productos son perfectos, no se producen estas pérdidas de tiempo del funcionamiento del equipo.

$$Calidad = \frac{Inspecciones Producidas - Total de inspecciones defectuosas}{Inspecciones Producidas}$$

[Ec. 2.6]

En donde:

$$Total de Insp. defectuosas = Insp. defectuosas + retrabajos$$

[Ec. 2.7]



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

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

### **2.2.5 OEE Clase Mundial.**

La OEE es un método de medición de la productividad que relaciona la disponibilidad, la eficiencia y la calidad del equipamiento. Estos indicadores se comparan con los siguientes rangos de valores Clase Mundial:

- OEE < 65% Inaceptable. Se producen importantes pérdidas económicas. Muy baja competitividad.
- 65% < OEE < 75% Regular. Aceptable solo si se está en proceso de mejora. Pérdidas económicas. Baja competitividad.
- 75% < OEE < 85% Aceptable. Continuar la mejora para superar el 85% y avanzar hacia la Clase Mundial. Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.
- 85% < OEE < 95% Buena. Entra en valores Clase Mundial. Buena competitividad.
- OEE > 95% Excelencia. Valores Clase Mundial. Excelente competitividad.

### **2.2.6 Aumento de la efectividad global de los equipos mediante la eliminación de averías y fallos.**

Se realiza mediante medidas de prevención de las fallas y averías de los equipos con la planificación y organización

adecuada del mantenimiento y mediante una mejora continua o establecimiento de pautas para que no ocurran.

El mejoramiento de la efectividad global de los equipos consiste en la eliminación de las 6 grandes pérdidas consideradas por el TPM como son:

1. Pérdidas por fallas:

Son causadas por defectos en los equipos que requieren de alguna clase de reparación. Estas pérdidas consisten de tiempos muertos y los costos de las partes y mano de obra requerida para la reparación. La magnitud de la falla se mide por el tiempo muerto causado.

2. Pérdidas de cambio de modelo y de ajuste:

Estas pérdidas son originadas por cambios en las condiciones de operación, como el empezar una corrida de producción, el empezar un nuevo turno de trabajadores. Estas pérdidas consisten de tiempo muerto, cambio de moldes o herramientas, calentamiento y ajustes de las máquinas. Su magnitud también se mide por el tiempo muerto.

3. Pérdidas debido a paros menores:

Depende de las interrupciones a las máquinas, atoramientos o tiempo de espera. En general no se pueden registrar estas pérdidas directamente, por lo que se utiliza el porcentaje de utilización (100% menos el porcentaje de utilización), en este tipo de pérdida no se daña el equipo.

#### 4. Pérdidas de velocidad:

Producidas por la reducción de la velocidad de operación, debido que a velocidades más altas, ocurren defectos de calidad y paros menores frecuentemente.

#### 5. Pérdidas de defectos de calidad y retrabajos:

Son productos que están fuera de las especificaciones o defectuosos, producidos durante operaciones normales, estos productos, tienen que volverse a trabajar o ser eliminados. Las pérdidas consisten en el trabajo requerido para componer el defecto o el costo del material desperdiciado.

#### 6. Pérdidas de rendimiento:

Originadas por materiales desperdiciados o sin utilizar y son ejemplificadas por la cantidad de materiales regresados, tirados o de desecho.

### **2.2.7 Mantenimiento Correctivo.**

El mantenimiento correctivo es también conocido como reactivo. Es el método más tradicional que más comúnmente se ha utilizado en las fábricas.

Es un tipo de mantenimiento que se basa en arreglar las averías conforme van surgiendo.

No requiere ninguna planificación sólo requiere ir atendiendo día a día las averías que necesitan ser reparadas dentro del proceso de producción. Para realizarlo casi siempre hay que paralizar la producción generando pérdidas por el tiempo invertido y los gastos generados.

Para minimizar su impacto en el proceso de producción, se necesita que el departamento de mantenimiento esté bien dimensionado contando con los operarios de mantenimiento necesarios para reparar las averías en el mínimo tiempo posible.

Además, también es necesario que la empresa cuente con un alto inventario de recambios, ya que de lo contrario, el tiempo de parada de la máquina se alargará dependiendo del plazo de entrega de la nueva pieza.

Hoy en día, muchas empresas siguen basando su mantenimiento en este método, con el riesgo que ello supone en el cumplimiento de plazos de entrega, sin establecer ninguna relación de causa ni realizando ninguna prevención de estos fallos.

Este mantenimiento es útil para algunas empresas con poca carga de producción y donde no se produzcan tantas averías por la naturaleza del trabajo. En estos casos sería más caro realizar planes de mantenimiento que el beneficio que se obtendría de ellos.

Aun así cualquier organización que aspire a crecer con estabilidad o que ya tenga el suficiente nivel de producción debe abandonar estos sistemas de mantenimiento pues no son adecuados.

### **2.2.8 Mantenimiento Preventivo.**

Al mantenimiento preventivo, también se le llama mantenimiento planificado.

El mantenimiento preventivo trata de un conjunto de tareas de mantenimiento que tienen como objetivo mantener las instalaciones anticipándose a las averías.

Su objetivo es seguir consiguiendo las mismas prestaciones de los equipos y máquinas y compensar el desgaste que van sufriendo con el paso del tiempo, pero siempre antes de que surja una avería y de manera preventiva para evitarlos en el futuro.

Tienen un carácter sistemático, es decir que se realizan o bien por horas de funcionamiento de la instalación o por periodos de tiempos. Se tiene un registro del tiempo que tardan los componentes más importantes en averiarse.

Normalmente se aprovechan tiempos con menor carga de trabajo para llevarlo a cabo.

Dentro del mantenimiento preventivo podemos encontrar el mantenimiento conductivo y el mantenimiento rutinario.

El **mantenimiento conductivo** es llevado a cabo por el personal de producción que atiende a la instalación, suelen ser tareas sencillas como son la lectura de parámetros, inspecciones sensoriales, pequeñas tareas de ajustes o configuración, etc.

El **mantenimiento rutinario** es el conjunto de técnicas que sin llegar al desmontaje de los equipos los conserva en el mejor estado posible por medio de engrases, limpiezas, sustituciones periódicas, etc.

El mantenimiento preventivo industrial se basa en las inspecciones. Además de las técnicas que hemos dado de mantenimiento rutinario y conductivo, las inspecciones permiten completar la filosofía de este mantenimiento que es evitar fallos. Son el mejor ejemplo de cómo se realiza este mantenimiento.

Este tipo de mantenimiento es claramente superior al correctivo, para empresas de mayor nivel.

Es muy beneficioso evitar las averías, ya que permite reducir los costes. Aun así la mayor desventaja que tiene este sistema es el tiempo que consumen las inspecciones, durante las cuales el proceso de producción debe detenerse. Si la instalación tiene tiempos de descanso podrá realizarse durante estos, pero en muchos casos las instalaciones están funcionando todo el día y eso no es posible.

Las inspecciones se deben planificar e incluirlas dentro de las paradas programadas de la producción a la hora de su planificación, para tenerlas en cuenta en la capacidad productiva.

### **2.2.9 Mantenimiento Predictivo**

Consistente en la detección y diagnóstico de averías antes de que se produzcan.

Se trata de un conjunto de tareas de mantenimiento que relacionan una variable física o química con el estado en que se encuentra la máquina, con el fin de predecir cuándo empieza a fallar una determinada máquina o equipo. Requiere conocer muy bien los equipos, las técnicas y las herramientas que utilizamos para esa tarea.

Hay diferentes tipos de mantenimientos predictivos, diferentes técnicas para desarrollarlo como por termografías, ultrasonidos, análisis de vibraciones, análisis de aceites, humos combustión, etc.

Algunos ejemplos de los parámetros que utiliza el mantenimiento predictivo industrial pueden ser: vibración de los cojinetes, temperatura de las conexiones eléctricas, resistencia del aislamiento de la bobina de un motor...

Este tipo de programas de mantenimiento reporta un gran ahorro de costes ya que además de detectar los fallos de manera precoz permite programar con suficiente antelación el tiempo de reparación, los suministros y mano de obra que requerirá la tarea.

Su principal inconveniente es la dificultad que conlleva obtener una respuesta clara y segura ya que no existe ningún parámetro ni conjunto de parámetros que revele a la perfección el estado del equipo.

#### **2.2.10 Las 5S**

Surgió a partir de la segunda guerra mundial, sugerida por la unión Japonesa de Científicos e Ingenieros como parte de un movimiento de mejora de la calidad y sus objetivos principales eran eliminar obstáculos que impidan una producción eficiente, lo que trajo también aparejado una mejor sustantiva de la higiene y seguridad durante los procesos productivos.

Se llama 5S porque representan acciones que son principios expresados con cinco palabras japonesas que comienza por "S". Cada palabra tiene un significado importante para la creación de un lugar digno y seguro donde trabajar. Estas cinco palabras son:

- Clasificar. (Seiri)
- Orden. (Seiton)
- Limpieza. (Seiso)

- Limpieza Estandarizada. (Seiketsu)
- Disciplina. (Shitsuke)

## **1. SEIRI – CLASIFICAR**

### **DESECHAR LO QUE NO SE NECESITA**

Seiri o clasificar significa eliminar del área de trabajo todos los elementos innecesarios y que no se requieren para realizar nuestra labor.

Frecuentemente nos "llenamos" de elementos, herramientas, cajas con productos, carros, útiles y elementos personales y nos cuesta trabajo pensar en la posibilidad de realizar el trabajo sin estos elementos.

La primera "S" de esta estrategia aporta métodos y recomendaciones para evitar la presencia de elementos innecesarios. El Seiri consiste en:

- Separar en el sitio de trabajo las cosas que realmente sirven de las que no sirven.
- Clasificar lo necesario de lo innecesario para el trabajo rutinario.
- Mantener lo que necesitamos y eliminar lo excesivo
- Separar los elementos empleados de acuerdo a su naturaleza, uso, seguridad y frecuencia de utilización con el objeto de facilitar la agilidad en el trabajo.
- Organizar las herramientas en sitios donde los cambios se puedan realizar en el menor tiempo posible.
- Eliminar elementos que afectan el funcionamiento de los equipos y que pueden conducir a averías.
- Eliminar información innecesaria y que nos puede conducir a errores de interpretación o de actuación.



## **2. SEITON - ORDENAR**

### **UN LUGAR PARA CADA COSA Y CADA COSA EN SU LUGAR**

Seiton consiste en organizar los elementos que hemos clasificado como necesarios de modo que se puedan encontrar con facilidad. Aplicar Seiton en mantenimiento tiene que ver con la mejora de la visualización de los elementos de las máquinas e instalaciones industriales.

Una vez hemos eliminado los elementos innecesarios, se define el lugar donde se deben ubicar aquellos que necesitamos con frecuencia, identificándolos para eliminar el tiempo de búsqueda y facilitar su retorno al sitio una vez utilizados (es el caso de la herramienta).

Seiton permite:

- Disponer de un sitio adecuado para cada elemento utilizado en el trabajo de rutina para facilitar su acceso y retorno al lugar.
- Disponer de sitios identificados para ubicar elementos que se emplean con poca frecuencia.
- Disponer de lugares para ubicar el material o elementos que no se usarán en el futuro.
- En el caso de maquinaria, facilitar la identificación visual de los elementos de los equipos, sistemas de seguridad, alarmas, controles, sentidos de giro, etc.
- Lograr que el equipo tenga protecciones visuales para facilitar su inspección autónoma y control de limpieza.
- Identificar y marcar todos los sistemas auxiliares del proceso como tuberías, aire comprimido, combustibles.
- Incrementar el conocimiento de los equipos por parte de los operadores de producción.

### **3. SEISO – LIMPIAR**

#### **LIMPIAR EL SITIO DE TRABAJO Y LOS EQUIPOS Y PREVENIR LA SUCIEDAD Y EL DESORDEN**

Seiso significa eliminar el polvo y suciedad de todos los elementos de una fábrica. Desde el punto de vista del TPM, Seiso implica inspeccionar el equipo durante el proceso de limpieza. Se identifican problemas de escapes, averías, fallos o cualquier tipo de FUGUAI. Esta palabra japonesa significa defecto o problema existente en el sistema productivo.

La limpieza se relaciona estrechamente con el buen funcionamiento de los equipos y la habilidad para producir artículos de calidad. La limpieza implica no únicamente mantener los equipos dentro de una estética agradable permanentemente. Seiso implica un pensamiento superior a limpiar. Exige que realicemos un trabajo creativo de identificación de las fuentes de suciedad y contaminación para tomar acciones de raíz para su eliminación, de lo contrario, sería imposible mantener limpio y en buen estado el área de trabajo. Se trata de evitar que la suciedad, el polvo, y las limaduras se acumulen en el lugar de trabajo.

Para aplicar Seiso se debe:

- Integrar la limpieza como parte del trabajo diario.
- Asumirse la limpieza como una actividad de mantenimiento autónomo: "la limpieza es inspección"
- Se debe abolir la distinción entre operario de proceso, operario de limpieza y técnico de mantenimiento.
- El trabajo de limpieza como inspección genera conocimiento sobre el equipo. No se trata de una actividad simple que se pueda delegar en personas de menor cualificación.

- No se trata únicamente de eliminar la suciedad. Se debe elevar la acción de limpieza a la búsqueda de las fuentes de contaminación con el objeto de eliminar sus causas primarias.

#### **4. SEIKETSU - ESTANDARIZAR**

##### **PRESERVAR ALTOS NIVELES DE ORGANIZACIÓN, ORDEN Y LIMPIEZA**

Seiketsu es la metodología que nos permite mantener los logros alcanzados con la aplicación de las tres primeras "S". Si no existe un proceso para conservar los logros, es posible que el lugar de trabajo nuevamente llegue a tener elementos innecesarios y se pierda la limpieza alcanzada con nuestras acciones.

Un operario de una empresa de productos de consumo que ha practicado TPM por varios años manifiesta:

Seiketsu implica elaborar estándares de limpieza y de inspección para realizar acciones de autocontrol permanente. "Nosotros" debemos preparar estándares para nosotros". Cuando los estándares son impuestos, estos no se cumplen satisfactoriamente, en comparación con aquellos que desarrollamos gracias a un proceso de formación previo.

Desde décadas conocemos el principio escrito en numerosas compañías y que se debe cumplir cuando se finaliza un turno de trabajo: "Dejaremos el sitio de trabajo limpio como lo encontramos". Este tipo frases sin un correcto entrenamiento en estandarización y sin el espacio para que podamos realizar estos estándares, difícilmente nos podremos comprometer en su cumplimiento.

