



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE MECÁNICA**  
**CARRERA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL**

**“APLICACIÓN DE LAS 5S Y MEJORA CONTINUA EN EL  
LABORATORIO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE LA  
FACULTAD DE MECÁNICA.”**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL**

**AUTORES:**

**RONNY PAUL RAMOS AVEROS**

**MARCOS ISRAEL GARCIA PAREDES**

Riobamba – Ecuador

2023



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE MECÁNICA**  
**CARRERA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL**

**“APLICACIÓN DE LAS 5S Y MEJORA CONTINUA EN EL  
LABORATORIO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE LA  
FACULTAD DE MECÁNICA.”**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL**

**AUTORES: RONNY PAUL RAMOS AVEROS**

**MARCOS ISRAEL GARCIA PAREDES**

**DIRECTOR: ING. FÉLIX ANTONIO GARCÍA MORA**

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, Ronny Paul Ramos Averos y Marcos Israel García Paredes

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Nosotros, Ronny Paul Ramos Averos y Marcos Israel García Paredes, declaramos que el presente Trabajo de Integración Curricular es de nuestra autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autores asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 01 de junio de 2023



---

Ronny Paul Ramos Averos  
C.I: 020215292-2

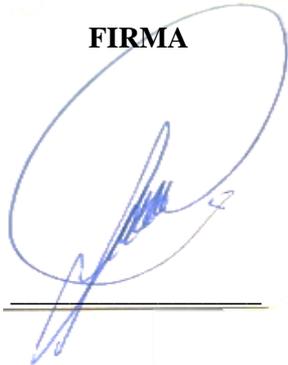
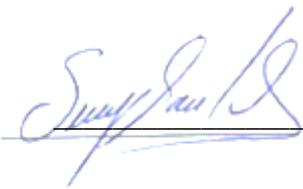


---

Marcos Israel García Paredes  
C.I: 180376970-0

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE MECÁNICA.**  
**CARRERA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL**

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto Técnico, **APLICACIÓN DE LAS 5S Y MEJORA CONTINUA EN EL LABORATORIO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE LA FACULTAD DE MÉCANICA**, realizado por los señores: **RONNY PAUL RAMOS AVEROS y MARCOS ISRAEL GARCÍA PAREDES**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Marco Antonio Ordoñez Viñán <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2023-06-01
Ing. Félix Antonio García Mora <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2023-06-01
Ing. César Marcelo Gallegos Londoño <b>ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2023-06-01

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de integración curricular a Dios, quien cuida cada paso que doy. A mi padre, mi madre, y mi hermano por ser mi eterna inspiración.

Ronny

A Dios por darme la vida y la oportunidad de cumplir con éxito esta etapa de mi vida, a mi madre, por brindarme ese apoyo incondicional a lo largo de mi carrera y enseñarme a luchar por mis objetivos y que todo esfuerzo tiene su recompensa, a mi padre, por ser la inspiración para mejorar cada día, a mi novia, por brindarme ese amor y fuerza para seguir adelante y finalmente a mi familia que me han ofrecido el amor y la calidez en cada circunstancia de mi vida.

Marcos

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por no dejar que se apague la llama en mi interior, a mi padre y mi madre por su apoyo e incansable esfuerzo para que yo logre todas mis metas. A mis maestros, especialmente al Ing. Félix García y Ing. Cesar Gallegos tutor y asesor de mi trabajo de titulación, por brindarme sus conocimientos. A mí ESPOCH por darme la oportunidad de formarme en sus aulas.

Ronny

A Dios, a mi madre, docentes, amigos y familia, que forman parte del crecimiento personal de mi diario vivir, quedo muy profundamente agradecido ya que me ayudaron en mi desarrollo personal y profesional y este logro es gran parte gracias a ustedes por sus enseñanzas, valores, consejos, fortaleza y perseverancia que hacen que me siga esforzando cada día.

Marcos

## INDICE DE CONTENIDO

INDICE DE TABLAS.....	xi
INDICE DE ILUSTRACIONES.....	xii
INDICE DE ANEXOS .....	xiv
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	xv
RESUMEN.....	xvi
SUMMARY .....	xvii
INTRODUCCIÓN .....	1

### CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA .....	3
1.1. Planteamiento del problema. ....	3
1.2. Justificación.....	3
1.3. Objetivos.....	4
1.3.1. <i>Objetivo general</i> .....	4
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	4

### CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Lean Management .....	5
2.2. Generalidades de las 5S.....	6
2.3. Herramientas para la implementación de las 5S .....	7
2.4. Objetivos de las 5S .....	8
2.5. Obstáculos para la implementación de las 5S .....	8
2.6. Factores de éxito en la implantación de las 5S .....	9
2.7. Plan maestro para la implementación de las 5S.....	10
2.8. Análisis de situación inicial.....	10
2.9. Actividades .....	10
2.9.1. <i>Seiri (Eliminar)</i> .....	10
2.9.2. <i>Seiton (Orden)</i> .....	12
2.9.3. <i>Seiso (Limpiar)</i> .....	13
2.9.4. <i>Seiketsu (Estandarizar)</i> .....	14
2.9.4.1. <i>Iluminación</i> .....	14

2.9.5.	<i>Sitsuke (Disciplina)</i> .....	18
2.10.	<b>Beneficios de la aplicación de las 5S</b> .....	19
2.11.	<b>Mejora continua</b> .....	19
2.11.1.	<i>Requisitos para la mejora continua</i> .....	20
2.11.2.	<i>Implementación de la mejora continua</i> .....	20
2.11.3.	<i>Evaluación</i> .....	20
2.12.	<b>Ciclo Deming</b> .....	21
2.12.1.	<i>Planificar</i> .....	21
2.12.2.	<i>Hacer</i> .....	22
2.12.3.	<i>Verificar</i> .....	22
2.12.4.	<i>Actuar</i> .....	23
2.13.	<b>Norma ISO 14224</b> .....	23
2.14.	<b>Gestión de activos</b> .....	24

### CAPÍTULO III

3.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	25
3.1.	<b>Ubicación del Laboratorio de Mantenimiento Correctivo</b> .....	25
3.2.	<b>Análisis del estado de situación inicial del Laboratorio de Mantenimiento Correctivo</b> .....	25
3.3.	<b>Mejora continua</b> .....	29
3.4.	<b>Planear</b> .....	29
3.4.1.	<i>Identificación del problema</i> .....	29
3.4.2.	<i>Objetivos por alcanzar con la metodología de las 5S</i> .....	30
3.4.3.	<i>Situación inicial del Laboratorio de Mantenimiento Correctivo con el Diagrama de Ishikawa.</i> .....	30
3.4.4.	<i>Priorización de causas</i> .....	30
3.4.5.	<i>Plan de acción</i> .....	31
3.5.	<b>Identificación de puestos de trabajo</b> .....	32
3.5.1.	<i>Mesas de trabajo</i> .....	32
3.5.2.	<i>Mesa con herramientas mecánicas</i> .....	33
3.5.3.	<i>Módulos de extracción de rodamientos.</i> .....	33
3.5.4.	<i>Mesa de metrología</i> .....	34
3.5.5.	<i>Estantería.</i> .....	34
3.5.6.	<i>Módulo de desgaste de rodamientos</i> .....	35
3.5.7.	<i>Módulo de engranajes</i> .....	35
3.5.8.	<i>Material didáctico</i> .....	36

3.5.9.	<i>Módulos de transmisión</i>	36
3.6.	<b>Hacer</b>	37
3.6.1.	<i>Etapa de eliminación</i>	37
3.6.1.1.	<i>Procedimiento de implementación de tarjetas rojas</i>	37
3.6.1.2.	<i>Procedimiento de implementación de tarjetas verdes.</i>	38
3.6.2.	<i>Etapa de orden</i>	38
3.6.3.	<i>Etapa de limpieza</i>	39
3.6.3.1.	<i>Material usado para la corrección de la entrada de suciedad.</i>	39
3.6.4.	<i>Etapa de estandarización</i>	43
3.6.4.1.	<i>Iluminación del laboratorio.</i>	43
3.6.4.2.	<i>Señalización.</i>	45
3.6.5.	<i>Etapa de disciplina</i>	49
3.7.	<b>Verificar</b>	49
3.8.	<b>Actuar</b>	49

#### CAPÍTULO IV

4.	<b>ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.</b>	50
4.1.	<b>Aplicación de la 1a S - Seiri</b>	50
4.2.	<b>Aplicación de la 2a S - Seiton.</b>	51
4.3.	<b>Aplicación de la 3a S - Seiso.</b>	53
4.4.	<b>Aplicación de la 4ª S - Seiketsu</b>	54
4.5.	<b>Aplicación de la 5ª S – Sitsuke</b>	56
4.6.	<b>Resultados de la metodología 5S</b>	56
4.6.1.	<i>Inventario técnico de los activos físicos a mantener</i>	57
4.6.2.	<i>Resultados del inventario técnico de sistemas y equipos</i>	58
4.6.3.	<i>Plan de mantenimiento del Laboratorio de Mantenimiento Correctivo</i>	58
4.6.3.1.	<i>Resultados de la elaboración del plan de mantenimiento.</i>	63
4.7.	<b>Señalización de seguridad</b>	64
4.8.	<b>Resultados de la mejora continua</b>	70
4.9.	<b>Análisis de costos</b>	71