Seiketsu o estandarización pretende:

- Mantener el estado de limpieza alcanzado con las tres primeras S

- Enseñar al operario a realizar normas con el apoyo de la dirección y un adecuado entrenamiento.
- Las normas deben contener los elementos necesarios para realizar el trabajo de limpieza, tiempo empleado, medidas de seguridad a tener en cuenta y procedimiento a seguir en caso de identificar algo anormal.
- En lo posible se deben emplear fotografías de cómo se debe mantener el equipo y las zonas de cuidado.
- El empleo de los estándares se debe auditar para verificar su cumplimiento.
- Las normas de limpieza, lubricación y aprietes son la base del mantenimiento autónomo (Jishu Hozen).

## **5. SHITSUKE - DISCIPLINA**

### **CREAR HÁBITOS BASADOS EN LAS 4S ANTERIORES**

Shitsuke o Disciplina significa convertir en hábito el empleo y utilización de los métodos establecidos y estandarizados para la limpieza en el lugar de trabajo. Podremos obtener los beneficios alcanzados con las primeras "S" por largo tiempo si se logra crear un ambiente de respeto a las normas y estándares establecidos.

Las cuatro "S" anteriores se pueden implantar sin dificultad si en los lugares de trabajo se mantiene la Disciplina. Su aplicación nos garantiza que la seguridad será permanente, la productividad se mejore progresivamente y la calidad de los productos sea excelente.

Shitsuke implica un desarrollo de la cultura del autocontrol dentro de la empresa. Si la dirección de la empresa estimula que cada uno de los integrantes aplique el Ciclo Deming en cada una de las actividades diarias, es muy seguro que la práctica del Shitsuke no tendría ninguna dificultad. Es el Shitsuke el puente entre las 5S y el

concepto Kaizen o de mejora continua. Los hábitos desarrollados con la práctica del ciclo PHVA se constituyen en un buen modelo para lograr que la disciplina sea un valor fundamental en la forma de realizar un trabajo.

Shitsuke implica:

- El respeto de las normas y estándares establecidos para conservar el sitio de trabajo impecable.
- Realizar un control personal y el respeto por las normas que regulan el funcionamiento de una organización.
- Promover el hábito de autocontrolar o reflexionar sobre el nivel de cumplimiento de las normas establecidas.
- Comprender la importancia del respeto por los demás y por las normas en las que el trabajador seguramente ha participado directa o indirectamente en su elaboración.
- Mejorar el respeto de su propio ser y de los demás.

### **2.2.11 Estrategia de la 5S**

La estrategia de las 5S es un concepto sencillo que a menudo las personas no le dan la suficiente importancia, sin embargo, una planta limpia y segura nos permite orientar la empresa y las áreas de trabajo hacia las siguientes metas:

- Dar respuesta a la necesidad de mejorar el ambiente de trabajo, eliminación de desperdicios producidos por el desorden, falta de aseo, fugas, contaminación, etc.
- Buscar la reducción de pérdidas por la calidad, tiempo de respuesta y costes con la intervención del personal en el cuidado del sitio de trabajo e incremento de la moral por el trabajo.

- Facilitar crear las condiciones para aumentar la vida útil de los equipos, gracias a la inspección permanente por parte de la persona quien opera la maquinaria.
- Mejorar la estandarización y la disciplina en el cumplimiento de los estándares al tener el personal la posibilidad de participar en la elaboración de procedimientos de limpieza, lubricación y apriete.
- Hacer uso de elementos de control visual como tarjetas y tableros para mantener ordenados todos los elementos y herramientas que intervienen en el proceso productivo.
- Conservar del sitio de trabajo mediante controles periódicos sobre las acciones de mantenimiento de las mejoras alcanzadas con la aplicación de las 5 S.
- Poder implantar cualquier tipo de programa de mejora continua de producción Justo a Tiempo, Control Total de Calidad y Mantenimiento Productivo Total
- Reducir las causas potenciales de accidentes y se aumenta la conciencia de cuidado y conservación de los equipos y demás recursos de la compañía.

### **2.3 Definiciones de términos básicos, dirigidos a fundamentar la propuesta de la investigación.**

- **TPM:** El TPM o Mantenimiento Productivo Total que nació en Estados Unidos tiene sus bases en el concepto de mantenimiento productivo que se desarrolló en los años cincuenta.
- **Mantenimiento Autónomo:** Comprende la participación activa por parte de los operarios en el proceso de

prevención a los efectos de evitar averías y deterioros en las máquinas y equipos.

- **Las 5S:** Es de origen japonés y se basa en 5 palabras que comienzan con "S": Clasificar (Seiri), Orden (Seiton), Limpieza (Seiso), Limpieza Estandarizada (Seiketsu), Disciplina (Shitsuke). Es una herramienta que desarrolla una nueva manera de realizar las tareas en una organización. Esta nueva forma produce un cambio que genera beneficios, así como las condiciones para implantar modernas técnicas de gestión.
  
- **Efectividad Global de los Equipos:** Nakajima (1991) propuso el término Overall Equipment Effectiveness (OEE) o Eficiencia Global de Equipos como una medida para evaluar el progreso del TPM. Este índice es el resultado de la multiplicación de tres factores:  
Disponibilidad x Rendimiento x Calidad.
  
- **Disponibilidad:** Es la probabilidad de que el equipo funcione satisfactoriamente en el momento en que sea requerido después del comienzo de su operación. Es la relación entre el Tiempo de operación y el Tiempo Planeado de Producción.
  
- **Rendimiento:** Es la relación entre el Tiempo Neto de operación y el Tiempo de operación. Mide las pérdidas por rendimiento causadas por el mal funcionamiento del equipo.

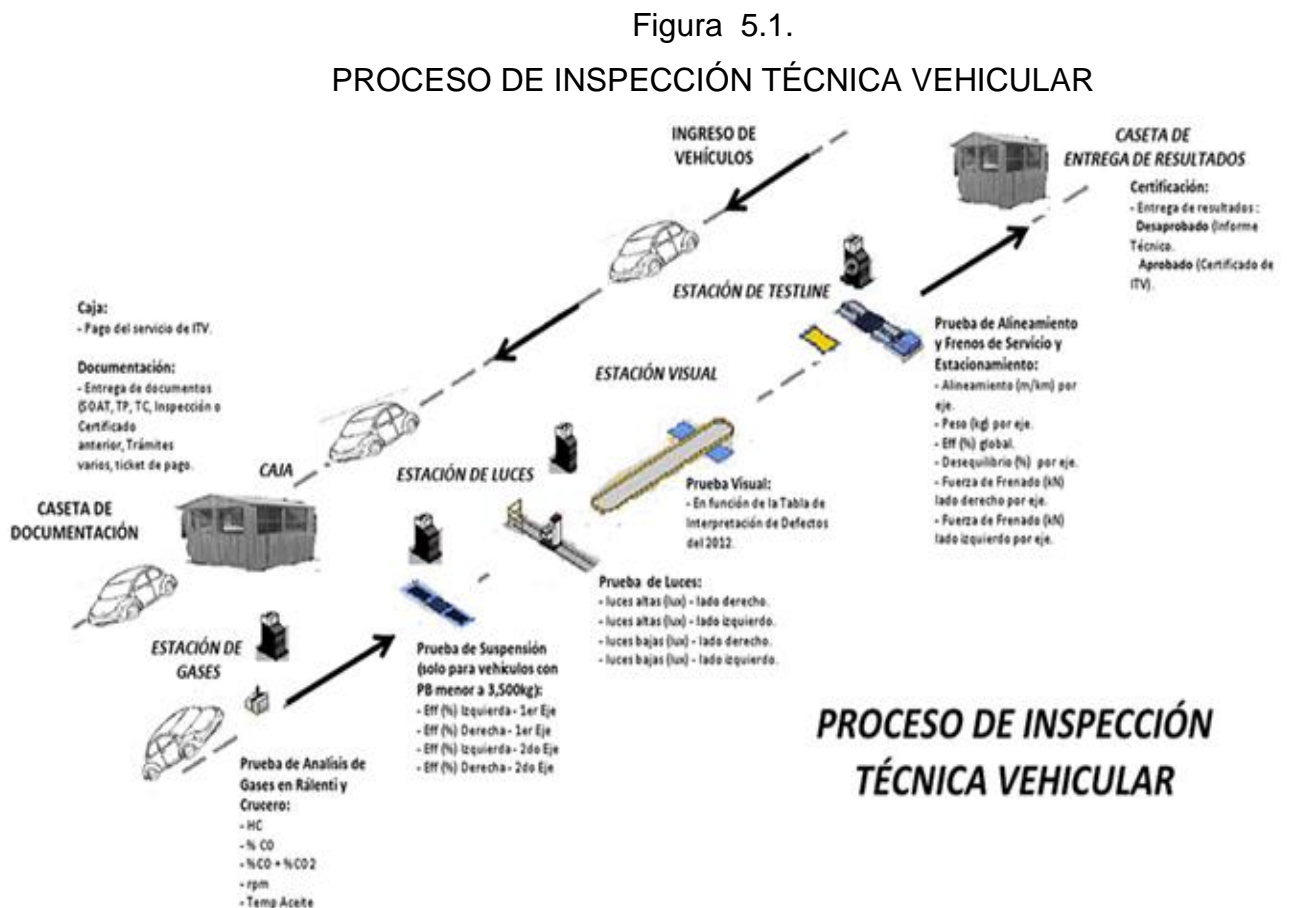
- **Calidad:** La calidad se puede definir como el resultado del cumplimiento de requisitos y la satisfacción de necesidades del cliente brindándole un bien o servicio que tenga las características y propiedades que el consumidor requiera o más. Es la relación entre el Tiempo Real Productivo y el Tiempo Neto de Operación.
  
- **Mantenimiento Planificado:** Implica generar un programa de mantenimiento por parte del departamento de mantenimiento.
  
- **Programación del Mantenimiento:** La programación es la determinación anticipada del lugar y el momento en que deben iniciarse y terminarse las operaciones necesarias, con los recursos necesarios, para la fabricación de un producto o la prestación de un servicio.
  
- **Mantenimiento Correctivo:** Son todas las actividades para corregir las causas de las fallas, ejecutadas en los equipos, máquinas, instalaciones o edificios, cuando a consecuencia de una falla, han dejado de prestar la calidad de servicio para la cual fueron diseñados. Por tanto, las labores que deben llevarse a cabo tienen por objeto la recuperación inmediata de la calidad del servicio.
  
- **Mantenimiento preventivo:** consiste en revisiones planificadas en las cuales se realizan actividades que prevengan las fallas como cambios, sustituciones, lubricaciones, etc.



- **Mantenimiento Predictivo:** Consistente en la detección y diagnóstico de averías antes de que se produzcan.

## 2.4 Descripción de los equipos:

El diagrama en línea muestra el recorrido que tendrán que hacer los vehículos durante todo el proceso, para poder acceder a la certificación.



Fuente: Planta de revisiones técnicas

El diagrama contiene la siguiente información:

### 1) Opacímetro y Analizador de Gases

Calculan el nivel de emisión de gases contaminantes. En vehículos diesel también se comprueba la opacidad de los gases.

Figura N° 5.2  
OPACÍMETRO Y ANALIZADOR DE GASES



Fuente: elaboración propia

## 2) Alineador de Paso Universal

Comprueba la alineación del eje de dirección. Se posa la rueda en la plancha y se analiza la convergencia y divergencia, luego con la otra rueda. El ordenador calcula el valor medio. El valor que nos da el ordenador es la desviación en metros cada cien metros.

Figura 5.3

### ALINEADOR DE PASO UNIVERSAL



Fuente: elaboración propia

### 3) **Luxómetro**

Mide la Altura e intensidad de las luces de corto y largo alcance.

En este punto también se comprueban intermitencias, luces de freno, etc.

Figura 5.4  
LUXÓMETRO



Fuente: elaboración propia

#### 4) Banco de Suspensión

Hace lectura del estado de la suspensión del eje delantero y después del eje trasero. Los datos los comanda la consola informático y saca un valor medio de cada rueda por eje.

Figura 5.5  
BANCO DE SUSPENSIÓN



Fuente: elaboración propia

### 5) Frenómetro

El rodillo frenómetro verifica el estado de los frenos del eje delantero y después del trasero. El inspector manda frenar paulatinamente y el equipo calibra el esfuerzo de frenado de cada rueda por separado. Con el eje trasero también se comprueba el freno de mano.

Figura 5.6  
FRENÓMETRO



Fuente: elaboración propia

### **6) Foso de inspección con Placas detectoras de holguras**

El operario se introduce en el foso para observar y comprobar el estado de los bajos del vehículo, tubo de escape, interior de ruedas, rótulas, rodamientos y holgura de las ruedas.

Se ayuda con una linterna con cámara incorporada de tal manera que el cliente puede visualizar el recorrido completo de la inspección.

Figura 5.7

### **FOSO DE INSPECCIÓN CON PLACAS DETECTORAS DE HOLGURAS**



Fuente: elaboración propia

## **2.5 Especificaciones técnicas de los equipos:**

Todos los equipos mencionados deben ser nuevos y contar con la certificación de cumplimiento de especificaciones técnicas.

El margen de error de los equipos no deberá superar del 2%.

Adicionalmente, los fabricantes de los equipos deben cumplir con la norma ISO 9000, lo que igualmente se acreditará con la certificación o certificaciones correspondientes.

### **1. Instrumento para verificar la alineación de las luces y su intensidad (Luxómetro)**

Equipo autoalineante de eje vertical y horizontal que deberá ser movilizado sobre rieles alineados y cumplir con las siguientes características técnicas:

- a) Medición de la dirección del haz de luz, mediante lentes colectores.
- b) Medición de la intensidad lumínica del haz de luz, mediante celdas fotoeléctricas que realicen el análisis fotométrico del haz.
- c) Rango de medición de 0 a 125 kCd o de 0 a  $2,69 * 10^5$  lux.
- d) Ajuste de altura regulable mínimo 300 a 1200 mm. aproximadamente).
- e) Contar con software de ajuste, inspección y de prueba.
- f) Contar con software de ajuste.
- g) Bloque con ajuste de chequeo para todo tipo de luces (altas, bajas y neblineros) y bloque óptico adaptable a todo tipo de proyectores incluyendo los de superficies elipsoidales o más complejas.
- h) Capacidad de almacenamiento de pruebas.
- i) Capacidad universal para revisar luces tipo europeo, americano y japonés.



Además, el equipo debe tener la capacidad de transferir los datos de medición en forma automática y computarizada por red.

## **2. Opacímetro**

Opacímetro de tipo de flujo parcial que debe tener pre-programado, directamente o mediante el uso de una computadora externa, el procedimiento de medición de aceleración en vacío descrito en el Decreto Supremo N° 047-2001-MTC y sus modificatorias.

El instrumento debe estar conectado al sistema de administración de información de la línea de revisión, registrándose los valores de las pruebas directamente, sin digitación por parte del operador. Además, el equipo debe tener la capacidad de transferir los datos de medición en forma automática y computarizada por red.