#### CAPÍTULO V

5.	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.</b>	71
5.1.	<b>Conclusiones.</b>	72
5.2.	<b>Recomendaciones.</b>	72

**BIBLIOGRAFÍA**  
**ANEXOS**

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-2:</b>	Norma de señalización de las zonas de producción.....	7
<b>Tabla 2-2:</b>	Matriz de Implementación.....	12
<b>Tabla 3-2:</b>	Acciones a determinar para la implementación de la estandarización. ....	14
<b>Tabla 4-2:</b>	Niveles de iluminación medios de acuerdo con el método de lumen.....	16
<b>Tabla 5-2:</b>	Coefficientes de reflexión de paredes techo y suelo.....	17
<b>Tabla 6-2:</b>	Factor de utilización .....	18
<b>Tabla 1-3:</b>	Análisis ABC de priorización de causas.....	31
<b>Tabla 2-3:</b>	Plan de acción.....	32
<b>Tabla 3-3:</b>	Diseño de la tarjeta roja.....	38
<b>Tabla 4-3:</b>	Fuentes de suciedad.....	39
<b>Tabla 5-3:</b>	Dimensionamiento de los espacios de iluminación.....	43
<b>Tabla 6-3:</b>	Diseño y significado de indicaciones de seguridad.....	48
<b>Tabla 1-4:</b>	Registro de elementos con tarjeta roja.....	50
<b>Tabla 2-4:</b>	Tareas realizadas para la mejora del laboratorio .....	53
<b>Tabla 3-4:</b>	Elaboración del Checklist del Laboratorio de Mantenimiento Correctivo. ....	55
<b>Tabla 4-4:</b>	Inventario y codificación de equipos.....	57
<b>Tabla 5-4:</b>	Inventario y codificación de equipos.....	59
<b>Tabla 6-4:</b>	Resultados de tareas del Laboratorio de Mantenimiento Correctivo.....	63
<b>Tabla 7-4:</b>	Figuras geométricas, colores de seguridad para señales de seguridad .....	64
<b>Tabla 8-4:</b>	Propuesta de señalética de Obligación .....	65
<b>Tabla 9-4:</b>	Propuesta de señalética de Prohibición .....	66
<b>Tabla 10-4:</b>	Propuesta de señalética de Advertencia.....	67
<b>Tabla 11-4:</b>	Propuesta de señalética de Emergencia .....	67
<b>Tabla 12-4:</b>	Propuesta de señalética de Información .....	68
<b>Tabla 13-4:</b>	Resultados de la propuesta de señalética.....	69

## INDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1-2:</b>	Filosofía de Lean Management.....	6
<b>Ilustración 2-2:</b>	Procedimiento de identificación de elementos.....	11
<b>Ilustración 3-2:</b>	Criterios de implementación.....	12
<b>Ilustración 4-2:</b>	Implementación Seiso (Limpieza).....	13
<b>Ilustración 5-2:</b>	Factores de disciplina e indisciplina.....	19
<b>Ilustración 6-2:</b>	Ciclo PHVA de Deming.....	21
<b>Ilustración 1-3:</b>	Ubicación del Laboratorio de Mantenimiento Correctivo.....	25
<b>Ilustración 2-3:</b>	Estado inicial del Laboratorio.....	26
<b>Ilustración 3-3:</b>	Techo con exceso de suciedad y fisuras.....	26
<b>Ilustración 4-3:</b>	Fisuras en el exterior de las paredes.....	27
<b>Ilustración 5-3:</b>	Agujeros en las paredes.....	27
<b>Ilustración 6-3:</b>	Vidrios rotos.....	28
<b>Ilustración 7-3:</b>	Falta de iluminación.....	28
<b>Ilustración 8-3:</b>	Exceso de módulos en el laboratorio.....	29
<b>Ilustración 9-3:</b>	Diagrama de Ishikawa.....	30
<b>Ilustración 10-3:</b>	Diagrama de Pareto, análisis de causas.....	31
<b>Ilustración 11-3:</b>	Mesas de trabajo.....	32
<b>Ilustración 12-3:</b>	Mesa con herramientas mecánicas.....	33
<b>Ilustración 13-3:</b>	Módulos de extracción de rodamientos.....	33
<b>Ilustración 14-3:</b>	Mesa de metrología.....	34
<b>Ilustración 15-3:</b>	Estantería para colocar mochilas.....	34
<b>Ilustración 16-3:</b>	Módulo de desgaste de rodamientos.....	35
<b>Ilustración 17-3:</b>	Módulo de engranajes.....	35
<b>Ilustración 18-3:</b>	Material didáctico.....	36
<b>Ilustración 19-3:</b>	Módulos de transmisión.....	36
<b>Ilustración 20-3:</b>	Techo traslucido PP 3mm 2.70 x 1.2 m.....	40
<b>Ilustración 21-3:</b>	Techo Eternit.....	40
<b>Ilustración 22-3:</b>	Techo Eternit medidas.....	41
<b>Ilustración 23-3:</b>	Caballote techo Eternit.....	41
<b>Ilustración 24-3:</b>	Sellador de filtraciones (Choba).....	41
<b>Ilustración 25-3:</b>	Masilla gris.....	42
<b>Ilustración 26-3:</b>	Señal de precaución.....	46
<b>Ilustración 27-3:</b>	Señal de condición segura.....	47
<b>Ilustración 28-3:</b>	Señal de equipo contra incendios.....	47