Para la inspección de vehículos menores, las líneas correspondientes deberán contar con los adaptadores necesarios para el sistema de escape a fin de evitar el ingreso de aire de dilución al sistema de comprobación.

## **3. Analizador de Gases.**

Analizador de Gases de tipo infrarrojo no dispersivo para vehículos con motor de ciclo Otto que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos.

Debe ser capaz de medir los siguientes gases:

CO: Monóxido de Carbono (% volumen).

HC: Hidrocarburos (ppm).

CO<sub>2</sub>: Dióxido de Carbono (% de volumem).

O<sub>2</sub>: Oxígeno (% de Volumen).

Deberá contar además con tacómetro y sonda para medir temperatura del aceite o, alternativamente, con cualquier otro instrumento de mayor tecnología que entregue la misma información.

Para la inspección de vehículos menores, las líneas correspondientes deberán contar con los adaptadores necesarios para el sistema de escape para evitar el ingreso de aire de dilución al sistema de comprobación.

#### **4. Sonómetro**

El equipo requerido para realizar las mediciones deberá tener las siguientes características:

- a) Rango de medición mínimo de 50 a 110 dB.
- b) Con filtro de ponderación de frecuencia "A".
- c) Respuesta "Fast".
- d) Que cumpla con el tipo 2 de la norma IEC 60651, acreditado mediante certificado vigente.
- e) La calibración del instrumento debe realizarse mediante un calibrador acústico que cumpla con la clase 1 según norma IEC 61672.

#### **5. Medidor de alineación de ruedas al paso**

Aparato para la comprobación de la convergencia o divergencia de las ruedas, mediante la pasada del vehículo sobre la placa del equipo a baja velocidad, de las siguientes características:

Instalación: Fija

Tipo: Automática, de placa metálica deslizante, con bastidor empotrado a ras del suelo.

Capacidad mínima: 1 200 kg por rueda, para líneas tipo liviano.

5 500 kg por rueda, para líneas tipo pesado

Rango de lectura: -15 a +15 m/km mínimo

Precisión: 1 m/km.

Dimensiones: Longitud: 0,6 m y Ancho: 0,45 m, para líneas tipo liviano.

Longitud: 1,0 m y Ancho: 0,80 m, para líneas tipo pesado.

Velocidad de paso: 4 km/h (aprox.)

Además el equipo, debe tener la capacidad de transferir los datos de medición en forma automática y computarizada por red.

## **6. Banco de Pruebas de Suspensión**

Equipo que debe medir automáticamente la eficiencia de la suspensión delantera y posterior en porcentaje y la amplitud máxima de oscilación en resonancia de cada una de las ruedas en milímetros, con las siguientes características:

Tipo: Automática de doble placa oscilante, empotrada a ras del piso, de amplitud y frecuencia de oscilación variables.

Acondicionamiento: Por impulsos mecánicos, con motor eléctrico

Ancho de vía del: Entre 900 mm y 1700 mm, vehículo aprox.

Capacidad mínima: 1 200 kg por rueda.

Resolución: 1% en la eficiencia; y 1 mm en la amplitud

Además el equipo, debe tener la capacidad de transferir los datos de medición en forma automática y computarizada por red.

## **7. Frenómetro**

Aparato para medición del esfuerzo y equilibrio del frenado para vehículos, que debe reunir las siguientes características:

Instalación: Fija, empotrada en el suelo, indicación y unidad de mando centralizada.

Funcionamiento: Automático, con puesta en marcha temporizada, puesta en marcha y detención manual de cada juego de rodillos.

Tipo: De rodillos con motor eléctrico de arrastre.

Juego de Rodillos: Diámetro y longitud de rodillos mayor o igual a 160 mm y 600 mm, respectivamente, para líneas tipo liviano  
Diámetro y longitud de rodillos mayor o igual a 190 mm y 800 mm, respectivamente, para líneas tipo Pesado.

Rodillos recubiertos para aumentar el coeficiente de adherencia.

Capacidad mínima: 1 200 kg por rueda, para líneas tipo liviano.

5 500 kg por rueda, para líneas tipo pesado

Rango de medida: 0 a 4 000 Newton por rueda, mínimo para líneas tipo liviano 0 a 30 000 Newton por rueda, para líneas tipo pesado

Coeficiente de fricción ( $\mu$ ): 0.8 en seco.

Velocidad de Prueba: Entre 2 y 8 km/h, para líneas tipo liviano

Entre 2 y 6 km. /h, para líneas tipo pesado

Sistema de seguridad: Parada automática en caso de bloqueo de una de las ruedas o de deslizamiento de aproximadamente 20% entre ruedas del vehículo y rodillos de accionamiento.

Rodillos provistos de un dispositivo de doble contacto mediante el cual, los mismos no puedan ser accionados a menos que ambas ruedas del vehículo estén situadas sobre dichos rodillos.

Pulsador de emergencia de desconexión rápida.

Precisión: Precisión de indicación del campo de medida  $\pm 3\%$  del valor final de la escala.

Desviación de las dos indicaciones para las ruedas del mismo eje, como máximo  $\pm 2\%$  del valor final de la escala.

En cada planta se deberá considerar un frenómetro o accesorio especial que permita la prueba de vehículos con tracción integral.

El equipo, debe tener la capacidad de transferir los datos de medición en forma automática y computarizada por red.

Además, deberá tener la capacidad de medir los pesos estáticos que actúan sobre los ejes del vehículo, en kilogramos. Para la inspección de vehículos menores las líneas correspondientes deberán contar con el sistema de soporte y sujeción adecuados para las motos lineales (Categoría L3)

## **8. Detector de Holguras**

Banco de prueba para apreciar las holguras que puedan existir en las ruedas, sistema de dirección, órganos de suspensión, de amortiguación y de frenos, y en los dispositivos de la unión entre aquellos órganos y el propio bastidor (chasis) del vehículo.

Tipo: Dos placas metálicas móviles con desplazamientos longitudinales y transversales, iguales y contrarios

Accionamiento: Hidráulico o neumático, controlado por medio de válvulas electromagnéticas.

Lámpara detectora Halógena, portátil, con interruptor/inversor de tres posiciones.

Capacidad mínima: 1 200 kg por rueda, para líneas tipo liviano.  
5 500 kg. Por rueda para equipo pesado.

Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2008). *Manual de inspecciones técnicas vehiculares, y las características y especificaciones técnicas del equipamiento para los centros de inspección técnica vehicular y la infraestructura inmobiliaria mínima requerida para los centros de inspección técnica vehicular. RESOLUCION SUPREMA N° 11581-2008MTC/15.* Lima, Perú: El Ministerio.

### **III. VARIABLES E HIPÓTESIS**

#### **3.1 Definición de las variables**

**3.1.1** Variable independiente:  
Programa de mantenimiento autónomo.

**3.1.2** Variables dependientes:  
Efectividad global de los equipos.

#### **3.2 Operacionalización de las variables**

##### **3.2.1 Indicadores de la variable independiente**

X1: Mantenimiento autónomo.  
1.1: Nivel de conocimiento de las 5Ss.  
1.2: Nivel de cumplimiento del mantenimiento.  
1.3: Grado de satisfacción del personal.  
1.4: Costo de mantenimiento

##### **3.2.2 Indicadores de las variables dependientes**

###### **Y1: Disponibilidad**

1.1: Grado de fiabilidad.  
1.2: Tasa de fallo.  
1.3: Vida útil de los equipos.

###### **Y2: Rendimiento**

2.1: Cumplimiento del plan de adiestramiento.  
2.2: Grado de rapidez en el proceso.

###### **Y3: Calidad.**

3.1: Grado de rapidez en el servicio.  
3.2: Nivel de satisfacción del cliente.

### **3.3 Hipótesis general e hipótesis específicas**

#### **3.3.1 Hipótesis general**

Si se desarrolla un programa de mantenimiento autónomo entonces se mejorará la efectividad global de los equipos de una planta de revisiones técnicas vehiculares en la provincia de Huarochirí.

#### **3.3.2 Hipótesis específicas**

1. Si se considera los elementos necesarios para el desarrollo de un programa de mantenimiento autónomo entonces se mejorará la efectividad global de los equipos de una planta de revisiones técnicas vehiculares en la provincia de Huarochirí.

2. Si aumenta la disponibilidad, entonces se mejorará la efectividad global de los equipos de una planta de revisiones técnicas vehiculares en la provincia de Huarochirí.

3. Si aumenta el rendimiento, entonces se mejorará la efectividad global de los equipos de una planta de revisiones técnicas vehiculares en la provincia de Huarochirí.

4. Si aumenta la calidad, entonces se mejorará la efectividad global de los equipos de una planta de revisiones técnicas vehiculares en la provincia de Huarochirí.



## **IV. METODOLOGÍA**

### **4.1 Tipo de investigación:**

El tipo de investigación utilizado fue aplicada, de alcance descriptivo y correlacional.

### **4.2 Diseño de la investigación:**

La investigación corresponde a un diseño Pre-experimental del tipo longitudinal.

### **4.3 Población y muestra:**

#### **4.3.1 Tamaño de la población**

La población es de 5 plantas de revisiones técnicas en la provincia de Huarochirí.

#### **4.3.2 Tamaño de la muestra**

La muestra seleccionada fue no probabilística o dirigida. De las 5 plantas de revisiones técnicas vehiculares en la provincia de Huarochirí se tomó una sola con 10 equipos críticos (1 planta).

Esta decisión es propia del investigador, desde el punto de vista cuantitativo, debido a que los equipos críticos tienen ciertas características específicas identificadas previamente en el planteamiento del problema.

#### **4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos:**

##### **4.4.1 Técnica:**

Se tuvo en cuenta las siguientes técnicas;

- Técnica documental (registros de sistemas de gestión).
- Técnica empírica (observación y encuesta).
- Auditorias.

##### **4.4.2 Instrumentos:**

Como instrumentos para nuestro estudio tuvimos los siguientes:

- Check list
- Reportes de fallas
- Guía de observación y cuestionarios
- Escala de desempeño laboral
- Escala Likert
- Juicio de expertos.

#### **4.5 Procedimientos de recolección de datos:**

El instrumento seleccionado fue la guía de cuestionario donde los datos fueron tomados de manera directa en la misma línea de la planta de revisiones técnicas vehiculares donde se tomó un cuestionario a los técnicos de la línea de inspección. (Ver anexo 3).

Luego para lograr la efectividad del instrumento seleccionado en cuanto a su objetividad, validez y confiabilidad, se procedió de la siguiente manera: se estableció la validez con la elaboración de una matriz de opinión de expertos, para lo



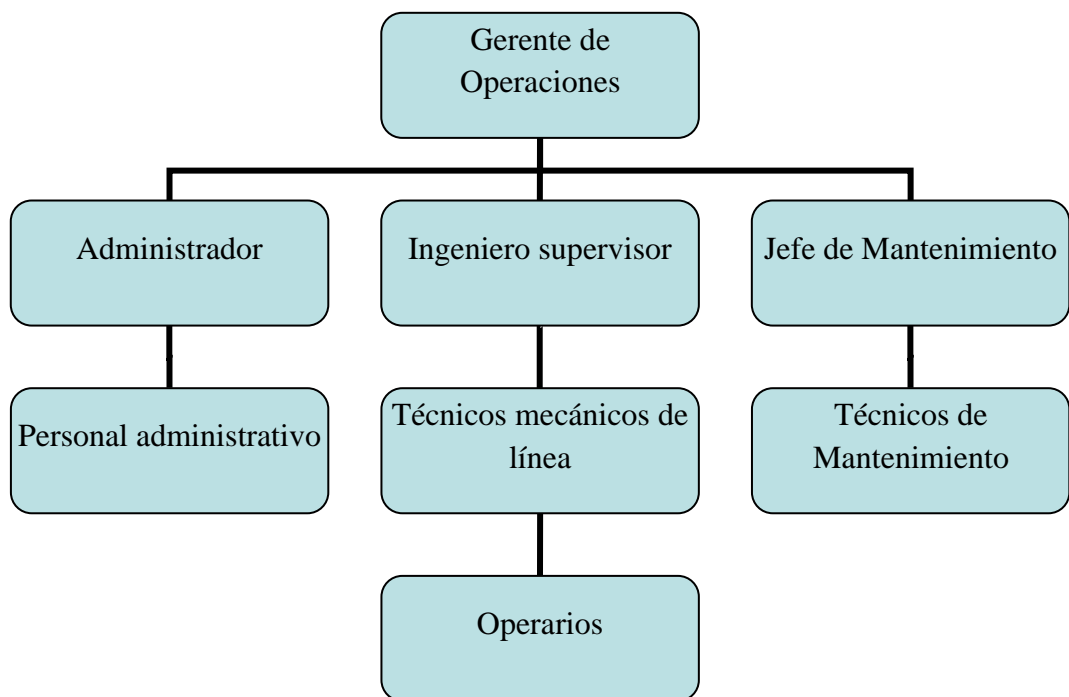
## V. RESULTADOS

### 5.1 Análisis descriptivo

#### 5.1.1 Organización estructural

Cuadro 5.1

ORGANIGRAMA EN LA PLANTA DE REVISIONES TECNICAS



Fuente: elaboración propia

### 5.1.2 Análisis FODA

Cuadro 5.1  
ANALISIS INTERNO

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ul style="list-style-type: none"><li>- Personal de técnicos calificados</li><li>- Incentivos a técnicos y empleados</li><li>- Personal acreditado por el MTC</li><li>- Clientes permanentes</li><li>- Experiencia en el mercado.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Falta de capacitación al personal.</li><li>- Establecimiento de una política de mantenimiento bien definida.</li><li>- Planta alejada de la ciudad. Lo que demora el mantenimiento de los equipos y la reparación ante una eventual falla.</li></ul>

Fuente: elaboración propia

Cuadro 5.2  
ANALISIS EXTERNO

OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"><li>- Posibilidad de convertirse en una Empresa líder en mantenimiento a nivel nacional.</li><li>- Técnicos con capacitación y motivación para el trabajo.</li><li>- Mejora del tipo de mantenimiento</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- La Falta de personal que cubra las expectativas del mantenimiento.</li><li>- Mayor competitividad en el mercado de revisiones técnicas.</li><li>- Fallas en los equipos.</li></ul>

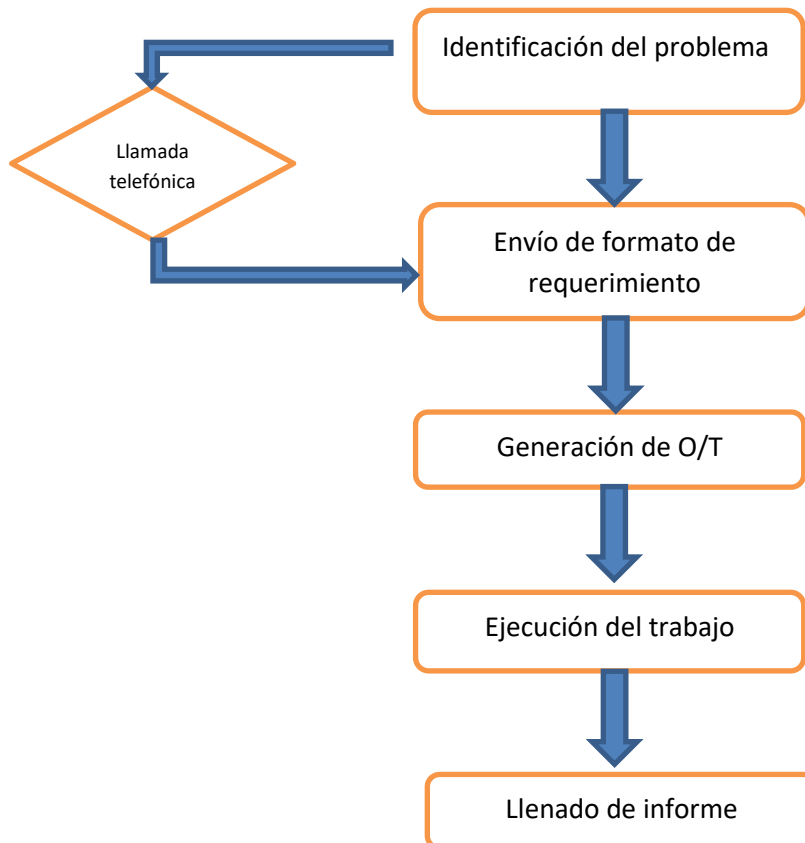
Fuente: elaboración propia

### 5.1.3 Diagnóstico de la situación actual

El primer paso es hacer un diagnóstico de la situación actual. En la planta de revisiones técnicas al inicio no existía mantenimiento preventivo y cuando ocurría una falla se procedía al mantenimiento correctivo, muchas veces con paradas de línea ocasionando el malestar de los usuarios.

El tipo de mantenimiento que existía antes en la planta de revisiones técnicas vehiculares era el de mantenimiento correctivo.

Figura 5.8  
FLUJO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO



Fuente: elaboración propia

#### **5.1.4 Diagnóstico de la línea de inspección de la planta de revisiones técnicas vehiculares**

Al realizar una inspección a la línea de la planta de revisiones técnicas vehiculares notamos que esta se encontraba desordenada y los equipos con bastante polvo y suciedad. Por lo que fue necesario realizar un programa de mantenimiento y limpieza para poder mantenerla operativa. La implantación de las 5S fue necesaria para solucionar este problema y el aporte de los propios operarios muy importante.

Figura 5.9  
VERIFICACIÓN Y OBSERVACIÓN DE LOS PUESTOS DE  
TRABAJO



Fuente: elaboración propia

Figura 5.10  
VERIFICACIÓN Y OBSERVACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA



Fuente: elaboración propia

## 5.2 Plan estratégico

El plan estratégico de Mantenimiento Autónomo propuesto nos llevó a mejorar lo siguiente:

1. Elevar la disponibilidad del equipamiento.
2. Mejorar el rendimiento de los equipos
3. Incrementar la calidad de servicio a los usuarios.
3. Reducir los costos de mantenimiento
4. Motivar una cultura de mantenimiento autónomo.
5. Optimizar los recursos energéticos (lubricantes, agua, etc).
6. Evitar daños a las personas, equipos y Medio Ambiente.



### **5.2.1 Plan de implementación del Programa de Mantenimiento autónomo**

Para obtener un aumento de la efectividad global de los equipos, reducción de los costos de mantenimiento y el tiempo de paradas. Se planea implementar un programa de mantenimiento autónomo con la finalidad de que los mismos operarios de las máquinas realicen las tareas de mantenimiento y así lograr una mejora de la productividad de la planta de revisiones técnicas vehiculares.

Etapas de implementación del mantenimiento autónomo:

- Evaluación a los técnicos de línea
- Cálculo de la OEE antes de la implementación del M.A.
- Auditoría del mantenimiento inicial
- Desarrollo del Programa de mantenimiento autónomo
- Implantación de la metodología de las 5S
- Reuniones con el personal
- Programa de Mantenimiento Autónomo
- Capacitación al personal
- Verificación, observación y control
- Cálculo de la OEE después de la implementación del M.A.
- Resultados
- Auditoría del M.A.
- Mejora continua.

### **5.2.2 Evaluación del personal**

El siguiente cuestionario tiene como objetivo conocer de parte de ustedes, datos relevantes del estado actual de la planta de inspecciones técnicas vehiculares. Los datos serán utilizados de

manera referencial a la elaboración de planes de mejora, por lo que le solicitamos su colaboración:

### **CUESTIONARIO**

1. ¿Usted está de acuerdo con el uso de un plan de mantenimiento autónomo? que es básicamente la prevención del deterioro de los equipos y componentes, donde el operario asume las tareas de mantenimiento ya que son los que interactúan todo el tiempo con el equipo?

Si

No

Otro motivo: \_\_\_\_\_

2. ¿Cuenta con las herramientas y equipos necesarios suficientes para los trabajos que se requieren en la línea de inspección técnica vehicular?

Si

No

Otro motivo: \_\_\_\_\_

3. ¿Las herramientas y equipos se encuentran ordenados de manera tal que facilita su búsqueda e identificación inmediata?

Si

No

Otro motivo: \_\_\_\_\_

4. ¿Ud. tiene a disposición un lugar de información a donde recurrir a buscar apoyo técnico en caso de presentarse fallas desconocidas?

Si

No

Otro motivo: \_\_\_\_\_

5. ¿El personal hace uso de los equipos de seguridad y sus instalaciones tienen identificadas las zonas de peligro?

Si

No

Otro motivo: \_\_\_\_\_

### 5.2.3 Cálculo de la OEE antes de la implementación del Programa de Mantenimiento Autónomo.

OEE = Disponibilidad x Eficiencia x Calidad

**Disponibilidad:** Mide las pérdidas de disponibilidad de los equipos debido a paros no programados.

$$Disponibilidad = \frac{Tiempo\ operativo}{Tiempo\ neto\ disponible}$$

En donde:

*Tiempo neto disponible = Tiempo extra + Tiempo total programado + Tiempo de paro permitido*

*Tiempo neto disponible = 60 + 675 + 30 = 765 min*

*Tiempo operativo = Tiempo neto disponible – Tiempo de paros de línea.*

*Tiempo operativo = 765 - 20 = 745 min*

*D = 745/765 = 0.97*

**Eficiencia:** Mide las pérdidas por rendimiento causadas por el mal funcionamiento del equipo, no funcionamiento a la velocidad y rendimiento origina determinada por el fabricante del equipo o diseño.

$$\text{Eficiencia} = \frac{(\text{Tiempo Tacto})(\text{Inspecciones producidas})}{\text{Tiempo operativo}}$$

En donde:

$$\text{Tiempo tacto} = \frac{\text{Tiempo neto Total diario}}{\text{Demanda Total diaria}}$$

En donde:

Tiempo neto total diario:  $60 \times 12 = 720$

Demanda Tot. Diaria = 108

Tiempo tacto =  $720/108 = 6.67$  min/Veh

Veh. Inspeccionados = 80 Veh.

$E = 6.67 \times 80 / 745 = 0.72$

**Calidad:** Estas pérdidas por calidad representan el tiempo utilizado para producir productos que son defectuosos o tienen problemas de calidad. Este tiempo se pierde, ya que el producto se debe destruir o re-procesar. Si todos los productos son perfectos, no se producen estas pérdidas de tiempo del funcionamiento del equipo.

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Inspecciones Producidas} - \text{Total de inspecciones defectuosas}}{\text{Inspecciones Producidas}}$$

En donde:

*Inspecciones producidas* = 80

*Total de Inspecciones defectuosas = Insp. defectuosas + retrabajos*

*Total de Inspecciones defectuosas = 3 + 3 = 6*

$$Q = (80 - 6) / 80 = 0.93$$

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

OEE = Disponibilidad x Eficiencia x Calidad

$$OEE = 0.97 \times 0.72 \times 0.93 = 64.5\%$$

Con el valor obtenido de la OEE, se procedió a consolidarlo en el cuadro siguiente:

Cuadro 5.3

**CÁLCULO DE LA OEE ANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO**

EQUIPOS	Tiempo extra	T. total program.	T. paro permit	T. neto disponib.	T. paro linea	Tiempo operat	Disponib.	Tiempo tacto	Insp. Produc.	Eficiencia	Insp. defect	Calidad	OEE %
ANALIZADOR DE GASES	60	675	30	765	20	745	0.97	6.67	80	0.72	6	0.93	64.5
OPACIMETRO	60	675	30	765	10	755	0.99	6.67	80	0.71	5	0.94	65.4
BANCO DE SUSPENSION	60	675	30	765	25	740	0.97	6.67	80	0.72	5	0.94	65.4
LUXOMETRO	60	675	30	765	20	745	0.97	6.67	80	0.72	6	0.93	64.5
PROBADOR DE HOLGURAS	60	675	30	765	10	755	0.99	6.67	80	0.71	2	0.98	68.0
ALINEADOR AL PASO	60	675	30	765	10	755	0.99	6.67	80	0.71	2	0.98	68.0
FRENOMETRO	60	675	30	765	5	760	0.99	6.67	80	0.70	2	0.98	68.0
PC GASES	60	675	30	765	20	745	0.97	6.67	80	0.72	6	0.93	64.5
PC VISUAL	60	675	30	765	20	745	0.97	6.67	80	0.72	5	0.94	65.4
PC TEST LANE	60	675	30	765	20	745	0.97	6.67	80	0.72	3	0.96	67.1

Fuente: elaboración propia

## 5.2.4 Auditoria del Mantenimiento

Cuadro 5.4

### MATRIZ DE % DE CUMPLIMIENTO DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Aspecto relacionado con la Política	Gestión adecuada de nuestros procesos	Objetivo General	Aseguramiento de la operatividad de planta mediante una óptima gestión de mantenimiento y apoyo de colaboradores (internos y externos)														
Objetivo Específico	Cumplimiento del Plan de Mantenimiento Preventivo	Meta Específica	Cumplir con el 80% del Plan de Mantenimiento Preventivo según el cronograma														
Indicador	N° Mantenimientos atendidos en fecha x 100/N° Total de Mantenimientos programados	Plazo	Anual	Responsable		Gerente de Operaciones											
Frecuencia de Medición del Indicador	Bimestral	Índice alcanzado del Objetivo Específico	1 Mes	2 Mes	3 Mes	4 Mes	5 Mes	6 Mes	7 Mes	8 Mes	9 Mes	10 Mes	11 Mes	12 Mes			
			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	50%		
N°	ACTIVIDADES A DESARROLLAR	RESPONSABLE	INDICADOR DE CUMPLIMIENTO	RECURSOS	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	% CUMPLIMIENTO DE LA ACTIVIDAD
01	Elaborar Plan de Mantenimiento	Jefe de Mantenimiento	Plan elaborado y entregado	Recusos propios	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	50%	90%
02	Capacitación al personal de Mantenimiento	Jefe de Mantenimiento	Registro del 100% del personal capacitado	Recusos propios	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	50%	90%
03	Medir indicador de cumplimiento	Jefe de Mantenimiento	Informe elaborado	Recusos propios	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	50%	90%

Leyenda	
	Pendiente
	Realizado
	Re programado

Fuente: elaboración propia

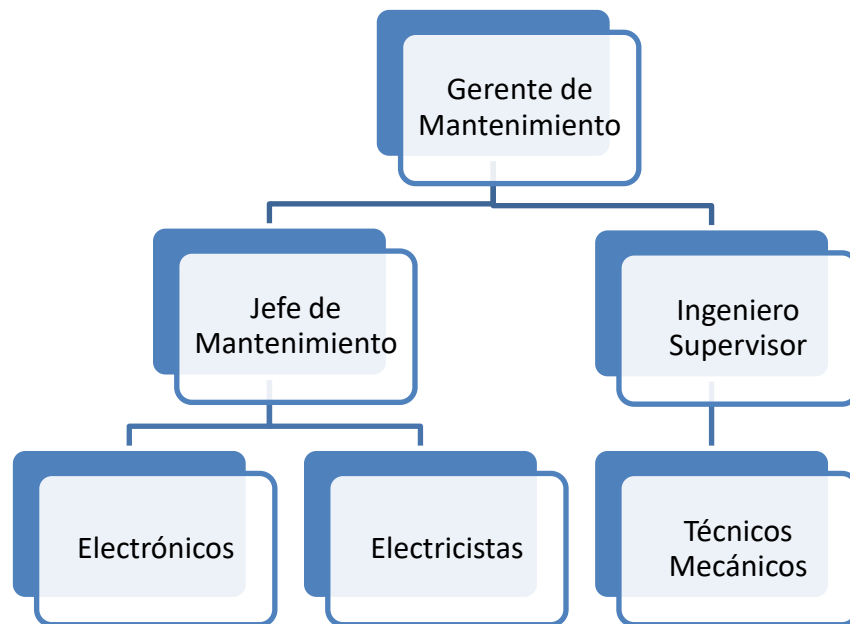
## 5.3 Programa de mantenimiento autónomo

Luego de calcular la OEE es necesario aplicar un programa de mantenimiento para mejorar la efectividad global de los equipos y de esta manera evitar las fallas, averías paros imprevistos y pérdidas de tiempo en la atención a los usuarios de la planta de revisiones técnicas vehiculares. Esto se logrará si nos acercamos por lo menos a la OEE Clase Mundial, puesto que para llegar a Clase Mundial es necesario la implantación del TPM.

### 5.3.1 Propuesta de la organización estructural

Cuadro 5.5

#### ORGANIGRAMA DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO



Fuente: elaboración propia

### 5.3.2 Desarrollo de un programa de mantenimiento autónomo basado en las 5S de calidad

La implantación de la metodología de las 5S de calidad es fundamental antes de implementar un programa de mantenimiento autónomo que es la base de la implantación del TPM, ya que se pretende cambiar la mentalidad y costumbres para laborar, el personal debe empezar a trabajar con conciencia, cuidando su integridad, su lugar de trabajo, el equipo a su cargo,

el medio ambiente específicamente anticipa al talento humano y a las instalaciones a recibir el mantenimiento autónomo, para ello se realiza la implantación de las 5S.

### **5.3.3 Implantación de la metodología de las 5S de calidad**

Para cumplir con la propuesta de implantación de la metodología 5S se siguen las siguientes etapas, que combinadas conformaran lo que denominamos el mantenimiento autónomo.