<b>Ilustración 29-3:</b> Señal complementaria.....	48
<b>Ilustración 1-4:</b> Etiquetado de los elementos con tarjetas rojas.....	51
<b>Ilustración 2-4:</b> Demarcación de los lugares de trabajo .....	52
<b>Ilustración 3-4:</b> Ubicación del Laboratorio de Mantenimiento Correctivo .....	52
<b>Ilustración 4-4:</b> Espacio libre de objetos .....	54
<b>Ilustración 5-4:</b> Señalización del laboratorio.....	56
<b>Ilustración 6-4:</b> Activos del Laboratorio .....	58

## **INDICE DE ANEXOS**

- ANEXO A:** LIMPIEZA, PINTADO Y CAMBIADO DE TECHO
- ANEXO B:** LIMPIEZA, SELLADO, HUECOS Y PINTADO DE PAREDES
- ANEXO C:** CAMBIO DE VIDRIOS
- ANEXO D:** PINTADO DE ESTRUCTURA INTERNA
- ANEXO E:** REPARACION DE PISO
- ANEXO F:** SEÑALIZACIÓN DE LA UBICACIÓN DE LOS MÓDULOS
- ANEXO G:** COLOCACIÓN DE RÓTULO
- ANEXO H:** COLOCACIÓN DE SEÑALETICA DE SEGURIDAD
- ANEXO I:** COLOCACIÓN DE EQUIPO DIDÁCTICO
- ANEXO J:** COLOCACIÓN DE LAMPARA DE SEGURIDAD
- ANEXO K:** COLOCACIÓN DE LAMPARAS DE ILUMINACIÓN
- ANEXO L:** MANTENIMIENTO DEL COMPRESOR
- ANEXO M:** ELIMINACIÓN DE OBJETOS
- ANEXO N:** COLOCACIÓN DE PISTOLAS DE AÍRE
- ANEXO O:** DISEÑO DE MEJORA CONTINUA
- ANEXO P:** FORMATO DE SEGURIDAD
- ANEXO Q:** FORMATO DE CALIDAD
- ANEXO R:** FORMATO DE NUMERO DE LABORATORIOS
- ANEXO S:** FORMATO DE TIEMPO DE RESPUESTA
- ANEXO T:** LAYOUT

## **ÍNDICE DE ABREVIATURAS**

ISO = Organización Internacional de Normalización

NTE = Instituto Ecuatoriano de Normalización

TQM = Gestión de la Calidad Total

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue la adecuación del Laboratorio de Mantenimiento Correctivo en base a las 5S y mejora continua. Para esto se realizó un análisis de situación inicial para determinar las condiciones del mismo, posteriormente se realizó la eliminación de los activos que no son necesarios, se utilizó un inventario, tarjetas rojas para determinar las herramientas que serían retirados, para la elaboración del inventario y codificación se trabajó bajo la Norma ISO-14224-2016 referente a la recolección e intercambio de datos de confiabilidad en mantenimiento de equipos dirigidos a industrias de petróleo, petroquímicas y gas natural; con la segunda S el orden de los módulos, permitió tener un fácil acceso y reducir el tiempo de búsqueda de las herramientas; la tercera S ayudó con la limpieza y reparación de la estructura, y módulos de trabajo, también se determinó las principales causas que lleva a que esté deteriorado, además se redactó un plan de mantenimiento con el fin de precautelar el laboratorio; en la cuarta S la estandarización se verificó la iluminación y la seguridad dentro del laboratorio, se trabajó bajo la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 3864-1 para los símbolos gráficos, señalética y colores de seguridad; con la quinta S se busca generar disciplina en los estudiantes. Tras el cumplimiento de las 5S se logró que el laboratorio sea un lugar idóneo de trabajo. Se determina que al aplicar la metodología de las 5S y mejora continua en el laboratorio se consigue que funcione de forma correcta y sea un sitio seguro y ordenado para trabajar. Se recomienda que se mantenga lo hecho y que siempre se busque que esté ordenado, limpio y estandarizado así se evitará que el laboratorio este sobre cargado y que ocurra accidentes.