#### **1. SEIRI- Clasificar**

Objetivo: "TENER A LA VISTA SOLAMENTE LO NECESARIO"

Procedimiento: el primer paso a seguir de parte de todo el personal en cada una de sus áreas es la clasificación de todos los accesorios (herramientas, equipos e insumos) de forma racional, siguiendo un orden, una vez que se culmine con la clasificación de los accesorios de uso frecuente, no muy frecuente y no frecuente se procede a continuar con la siguiente etapa de implantación.



Cuadro 5.6  
ETAPA DE CLASIFICACION

SECCIÓN \ 5 Ss	SEIRI- CLASIFICAR	PERSONAL
	ACTIVIDADES	
ADMINISTRACION	Clasificación de accesorios de uso frecuente.	Administrativo
	Clasificación de accesorios de uso no muy frecuente.	
	Clasificación de accesorios de uso no frecuente.	
Mantenimiento	Clasificación de accesorios de uso frecuente.	Técnicos
	Clasificación de accesorios de uso no muy frecuente.	
	Clasificación de accesorios de uso no frecuente.	
Espacio físico de la planta	Clasificación de accesorios de uso frecuente.	Limpieza
	Clasificación de uso no muy frecuente.	
	Clasificación de accesorios de uso no frecuente.	

Fuente: elaboración propia

## 2. SEITON- Ordenar

**Objetivo:** “FACILITAR EL TRABAJO”

Procedimiento: una vez que se realiza la respectiva clasificación, se empieza a ordenar los accesorios de uso frecuente en el lugar de trabajo, los accesorios de uso no muy frecuente en un lugar lo alejado pero que no interfiera en los procesos de trabajo y los accesorios de uso no frecuente se les dará un tratamiento según

su origen, de reciclaje o desechos; para ello se sigue las actividades.

Cuadro 5.7  
ETAPA DE ORDEN

SECCION \ 5 Ss	SEITON- ORDENAR	PERSONAL
	ACTIVIDADES	
Administración	Delimitar secciones en la respectiva área.	Administrativo
	Señalización acorde al requerimiento.	
	Ordenar en forma racional la clasificación de la primera etapa.	
Mantenimiento	Delimitar secciones en la respectiva área.	Técnicos
	Señalización acorde al requerimiento.	
	Ordenar en forma racional la clasificación de los equipos.	
Espacio físico de la planta.	Delimitar secciones en la respectiva área.	Limpieza
	Señalización acorde al requerimiento.	
	Ordenar en forma racional la clasificación de la primera etapa.	

Fuente: elaboración propia

### 3. SEISO- Limpiar

Objetivo: “AYUDAR A LA DETECCION DE FALLAS EN LOS EQUIPOS, INSTALACIONES Y ALTERACIONES EN LOS LUGARES DE TRABAJO”

Procedimiento: Una vez clasificado y ordenado se realiza la limpieza estricta de todo el lugar, cabe recalcar que esta etapa es

más una inspección que va ligada a las dos primeras actividades, de acuerdo a la siguiente tabla:

Cuadro 5.8  
ETAPA DE LIMPIEZA

SECCION 5 Ss	SEISO- LIMPIAR	PERSONAL
	SECUENCIA DE ACTIVIDADES	
Administración	Limpiar su respectiva área de trabajo.	Administrativo
	Limpiar los accesorios del área de trabajo.	
	Inspección final de área.	
Mantenimiento	Limpiar su respectiva área de trabajo.	Técnicos
	Limpiar los accesorios de los equipos del área de trabajo.	
	Inspección final de los equipos del área.	
Espacio físico de la planta	Limpiar su respectiva área de trabajo.	Limpieza
	Limpiar los accesorios del área de trabajo.	
	Inspección final de área.	

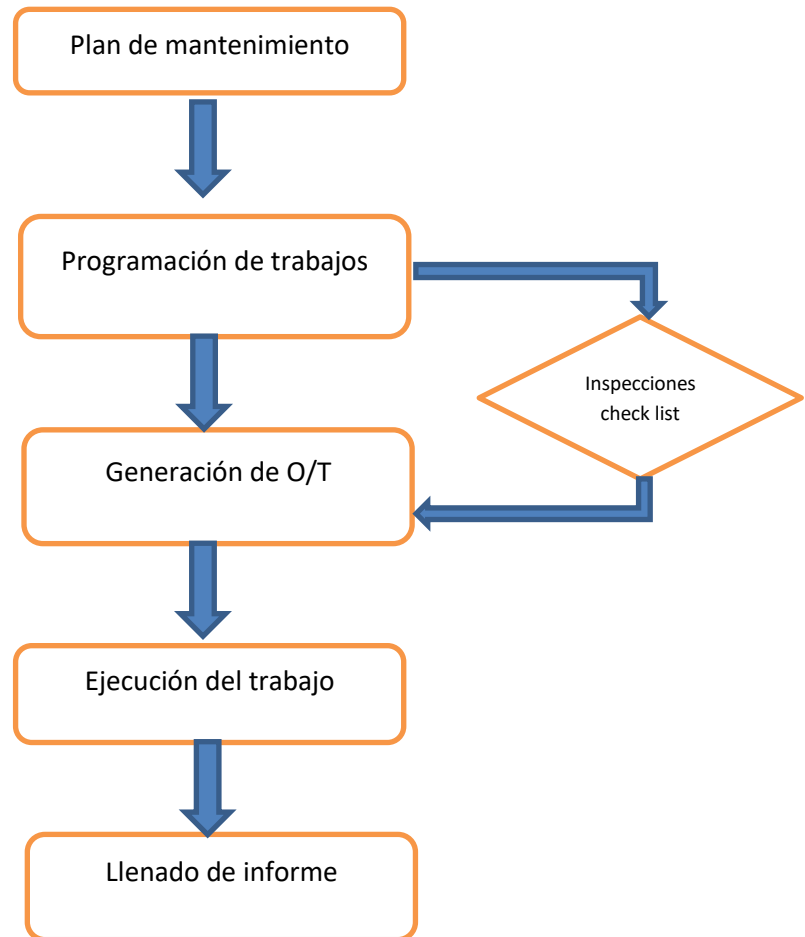
Fuente: elaboración propia

#### 4. SEIKETSU- Estandarización

Objetivo: “ESTABLECER REGLAS OPERACIONALES A FIN DE EVITAR QUE LOS MALOS HABITOS RETORNEN”

Procedimiento: una vez aprobadas las tres etapas, se procede a cumplir con los siguientes diagramas de actividades.

Cuadro 5.9  
FLUJO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO



Fuente: elaboración propia

## 5. SHITSUKE- Disciplina

Objetivo: “PERPETUAR LAS ETAPAS ANTERIORES”

La disciplina es el punto más importante y es el que se debe conservar por parte de todo el personal, al disciplinar al personal se podrá sin esfuerzo alguno mantener las instalaciones

ordenadas, organizadas y limpias; en procura alcanzar mayores estándares en las labores diarias.

### 5.3.4 Reuniones con el personal

Cuadro 5.10

#### PROPUESTA DE ENTRENAMIENTO AL PERSONAL

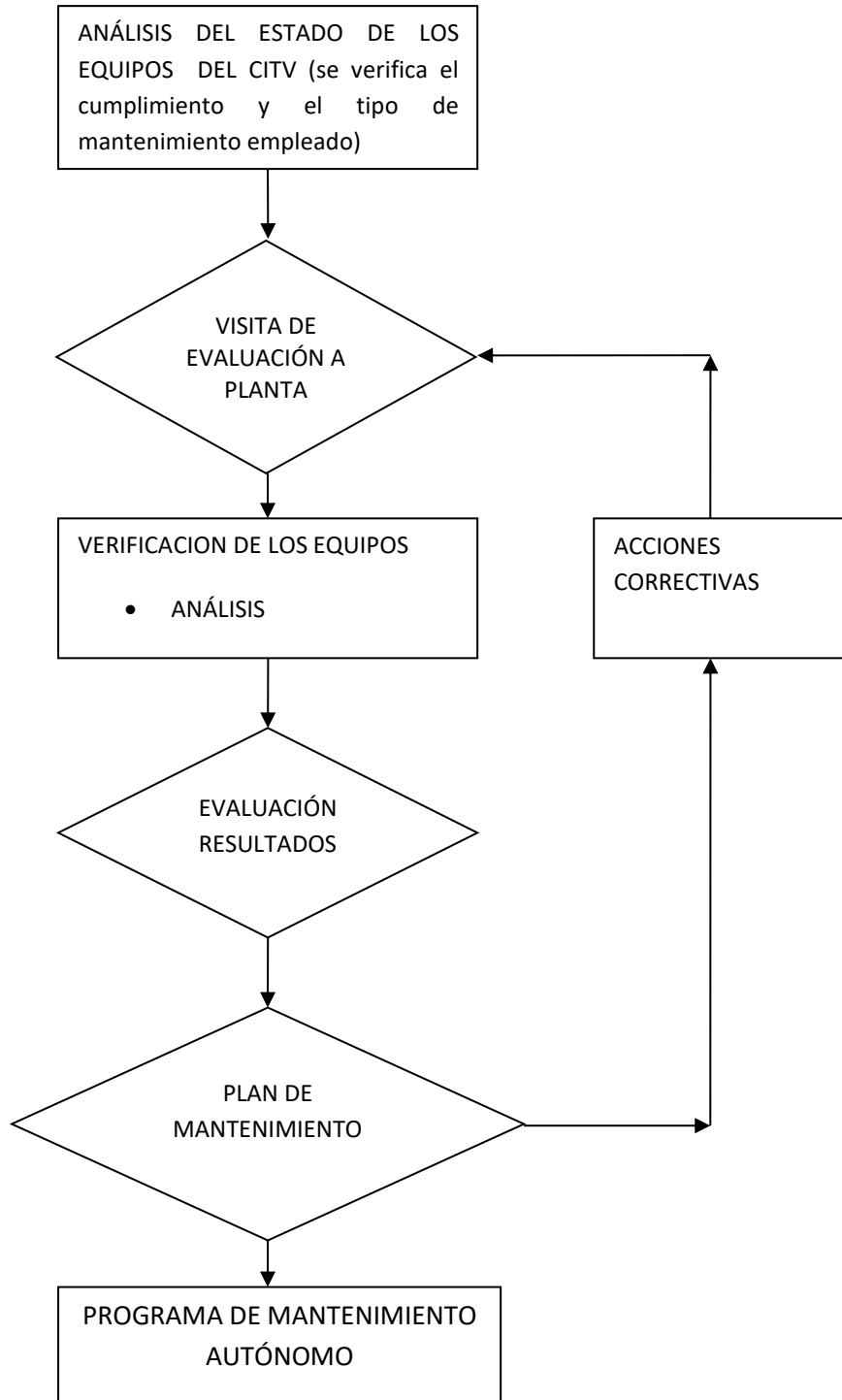
PLANIFICACION DE LA ETAPA INFORMATIVA			
ACTIVIDAD	TEMAS A TRATAR	TIEMPO ESTABLECIDO	FECHAS
Reunión 1	¿Qué son las 5S? Beneficios de la estrategia de las 5S. Etapas de Implementación.	1h 30 minutos	Octubre – Nov. 2017
Reunión 2	¿Qué es el mantenimiento Autónomo? Beneficios del mantenimiento autónomo Etapas de implementación.	1h 30 minutos	
Reunión 3	¿Qué es la Efectividad Global de los equipos? Beneficios de la OEE	1h 30 minutos	
Reunión 4	¿En qué consiste la disponibilidad y el rendimiento de los equipos de la planta de revisiones técnicas vehiculares?	1h 30 minutos	
Reunión 5	¿Qué es calidad? Indicaciones de seguridad y el cuidado ambiental Preguntas de mutua parte.	1h 30 minutos	
Reunión 6	Funciones y responsabilidades de los técnicos. Preguntas de mutua parte.	1h 30 minutos	

Fuente: elaboración propia

### 5.3.5 Propuesta del Programa de Mantenimiento Autónomo

Cuadro 5.11

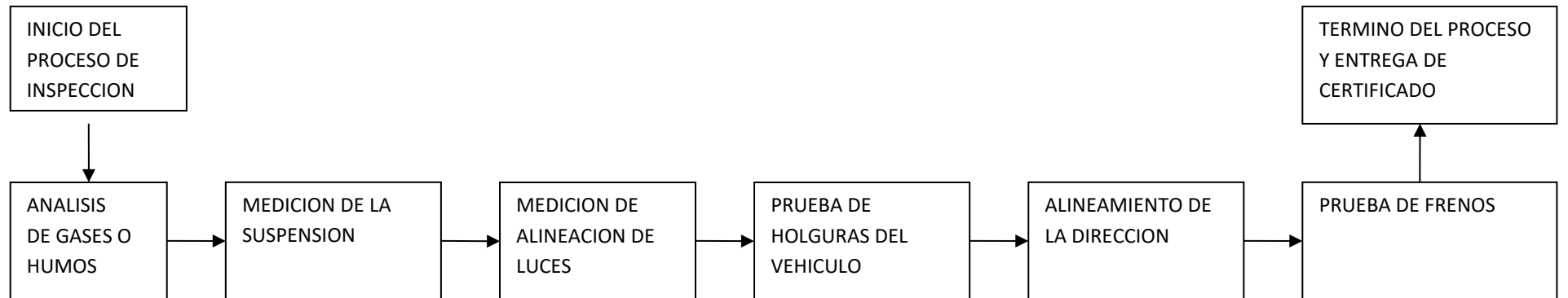
#### PROGRAMA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO



Fuente: elaboración propia

Cuadro 5.12

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE INSPECCIÓN TÉCNICA VEHICULAR



Fuente: elaboración propia

Cuadro 5.13

**CAPACITACION DEL PERSONAL DE LINEA DE LA PLANTA DE REVISIONES TECNICAS VEHICULARES**

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO CAPACITACIÓN			
DATOS DE LA PLANTA		DATOS DEL AUDITOR	
PLANTA		FECHA	
TIPO DE PLANTA	Mixta	NOMBRE	
N° DE LINEAS	1		
N°	NOMBRE Y APELLIDO	FIRMA	TEMAS DE CAPACITACIÓN
01			Manual de especificaciones técnicas de los equipos
02			
03			
04			
05			
06			Programa de Mantenimiento Autónomo
07			
08			
09			
10			
11			Proceso de Mantenimiento y verificación de Equipos
12			
13			
14			
15			
16			Funciones del Personal Operativo de línea
17			
18			
19			
20			

NOTA: El personal ha sido capacitado en los temas que se indica líneas arriba.

Fuente: elaboración propia



### 5.3.6 Implementación de los reportes de Check list

Cuadro 5.14  
CHECK LIST DIARIO

CHECK LIST DIARIO DE MANTENIMIENTO										
N°	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO A REALIZAR	Fecha								OBSERVACIONES
		Check								
<b>ALINEAMIENTO</b>										
1	Verificar el Funcionamiento del equipo en vacio									
2	Limpieza de plataforma del equipo									
<b>ANALIZADOR</b>										
3	Verificar el Funcionamiento del equipo en vacio									
4	Cambio de filtro Alternativo (02)									
5	Verificar la limpieza de sonda de temperatura									
6	Verificar la limpieza de sonda de gases									
7	Verificar la limpieza de captador de rpm									
8	Verificar la limpieza de pinza de rpm									
9	Verificar la limpieza de manguera de condensado									
10	Cambio de filtro de ostia (01)									
<b>SUSPENSION</b>										
11	Verificar el Funcionamiento del equipo en vacio									
<b>LUXOMETRO</b>										
12	Verificar el Funcionamiento del equipo en vacio									
13	Verificar la limpieza de la base del luxómetro									
14	Verificar el Funcionamiento del equipo en vacio									
<b>OPACIMETRO</b>										
15	Verificar la limpieza de la cámara óptica con aire compr.									
16	Verificar la limpieza del ventilador de la cámara óptica									
17	Verificar la limpieza del lente óptico (02)									
18	Verificar la limpieza del sensor óptico (02)									
19	Verificar la limpieza de la manguera de opacidad									
20	Verificar la limpieza de la sonda de opacidad									
21	Verificar la limpieza de la sonda de temperatura									
<b>HOLGURAS</b>										
22	Verificar el Funcionamiento del equipo en vacio									
23	Verificacion de limpieza externa del módulo hidráulico									
24	Verificacion de la limpieza de mangueras hidráulicas									
<b>FRENOMETRO</b>										
25	Verificar el Funcionamiento del equipo en vacio									
26	Verificar la limpieza externa de los rodillos y caja de control									
27	Verificar estado de sensores, rodillos y modulo de control									
<b>PROFUNDIMETRO</b>										
28	Verificar el Funcionamiento del equipo en vacio									
29	Verificacion de Limpieza del equipo									
<b>RETRO REFLECTOMETRO</b>										
30	Verificar el Funcionamiento del equipo en vacio									
31	Verificacion de limpieza del equipo									
<b>SONOMETRO</b>										
32	Verificar el Funcionamiento del equipo en vacio									
33	Verificacion de limpieza del equipo									
<p>.....</p> <p>NOMBRE V° B° TECNICO RESPONSABLE</p>										
<p>.....</p> <p>V°B° INGENIERO SUPERVISOR</p>										

Fuente: elaboración propia

Cuadro 5.15  
CHECK LIST SEMANAL

CHECK LIST SEMANAL DE MANTENIMIENTO				
Nº	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO A REALIZAR	Fecha		OBSERVACIONES
		Check		
	<b>ANALIZADOR</b>			
1	Verificar el estado del separador de agua			
	<b>SUSPENSION</b>			
2	Verificar los ajuste de las bases de la plataforma			
	<b>OPACIMETRO</b>			
3	Verificar la limpieza del ventilador de la cámara óptica			
	<b>FRENOMETRO</b>			
4	Verificación de ajuste de las bases de la plataforma			
	.....			.....
	NOMBRE Vº Bº TECNICO RESPONSABLE			VºBº INGENIERO SUPERVISOR

Fuente: elaboración propia

Cuadro 5.16  
CHECK LIST QUINCENAL

CHECK LIST QUINCENAL DE MANTENIMIENTO				
Nº	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO A REALIZAR	Fecha		OBSERVACIONES
		Check		
	<b>ANALIZADOR</b>			
1	Cambio de filtro de tubo (01)			
	.....			.....
	NOMBRE Vº Bº TECNICO RESPONSABLE			VºBº INGENIERO SUPERVISOR

Fuente: elaboración propia

Cuadro 5.17  
CHECK LIST MENSUAL

<b>CHECK LIST MENSUAL MANTENIMIENTO</b>				
N°	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO A REALIZAR	Fecha		OBSERVACIONES
		Check		
	<b>SUSPENSION</b>			
1	Verificar el estado de los resortes de amortiguación (muelles)			
2	Verificar el estado de los ajuste de los pines del banco			
	<b>LUXOMETRO</b>			
3	Verificar la limpieza de las ruedas del luxómetro			
4	Verificar la limpieza interna del equipo con aire comprimido			
5	Verificar el estado de la batería			
6	Verificar el estado del cargador de batería			
	<b>OPACIMETRO</b>			
7	Verificar la limpieza de la unidad de control con aire comprimido			
	<b>HOLGURAS</b>			
8	Verificación del estado de los pistones hidráulicos			
9	Verificación de fugas en la unidad hidráulica			
10	Verificación del nivel de aceite en el moduclo hidráulico			
	.....			.....
	NOMBRE V° B° TECNICO RESPONSABLE			V°B° INGENIERO SUPERVISOR

Fuente: elaboración propia

### 5.3.7 Implementación de hojas de reportes

Cuadro 5.18  
ESTADO DE OPERATIVIDAD DE EQUIPOS

ESTADO SEMANAL DE OPERATIVIDAD DE EQUIPOS DE ITV		
RESPONSABLE	ING. ANGEL ALARCON A.	
FECHA		
CITY		
LÍNEA	1	
TIPO DE LÍNEA	MIXTA	
ESTACIÓN	ESTADO	OBSERVACIÓN
<b>ESTACION GASES</b>		
ANALIZADOR DE GASES	OPERATIVO	
OPACÍMETRO	OPERATIVO	
<b>ESTACION LUCES-VISUAL</b>		
LUXÓMETRO	CON FALLA	Cable de regulación de altura suelto.
DETECTOR DE HOLGURAS	OPERATIVO	
PROFUNDÍMETRO	OPERATIVO	
SONÓMETRO	OPERATIVO	
RETROREFLECTÓMETRO	OPERATIVO	
<b>ESTACION SUSPENSIÓN</b>		
BANCO DE SUSPENSIÓN	CON FALLA	Ruido excesivo en el banco de suspensión.
<b>ESTACION FRENOS</b>		
ALINEADOR AL PASO	OPERATIVO	
FRENÓMETRO DE RODILLOS	OPERATIVO	

Fuente Elaboración propia

### 5.3.8 Implementación de órdenes de trabajos de mantenimiento

Cuadro 5.19

#### ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO

ORDEN DE TRABAJO						
<b>Numero de O/T</b>						
Solicitante:			Fecha:		Hora:	
Planta / área:				Linea N °-		
Maquina / equipo:				Codigo de equipo :		
Prioridad:		Alta:	Media:	Baja:		
Tipo de Mantenimiento : Mantto Correctivo				Mantto Preventivo		
<b>Descripcion de la falla ( solicitante)</b>						
<b>Descripción del trabajo realizado (Mantenimiento)</b>						
<b>Material/ repuestos utilizados</b>				<b>Cantidad</b>		
<b>Tecnico responsable :</b>						
<b>Inicio del trabajo:</b>			<b>Fecha:</b>		<b>Hora:</b>	
<b>Término del trabajo:</b>			<b>Fecha:</b>		<b>Hora:</b>	
<p>.....</p> <p>NOMBRE V° B° TECNICO RESPONSABLE</p> <p style="margin-left: 400px;">.....</p> <p style="margin-left: 400px;">V°B° INGENIERO SUPERVISOR</p>						

Fuente: elaboración propia

### 5.3.9 Auditoria del programa de Mantenimiento Autónomo

Cuadro 5.20

#### AUDITORIA DEL MANTENIMIENTO

#### MATRIZ DE % DE CUMPLIMIENTO DEL MANTENIMIENTO AUTONOMO

Aspecto relacionado con la Política	Aseguramiento de operatividad de la Planta	Objetivo General	Aseguramiento de la operatividad de planta mediante una óptima gestión de mantenimiento y apoyo de colaboradores (internos y externos)														
Objetivo Específico	Cumplimiento del Mantenimiento Correctivo	Meta Específica	Cumplir con el 100% de atención en el plazo establecido según el Reporte de Fallas														
Indicador	N° Atenciones en el plazo establecido x 100/ N° Total de atenciones solicitadas	Plazo	Anual	Responsable												Gerente de Operaciones	
Frecuencia de Medición del Indicador	Mensual	Índice alcanzado del Objetivo Específico	1 Mes	2 Mes	3 Mes	4 Mes	5 Mes	6 Mes	7 Mes	8 Mes	9 Mes	10 Mes	11 Mes	12 Mes			
			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	90%		
N°	ACTIVIDADES A DESARROLLAR	RESPONSABLE	INDICADOR DE CUMPLIMIENTO	RECURSOS	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	% CUMPLIMIENTO DE LA ACTIVIDAD
01	Charla con el personal de mantenimiento y las otras áreas	Gerente de Operaciones	Charla ejecutada al 100%	Recursos propios	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	90%
02	Elaborar el histórico de fallas de los equipos	Supervisor de Mantenimiento	Histórico elaborado	Recursos propios	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	90%
03	Identificación de los Repuesto Críticos	Supervisor de Mantenimiento	Reporte de Repuestos Críticos elaborado	Recursos propios	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	90%
04	Abastecimiento de Repuestos Críticos	Supervisor de Mantenimiento	Abastecimiento de Repuestos Críticos al 100%	Definir monto	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	90%

Leyenda	
<span style="color: red;">■</span>	pendiente
<span style="color: blue;">■</span>	realizado
<span style="color: yellow;">■</span>	programado

Fuente: elaboración propia

### 5.3.10 Mejora de la efectividad global de los equipos

La efectividad global del equipo se vio mejorada una vez que se cumplió con los objetivos del programa de mantenimiento autónomo, es decir con cada acción de cumplimiento de reporte de fallas, los check list, con el estado de operatividad de equipos, ordenes de trabajo, donde los trabajos de mantenimiento fueron realizados por los propios operadores de los equipos (técnicos mecánicos) logrando tener una alta

disponibilidad, rendimiento y calidad de los equipos y las instalaciones.

### 5.3.11 Cálculo de la OEE luego de implementarse el Programa de Mantenimiento Autónomo

OEE = Disponibilidad x Eficiencia x Calidad

**Disponibilidad:** Mide las pérdidas de disponibilidad de los equipos debido a paros no programados.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo operativo}}{\text{Tiempo neto disponible}}$$

En donde:

$\text{Tiempo neto disponible} = \text{Tiempo extra} + \text{Tiempo total programado} + \text{Tiempo de paro permitido}$

$\text{Tiempo neto disponible} = 30 + 675 + 5 = 710 \text{ min}$

$\text{Tiempo operativo} = \text{Tiempo neto disponible} - \text{Tiempo de paros de línea.}$

$\text{Tiempo operativo} = 710 - 3 = 707 \text{ min}$

$D = 707/710 = 0.996$

**Eficiencia:** Mide las pérdidas por rendimiento causadas por el mal funcionamiento del equipo, no funcionamiento a la velocidad y rendimiento original determinada por el fabricante del equipo o diseño.

$$\text{Eficiencia} = \frac{(\text{Tiempo Tacto})(\text{Veh. Inspeccionados})}{\text{Tiempo operativo}}$$

En donde:

$$\text{Tiempo tacto} = \frac{\text{Tiempo neto Total diario}}{\text{Demanda Total diaria}}$$

En donde:

$$\text{Tiempo neto total diario: } 60 \times 12 = 720$$

$$\text{Demanda Tot. Diaria} = 108$$

$$\text{Tiempo tacto} = 720/108 = 6.67 \text{ min/Veh}$$

$$\text{Veh. Inspeccionados} = 80 \text{ Veh.}$$

$$E = 6.67 \times 80 / 707 = 0.75$$

**Calidad:** Estas pérdidas por calidad representan el tiempo utilizado para producir productos que son defectuosos o tienen problemas de calidad. Este tiempo se pierde, ya que el producto se debe destruir o re-procesar. Si todos los productos son perfectos, no se producen estas pérdidas de tiempo del funcionamiento del equipo.

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Inspecciones Producidas} - \text{Total de inspecciones defectuosas}}{\text{Inspecciones Producidas}}$$

En donde:

$$\text{Inspecciones producidas} = 80$$

$$\text{Total de Inspecciones defectuosas} = \text{Insp. Defectuosas} + \text{retrabajos}$$

$$\text{Total de Inspecciones defectuosas} = 1 + 1 = 2$$

$$Q = (80 - 2)/80 = 0.98$$

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

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

$$\text{OEE} = 0.996 \times 0.75 \times 0.98 = 73.3\%$$



Cuadro 5.21

**CÁLCULO DE LA OEE DESPUES DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO**

EQUIPOS	Tiempo extra	T. total program.	T. paro permit	T. neto disponib.	T. paro linea	Tiempo operat	Disponib.	Tiempo tacto	Insp. Produc.	Eficiencia	Insp. defect	Calidad	OEE %
ANALIZADOR DE GASES	30	675	5	710	3	707	1.00	6.67	80	0.75	2	0.98	73.3
OPACIMETRO	30	675	5	710	3	707	1.00	6.67	80	0.75	0	1.00	75.2
BANCO DE SUSPENSION	30	675	5	710	3	707	1.00	6.67	80	0.75	1	0.99	74.2
LUXOMETRO	30	675	5	710	5	705	0.99	6.67	80	0.76	0	1.00	75.2
PROBADOR DE HOLGURAS	30	675	5	710	1	709	1.00	6.67	80	0.75	0	1.00	75.2
ALINEADOR AL PASO	30	675	5	710	1	709	1.00	6.67	80	0.75	0	1.00	75.2
FRENOMETRO	30	675	5	710	1	709	1.00	6.67	80	0.75	0	1.00	75.2
PC GASES	30	675	5	710	5	705	0.99	6.67	80	0.76	1	0.99	74.2
PC VISUAL	30	675	5	710	5	705	0.99	6.67	80	0.76	1	0.99	74.2
PC TEST LANE	30	675	5	710	7	703	0.99	6.67	80	0.76	1	0.99	74.2

Fuente: Elaboración propia

#### 5.4 Prueba de Hipótesis

Para realizar la prueba de hipótesis adecuada de nuestro caso, con ayuda del Excel 2016 y SPSS v.19, para el problema ¿Con el desarrollo de un programa de mantenimiento autónomo se mejorará la efectividad global de los equipos de una planta de revisiones técnicas vehiculares en la provincia de Huarochirí?, se ha formulado la hipótesis: si se desarrolla un programa de mantenimiento autónomo entonces se mejorará la efectividad global de los equipos de una planta de revisiones técnicas vehiculares en la provincia de Huarochirí. Para lo cual las hipótesis estadísticas son:

Luego de aplicar el Desarrollo del Programa de Mantenimiento Autónomo para Mejorar la Efectividad Global de los Equipos (OEE) esta disminuyó.

$H_0: OEE_d < OEE_a$

Luego de aplicar el Desarrollo del Programa de Mantenimiento Autónomo para Mejorar la Efectividad Global de los Equipos (OEE) esta se incrementó.

Hi: OEE<sub>d</sub> > OEE<sub>a</sub>

Cuadro 5.22  
RESUMEN DE LA MEJORA DE LA EFECTIVIDAD DE LOS EQUIPOS ANTES Y DESPUES DE LA IMPLANTACION DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

EQUIPOS	OEEa %	OEEd %
E1	64.5	73.3
E2	65.4	75.2
E3	65.4	74.2
E4	64.5	75.2
E5	68.0	75.2
E6	68.0	75.2
E7	68.0	75.2
E8	64.5	74.2
E9	65.4	74.2
E10	67.1	74.2

Fuente: elaboración propia

#### 5.4.1 Matriz de datos

La matriz de datos mostrada en el cuadro N° 5.23 en SPSS, se tiene en las filas las unidades de análisis formada por 10 equipos, las variables indican la OEE en porcentaje antes de la implementación del Programa de Mantenimiento Autónomo y la OEE después de la implementación y en cada celda se encuentra registrada la OEE de cada equipo crítico.

Cuadro 5.23  
MATRIZ DE DATOS DE LA OEE ANTES Y OEE DESPUES DEL  
PROGRAMA DE M.A.

	VAR00001	VAR00002
1	64,50	73,30
2	65,40	75,20
3	65,40	74,20
4	64,50	75,20
5	68,00	75,20
6	68,00	75,20
7	68,00	75,20
8	64,50	74,20
9	65,40	74,20
10	67,10	74,20

Fuente: elaboración propia

Cuadro 5.24  
ESTADISTICOS DE MUESTRAS RELACIONADAS

	Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Par 1 VAR00001	66,0900	10	1,52849	,48335
VAR00002	74,5910	10	,65249	,20634

Fuente: Elaboración propia

#### 5.4.2 Prueba de significación

Utilizando el programa SPSS v. 19, se han determinado los estadísticos de las muestras relacionadas Cuadro 5.25 y la prueba de significación Cuadro 5.26

Cuadro 5.25  
CORRELACIONES DE MUESTRAS RELACIONADAS

	N	Correlación	Sig.
Par 1 VAR00001 y VAR00002	10	,526	,118

Fuente: elaboración propia

Cuadro 5.26  
PRUEBA DE SIGNIFICACION

	Media	Desviación tip.	Error tip. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
				Diferencias relacionadas				
				Inferior	Superior			
Par 1 VAR00001 - VAR00002	-8,50100	1,30874	,41386	-9,43721	-7,56479	-20,541	9	,000

Fuente: elaboración propia

Con un nivel de confianza de 95% y una significación de  $\alpha = 0.05$ , el nivel de significación (bilateral) es  $0.000 < 0.05$  (véase cuadro N° 5.23).

Entonces: se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación, el Desarrollo de un Programa de Mantenimiento Autónomo mejora la efectividad global de los equipos de una planta de revisiones técnicas vehiculares.

Conclusión: La prueba resultó ser significativa.

## **VI. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

### **6.1 Contrastación de las hipótesis con los resultados**

Al contrastar la hipótesis con los resultados se observa lo siguiente:

1. La propuesta de un programa de Mantenimiento Autónomo mejora la efectividad global de los equipos de la planta de revisiones técnicas vehiculares en la provincia de Huarochirí.
2. La evaluación al sistema de gestión de mantenimiento ha permitido desarrollar un programa de mantenimiento acorde a la realidad de una planta de revisiones técnicas y que permita aumentar la disponibilidad de los equipos.
3. La selección de una estrategia de mantenimiento adecuada permitió aumentar la eficiencia de los equipos y con ello mejorar la OEE en la planta de revisiones técnicas vehiculares.
4. Mejorando la atención al cliente en cuanto al menor tiempo de espera para su revisión técnica y disminuyendo los tiempos de parada en los equipos aumento la calidad y por tanto se mejoró la OEE.

### **6.2 Contrastación de los resultados con otros estudios similares.**

1. Si bien hubo algunos estudios similares en cuanto a aplicación de las 5S y de la mojara de la efectividad global de los

equipos, es la primera vez que el mantenimiento autónomo se aplica a una planta de revisiones técnicas vehiculares.

2. Se llegó a conseguir una mejora de la efectividad global de los equipos con esta nueva metodología y estrategia de mantenimiento.
3. Se espera que este estudio sirva de base para seguir mejorando la disponibilidad, eficiencia y calidad de los equipos de otras plantas similares de revisiones técnicas vehiculares.

## VII. CONCLUSIONES

Una vez finalizado el proyecto se concluye lo siguiente:

- A. Se evidencia una mejora del clima laboral en la línea de inspección técnica vehicular de la planta de revisiones técnicas.
- B. Mediante la implementación del Programa de Mantenimiento Autónomo se cumple con el objetivo de mejora en la efectividad global de los equipos. Esto se evidencia en los comportamientos de los indicadores de disponibilidad, eficiencia y calidad.
- C. La OEE promedio cuando se inició la implementación de Mantenimiento Autónomo tuvo un desempeño del 64%, por debajo del índice mundial y mejoró hasta alcanzar un 75% aproximadamente.
- D. Con la ayuda del personal de Mantenimiento se logró identificar los puntos claves de los equipos, con lo cual se garantiza el adecuado mantenimiento a realizar evitando así futuras fallas.
- E. Se evidencia la disminución de los costos de operación y mantenimiento puesto que el Mantenimiento Autónomo se realiza a diario, detectándose a tiempo cualquier anomalía del equipo, disminuyendo la hora/hombre dedicadas a mantenimiento.

## VIII. RECOMENDACIONES

Para dar continuidad al Mantenimiento Autónomo y mejorarlo se recomienda lo siguiente:

- A. Ejecutar las rutinas de limpieza e inspección de acuerdo a lo establecido en los check list diarios, semanal, quincenal y mensual.
- B. Realizar seguimientos diarios del OEE (Disponibilidad, Rendimiento y Calidad) para verificar su comportamiento y tomar las acciones necesarias para su mejora.
- C. Adquirir el hábito de reportar cualquier anomalía a través de las hojas de reporte para el Mantenimiento Autónomo, con el fin de tener el historial de anomalías.
- D. Capacitar de manera permanente al personal de línea, en las actividades de Mantenimiento Autónomo, así como en la solución de problemas de los equipos.
- E. Se recomienda el cambio de los equipos y dispositivos de la línea de inspección técnica que están llegando al final de su vida útil.



## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, C. (1989). *Mantenimiento preventivo, predictivo y monitoreo industrial*, Córdoba, Argentina: Ed. Dimas.
- AVALLONE, E. (1997). *Manual del ingeniero mecánico*, Estados Unidos: Ed. Mac Graw Hill.
- BERNAL, C. (2000). *Metodología de la investigación para Administración y Economía*, Colombia: Editorial Pearson.
- BORRIS, S. (2005). *Total Productive Maintenance*. Ohio, EE.UU: Ed. McGraw-Hill Professional Publishing
- CHIAVENATO, I. (2016). *Gestión del Talento Humano*. México: Editorial Mc Graw-Hill Interamericana.
- CUATRECASAS, L. (2000). *TPM Hacia la competitividad a través de la eficiencia en los equipos de producción*. Barcelona, España: Ed. Gestión 2000.
- DORBESSAN, J. (2013). *Las 5S, Herramientas de Cambio*. Buenos Aires: Dirección Nacional del Derecho.
- ESPINOZA, C. (2014). *Metodología de Investigación Tecnológica*. (Segunda edición). Huancayo, Perú: Ed. Soluciones Gráficas S.A.C.
- GARCÍA, O. (2012). *Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial*. Bogotá: Ed. de la U.
- GILBERTO, A., PAULINO, J. (2012). *El Análisis de Confiabilidad Como Herramienta Para Optimizar La Gestión Del Mantenimiento Preventivo De Los Equipos De La Línea De Flotación En Un Centro Minero*. Lima, Perú: Grado académico de maestro en ingeniería con mención en gerencia e ingeniería de mantenimiento
- GUILLÉN, A. (2015). *Optimización de la Efectividad Global de los Equipos (OEE) a través de estrategias de gestión de mantenimiento* Caso: Unidad II de la empresa Negroven, S.A. – Valencia. Para optar al título de Magíster en Ingeniería Industrial.

- GONZALES, F. (2003). *Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial*. Madrid- España: Editorial. Fundación Confemetal.
- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C., BAPTISTA, L. (2014). *Metodología de la investigación*. (Sexta edición). México: Editorial Mc Graw-Hill Interamericana.
- HORTIALES, M. (1997). *Implementación del Mantenimiento Productivo Total*. Nuevo León: Grado de maestro en ciencias de la administración con especialidad en producción y calidad
- LEFCOVICH, M. (2009). *Sistema de Producción Justo a Tiempo-JIT*. Argentina: Ed. El Cid.
- MARTINEZ, I. (2009). *Diseño de un Modelo para Aplicar el Mantenimiento Productivo Total a los Sectores de Bienes y Servicios*. México D. F: Grado de maestro en ciencias en ingeniería de sistemas.
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (2008). *Manual de Inspecciones Técnicas Vehiculares*. Resolución Directoral N° 11581-2008 MTC/15. En Diario Oficial El Peruano.
- MORA, L. (2016). *Mantenimiento, Planeación, ejecución y control*. Bogotá. D.C: Alfaomega Colombiana S.A.
- NAKAJIMA, S. (1991). *Programa de desarrollo del TPM*. Editorial Productivity.
- NAMAUFOROOSH, M. (2000). *Metodología de la investigación*. México: LIMUSA S.A.
- ROSALER, R. (1997). *Manual del ingeniero de planta*. Estados Unidos: Ed. Mac Graw Hill.
- RODRIGO, P. (2015). *Gestión Moderna del Mantenimiento*. Santiago de Chile: Edición 2015.
- SHINGO, S. (1993). *El sistema de producción de Toyota: desde el punto de vista de la ingeniería*. Madrid: Tecnología de Gerencia y Producción.

- SHIROSE, K. (1994). *TPM para operadores*. (Edición 1994). Editorial Productivity.
- SHIROSE, K. (1994). *TPM para mandos intermedios*. (Edición 1994). Editorial Productivity.
- SUEHIRO, K. (1995). *Eliminación de pequeñas paradas en máquinas y líneas automáticas*. (Edición 1995). Editorial Productivity.
- SUZUKI, T. (1995). *TPM en las industrias de proceso*. Madrid, España: Ed. TGP-Hoshin.
- TAMAYO, M. (2002). *El proceso de la investigación científica*. (Cuarta edición). México: Ed. LIMUSA S.A.
- TAVARES, L. (1996). *Seminario taller: técnicas de evaluación de gestión de mantenimiento*. Buenos Aires, Argentina: [s.n.]
- VALDEZ, J. (2017). *Implementación del mantenimiento autónomo para aumentar la disponibilidad de equipos trackless en Uchucchacua*. Tesis maestría. Huancayo. Universidad Nacional del Centro del Perú.

## REFERENCIAS DE INTERNET

- MANTENIMIENTO PLANIFICADO. *Mantenimiento Autónomo*. Recuperado el 5 de enero del 2018, de <http://www.mantenimientoplanificado.com/j%20guadalupe%20articulos/MANTENIMIENTO%20AUT%C3%93NOMO.pdf>.
- Aroca, D. (2018). *Mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo. Definiciones y diferencias*. Recuperado el 17 de junio del 2018, de <https://leanmanufacturing10.com/mantenimiento-correctivo-preventivo-y-predictivo-definiciones-y-diferencias>

## **ANEXOS**

## Anexo 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

**TITULO: “PROGRAMA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PARA MEJORAR LA EFECTIVIDAD GLOBAL DE LOS EQUIPOS DE UNA PLANTA DE REVISIONES TÉCNICAS VEHICULARES EN LA PROVINCIA DE HUAROCHIRÍ”**

**AUTOR: ANGEL DAVID ALARCON APAZA**

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p><b><u>Problema general</u></b></p> <p>¿Con el desarrollo de un programa de mantenimiento autónomo se mejorará la efectividad global de los equipos de una planta de revisiones técnicas vehiculares en la provincia de Huarochirí?</p> <p><b><u>Problemas específicos</u></b></p> <p>1. ¿Qué elementos considerar para desarrollar un programa de mantenimiento autónomo para mejorar la efectividad global de los equipos de una planta de revisiones técnicas vehiculares en la provincia de Huarochirí?</p> <p>2. ¿Con el programa de mantenimiento autónomo aumenta la disponibilidad de los equipos de una planta de revisiones técnicas vehiculares en la provincia de Huarochirí?</p> <p>3. ¿En qué medida aumenta el rendimiento para mejorar la efectividad global de los equipos de una planta de revisiones técnicas vehiculares en la provincia de Huarochirí?</p> <p>4. ¿En qué medida aumenta la calidad para mejorar la efectividad global de los equipos de una planta de revisiones técnicas vehiculares en la provincia de Huarochirí?</p>	<p><b><u>Objetivo general</u></b></p> <p>Desarrollar un programa de mantenimiento autónomo para mejorar la efectividad global de los equipos de una planta de revisiones técnicas vehiculares en la provincia de Huarochirí.</p> <p><b><u>Objetivos específicos</u></b></p> <p>1. Determinar los elementos necesarios para desarrollar un programa de mantenimiento autónomo para mejorar la efectividad global de los equipos de una planta de revisiones técnicas vehiculares en la provincia de Huarochirí.</p> <p>2. Aumentar la disponibilidad, para mejorar la efectividad global de los equipos de una planta de revisiones técnicas vehiculares de la provincia de Huarochirí.</p> <p>3. Aumentar el rendimiento para mejorar la efectividad global de los equipos de una planta de revisiones técnicas vehiculares en la provincia de Huarochirí.</p> <p>4. Aumentar la calidad para mejorar la efectividad global de los equipos de una planta de revisiones técnicas vehiculares en la provincia de Huarochirí.</p>	<p><b><u>Hipótesis general</u></b></p> <p>Si se desarrolla un programa de mantenimiento autónomo entonces se mejorará la efectividad global de los equipos de una planta de revisiones técnicas vehiculares en la provincia de Huarochirí.</p> <p><b><u>Hipótesis específicas</u></b></p> <p>1. Si se considera los elementos necesarios para el desarrollo de un programa de mantenimiento autónomo entonces se mejorará la efectividad global de los equipos de una planta de revisiones técnicas vehiculares en la provincia de Huarochirí.</p> <p>2. Si aumenta la disponibilidad, entonces se mejorará la efectividad global de los equipos de una planta de revisiones técnicas vehiculares en la provincia de Huarochirí.</p> <p>3. Si aumenta el rendimiento, entonces se mejorará la efectividad global de los equipos de una planta de revisiones técnicas vehiculares en la provincia de Huarochirí.</p> <p>4. Si aumenta la calidad, entonces se mejorará la efectividad global de los equipos de una planta de revisiones técnicas vehiculares en la provincia de Huarochirí.</p>	<p><b><u>Variable independiente</u></b></p> <p>X: Programa de mantenimiento autónomo.</p> <p><b><u>Variable dependiente</u></b></p> <p>Y: Efectividad Global de los Equipos.</p>	<p><b>INDICADORES DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE</b></p> <p><b>X1: Mantenimiento autónomo.</b></p> <p>1.1: Nivel de conocimiento de las 5Ss. 1.2: Nivel de cumplimiento del mantenimiento. 1.3: Grado de satisfacción del personal. 1.4: Costo de mantenimiento</p> <p><b>INDICADORES DE LAS VARIABLES DEPENDIENTES</b></p> <p><b>Y<sub>1</sub>: Disponibilidad</b> 1.1: Grado de fiabilidad. 1.2: Tasa de fallo. 1.3: Vida útil de los equipos.</p> <p><b>Y<sub>2</sub>: Rendimiento</b> 2.1: Cumplimiento del plan de adiestramiento. 2.2: Grado de rapidez en el proceso.</p> <p><b>Y<sub>3</sub>: Calidad.</b> 3.1: Grado de rapidez en el servicio. 3.2: Nivel de satisfacción del cliente.</p>	<p><b><u>Tipo de investigación</u></b></p> <p>Aplicada de alcance descriptivo correlacional.</p> <p><b><u>Diseño</u></b></p> <p>Pre-experimental de tipo longitudinal.</p> <p><b><u>Enfoque y método</u></b></p> <p>Enfoque cuantitativo y método de análisis y síntesis.</p> <p><b><u>Universo</u></b></p> <p>Provincia de Huarochirí</p> <p><b><u>Población y muestra</u></b></p> <p>Población: 50 equipos (5 plantas) Muestra: 10 equipos (1 planta piloto).</p> <p><b><u>Técnicas e instrumentos de recolección de datos</u></b></p> <p><b><u>Técnica:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Técnica documental (registros de sistemas de gestión).</li> <li>- Técnica empírica (observación y encuesta).</li> <li>- Auditorias</li> </ul> <p><b><u>Instrumentos:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Check list</li> <li>- Reportes de fallas</li> <li>- Guía de observación y cuestionarios.</li> <li>- Escala de desempeño laboral</li> <li>- Escala Likert</li> <li>- Coeficiente alfa de Cronbach</li> <li>- Juicio de expertos</li> </ul> <p><b><u>Técnicas de análisis de datos</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis de datos inferencial (pruebas paramétricas t student y correlacional).</li> <li>- Análisis de datos cuantitativo (SPSS, Excel 2016).</li> </ul>

## Anexo 2: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS	PES O	INDICE	NIVEL DE MEDICIO N	INSTRUMENTO
<p><b>X: Programa de Mantenimiento Autónomo</b></p> <p><b>Dc:</b> Comprende la participación activa por parte de los operarios en el proceso de prevención a los efectos de evitar averías y deterioros en las máquinas y equipos. Tiene especial trascendencia la aplicación práctica de las Cinco "S". Algunas de las tareas fundamentales son: limpieza, inspección, lubricación, aprietes y ajustes.</p>	<p><b>X1: Mantenimiento Autónomo</b></p> <p><b>X1.1: Clasificar</b> <b>Dc:</b> Es mantener solo lo necesario para realizar las tareas. <b>Do:</b> Habilidad de los técnicos y operarios para clasificar los equipos y herramientas necesarias.</p> <p><b>X1.2: Ordenar</b> <b>Dc:</b> Es mantener las herramientas y equipos en condiciones de fácil utilización. <b>Do:</b> Habilidad de los técnicos y operarios para mantener en orden su puesto de trabajo.</p> <p><b>X1.3: Limpiar</b> <b>Dc:</b> Es mantener limpios los lugares de trabajo, las herramientas y equipos. <b>Do:</b> Habilidad de los técnicos y operarios para mantener limpio los equipos de su estación de trabajo.</p> <p><b>X1.4: Estandarizar</b> <b>Dc:</b> Es mantener y mejorar los logros obtenidos. <b>Do:</b> Habilidad de los técnicos y operarios para mantener estandarizado los equipos.</p> <p><b>X1.5: Disciplina</b> <b>Dc:</b> Es el cumplimiento de las normas establecidas. <b>Do:</b> Habilidad de los técnicos y operarios para mantener la disciplina para el mantenimiento de los equipos.</p>	<p>1.1: Nivel de conocimiento de las 5Ss.</p> <p>1.2: Nivel de cumplimiento del mantenimiento.</p> <p>1.3: Grado de satisfacción del personal.</p> <p>1.4: Costo de mantenimiento</p>	<p>1. ¿Existen solo instrumentos y herramientas necesarias en su lugar de trabajo?</p> <p>2. ¿Al iniciar sus labores, se ocupa de la ubicación y el orden de su estación de trabajo?</p> <p>3. ¿Al comenzar su turno de trabajo, limpia y verifica el estado de las máquinas y equipos?</p> <p>4. ¿Monitorea permanentemente el estado de los equipos en su estación de trabajo?</p> <p>5. ¿Se cumplen las normas de seguridad y salud en el trabajo?</p> <p>6. ¿Se cumple con el cronograma de mantenimiento programado?</p> <p>7. ¿Se siente satisfecho con el trabajo de mantenimiento que realiza?</p> <p>8. ¿Cree Ud. que el costo de mantenimiento se ha reducido?</p>		<p>Nunca = 1</p> <p>Pocas veces = 2</p> <p>A veces = 3</p> <p>Frecuentemente = 4</p> <p>Siempre = 5</p>	Ordinal	ESCALA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

<p><b>Y: EFECTIVIDAD GLOBAL DE LOS EQUIPOS</b>  <b>Dc:</b> Es una medida que representa el porcentaje del tiempo en que una máquina produce realmente, comparadas con el tiempo que fue planeado para hacerlo. Esta medida evalúa el rendimiento del equipo mientras está en funcionamiento. Aumento de la efectividad del equipo mediante la eliminación de averías y fallos.</p>	<p><b>Y1: Disponibilidad</b>  <b>Dc:</b> es la relación entre el Tiempo de Operación y el Tiempo Planeado de Producción.</p> <p><b>Y1.1 Fiabilidad</b>  <b>Dc:</b> Es un índice de la calidad de las instalaciones y de su estado de conservación, y se mide por el tiempo medio entre averías.  <b>Do:</b> Habilidad de los técnicos y operarios para mantener el buen estado de conservación de las instalaciones de una planta de inspección técnica vehicular.</p> <p><b>Y2: Rendimiento.</b>  <b>Dc:</b> Es la relación entre el Tiempo Neto de operación y el Tiempo de operación. Mide las pérdidas por rendimiento causadas por el mal funcionamiento del equipo.</p> <p><b>Y2.1 Plan de adiestramiento</b>  <b>Y2.2 Rapidez en el proceso</b></p> <p><b>Y3: Calidad</b>  <b>Dc:</b> es la relación entre el Tiempo Real Productivo y el Tiempo Neto de Operación.</p> <p><b>Y3.1 Servicio</b>  <b>Y3.2: Satisfacción del cliente.</b></p>	<p><b>Y1: Disponibilidad</b></p> <p>1.1: Grado de fiabilidad.  1.2: Tasa de fallo.  1.3: Vida útil de los equipos.</p> <p><b>Y2: Rendimiento</b></p> <p>2.1: Cumplimiento del plan de adiestramiento.  2.2: Grado de rapidez en el proceso.</p> <p><b>Y3: Calidad.</b></p> <p>3.1: Grado de rapidez en el servicio.  3.2: Nivel de satisfacción del cliente.</p>	<p>9. ¿Colabora con el cuidado de los equipos y de las instalaciones?  10. ¿Inmediatamente da aviso al ingeniero supervisor de cualquier anomalía que presente los equipos?  11. ¿Realiza Ud. el proceso de inspección técnica vehicular con rapidez y buen uso de los equipos?  12. ¿Considera Ud. Que los programas de capacitación son los más adecuados para el tipo de mantenimiento ejecutado?  13. ¿Realiza su trabajo con rapidez para dar un buen servicio a los usuarios?  14. ¿El servicio de revisión técnica vehicular que brinda la empresa, es de calidad?  15. ¿Cree Ud. Que los clientes se van satisfechos por el nivel de calidad en el servicio?</p>	<p>Nunca = 1  Pocas veces = 2  A veces = 3  Frecuentemente = 4  Siempre = 5</p>	<p>Ordinal</p>	<p>ESCALA DE EFECTIVIDAD GLOBAL DE LOS EQUIPOS</p>
--	--	--	--	---	----------------	--

### Anexo 3: CUESTIONARIO

Estimados señores:

De acuerdo a lo explicado, le solicitamos se sirvan responder el siguiente cuestionario. Le agradecemos por su colaboración.

#### INDICACIONES:

Deberán marcar de 1 al 5 y con un aspa (x), según corresponda.

1 Nunca    2 Pocas veces    3 A veces    4 Frecuentemente    5 Siempre

#### 1.- DATOS GENERALES:

a) Genero

Femenino ( )

Masculino ( )

b) Edad

- Menos de 25 años ( )
- De 26 a 30 años ( )
- De 31 a 40 años ( )
- De 41 a más ( )

c) Nivel de instrucción

Profesional ( )

Técnico ( )

Operario ( )

d) Tiempo de servicios

Menos de 1 año ( )

Menos de 5 años ( )

Más de 6 años ( )



## 2.- VARIABLES:

Vi : MANTENIMIENTO AUTONOMO		NUNCA	POCAS VECES	A VECES	FRECUEN TEMENTE	SIEMPRE
		1	2	3	4	5
<b>Dimensión: Las 5S</b>						
1	¿Existen solo instrumentos y herramientas necesarias en su lugar de trabajo?					
2	¿Al iniciar sus labores, se ocupa de la ubicación y el orden de su estación de trabajo?					
3	¿Al comenzar su turno de trabajo, limpia y verifica el estado de las máquinas y equipos?					
4	¿Monitorea permanentemente el estado de los equipos en su estación de trabajo?					
5	¿Se cumplen las normas de seguridad y salud en el trabajo?					
6	¿Se cumple con el cronograma de mantenimiento programado?					
7	¿Se siente satisfecho con el trabajo de mantenimiento que realiza?					
8	¿Cree Ud. que el costo de mantenimiento se ha reducido?					
Vd : EFECTIVIDAD GLOBAL DE LOS EQUIPOS		NUNCA	POCAS VECES	A VECES	FRECUEN TEMENTE	SIEMPRE
		1	2	3	4	5
<b>Dimensión: Disponibilidad</b>						
9	¿Colabora con el cuidado de los equipos y de las instalaciones?					
10	¿Inmediatamente da aviso al ingeniero supervisor de cualquier anomalía que presente los equipos?					
<b>Dimensión: Rendimiento</b>						
11	¿Realiza Ud. el proceso de inspección técnica vehicular con rapidez y buen uso de los equipos?					
12	¿Considera Ud. ¿Que los programas de capacitación son los más adecuados para el tipo de mantenimiento ejecutado?					
<b>Dimensión: Calidad</b>						
13	13. ¿Realiza su trabajo con rapidez para dar un buen servicio a los usuarios?					
14	¿El servicio de revisión técnica vehicular que brinda la empresa, es de calidad?					
15	¿Cree Ud. ¿Que los clientes se van satisfechos por el nivel de calidad en el servicio?					

¡Muchas gracias por su colaboración!

## **Anexo 4: CARTA**

*Callao, 2 de noviembre del 2017*

*Señor:*

**Mg. José Cabrejos Burga**

*Maestría en Gerencia del Mantenimiento*

*Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía*

*Universidad Nacional del Callao*

*Presente.* -

**Asunto:** *Validación de instrumentos*

*Distinguido magister:*

*Es un honor dirigirme a usted, saludarlo y expresarle mi aprecio e informarle que como alumno del ciclo taller de la Maestría en Gerencia del Mantenimiento de la Universidad Nacional del Callao, estoy elaborando la tesis titulada **“PROGRAMA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PARA MEJORAR LA EFECTIVIDAD GLOBAL DE LOS DE LOS EQUIPOS DE UNA PLANTA DE REVISIONES TÉCNICAS VEHICULARES EN LA PROVINCIA DE HUAROCHIRÍ”**, por tal motivo solicito su opinión profesional y científica, validando según corresponda los instrumentos que forman parte integrante del presente expediente.*

*Gracias por su gentileza y valioso aporte a la investigación científica.*

*Atentamente,*

*Angel David Alarcón Apaza*

**Anexo 5: INSTRUMENTO DE OPINIÓN DE EXPERTOS**

**DATOS GENERALES:**

Apellidos y nombres del Informante	Cargo e institución donde labora	Nombre del instrumento	Autor(a) (es) del Instrumento
Mg. JOSÉ CABREJOS BURGA	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO	ESCALA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PARA MEJORAR LA EFECTIVIDAD GLOBAL DE LOS EQUIPOS	ANGEL DAVID ALARCÓN APAZA
<b>Título del estudio: PROGRAMA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PARA MEJORAR LA EFECTIVIDAD GLOBAL DE LOS DE LOS EQUIPOS DE UNA PLANTA DE REVISIONES TÉCNICAS VEHICULARES EN LA PROVINCIA DE HUAROCHIRÍ</b>			

**ASPECTOS DE VALIDACIÓN:**

Coloque el porcentaje, según intervalo.

INDICADORES	CRITERIOS	DEFICIENTE				REGULAR				BUENA				MUY BUENA				EXCELENTE				SUB TOTAL
		0-20%				21-40%				41-60%				61-80%				81-100%				
		0	6	1	16	2	2	3	36	4	4	5	56	6	6	7	76	8	8	9	96	
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.																					
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas o actividades, observables en una organización.																					
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología.																					
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica coherente.																					
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos (indicadores, sub escalas, dimensiones) en cantidad y calidad.																					
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar la influencia de la VI en la VD o la relación entre ambas, con determinados sujetos y contexto.																					
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico -científicos.																					
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.																					
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.																					
<b>PROMEDIO</b>																						

**Procede su Aplicación**

**OPINIÓN DE APLICABILIDAD: Procede su aplicación previo levantamiento de las observaciones que se adjuntan**

**No procede su aplicación**

2 / 11 / 2017			
Lugar y fecha	DNI. N°	Firma del experto	Teléfono

**OBSERVACIONES**

**1.** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**2.** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**3.** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**4.** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**5.** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**FECHA: 3/11/2017**

\_\_\_\_\_  
**Firma del experto**