**Palabras clave:** <METODOLOGÍA 5S>, <MEJORA CONTINUA>, <MÓDULOS DE TRABAJO>, <PLAN DE MANTENIMIENTO>, <ESTANDARIZACIÓN>.

1000-DBRA-UPT-2023



## SUMMARY

The objective of this work was the adaptation at Corrective Maintenance Laboratory based on 5S and continuous improvement. An initial situation analysis was carried out to determine the conditions of it, the elimination of the assets that are not necessary subsequently was carried out. An inventory was used, red cards to determine the tools that would be removed. For the inventory development and coding was carried out under the ISO-14224-2016 Standard regarding the collection and exchange of reliability data in maintenance of equipment aimed at the oil, petrochemical and natural gas industries; with the second S the order of the modules, allowed to have an easy access and to reduce the search time of the tools; the third S helped with the cleaning and repair of the structure, and work modules. The main causes that lead to its deterioration were also determined. In addition, a maintenance plan was drawn up in order to protect the laboratory; in the fourth S, the standardization of lighting and safety within the laboratory was verified, it was done under the Ecuadorian Technical Standard NTE INEN 3864-1 for graphic symbols, signage and safety colors; the fifth S seeks to generate discipline in students. After compliance with the 5S, the laboratory was made an ideal place of work. It is determined that by applying the 5S methodology and continuous laboratory improvement, it is possible to make it work correctly and be a safe and orderly place to work. It is recommended to maintain what has already been done and ensure keeping an orderly, clean and standardized laboratory, thus preventing it from being overloaded and accidents occurring.

**Keywords:** <5S METHODOLOGY>, <CONTINUOUS IMPROVEMENT>, <WORK MODULES>, <MAINTENANCE PLAN>, <STANDARDIZATION>.



Lic. Sandra Paulina Porrás Pumalema  
C.I. 060335706-2

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad las organizaciones deben buscar ser competitivas y experimentar mejores prácticas en sus procesos productivos. La metodología de las 5S es una filosofía de mejora continua, que aporta mejoras en el uso de recursos y en el mantenimiento de un lugar, para lo cual se busca desarrollar un plan sistemático para mantener continuamente una cultura de orden, limpieza dentro de una organización y tener mejores condiciones de trabajo. Por tanto, sabiendo que tan importante se desarrolló este proyecto que contiene principalmente lo siguiente:

En el capítulo uno se desarrolló el planteamiento del problema que es primordial para la generación del mismo, con esto se determinó cuáles eran los principales inconvenientes en el Laboratorio de Mantenimiento Correctivo y así determinar porque el Laboratorio no tiene mayor disponibilidad para los estudiantes.

En el segundo capítulo se desarrolló la conceptualización de la metodología de las 5S y mejora continua, esto se realizó ya que teniendo claro todos los términos e información se determinará como ayuda considerablemente a las actividades llevadas a cabo manualmente la aplicación de las 5S, por esta razón desarrollarlas correctamente es una obligación.

En el tercer capítulo se llevó a cabo la aplicación de la metodología de las 5s dentro del Laboratorio de Mantenimiento Correctivo, con la primera S se logra la eliminación de lo que no es necesario esto se genera en base a un inventario y a la etiquetación de cada activo con etiquetas rojas y verdes, la roja es para los equipos o elementos que van a ser retirados y la verde es para los que se van a quedar, con la segunda S se logra el orden para mejorar la producción y reducir el tiempo de búsqueda de herramientas y tener un orden de la más utilizada a la de menos frecuencia de uso, con la tercera S se consigue la limpieza para esto se determinó cuáles son las principales causas que ocasionan que el lugar de trabajo este sucio. También en esta etapa se elaboró un Plan de Mantenimiento el cual nos ayudara a preservar el laboratorio y también los activos que posee, con la cuarta S ayuda a que el laboratorio tenga la iluminación correcta y cuente con la señalética de seguridad, así como también se mejorara el entorno de trabajo, con la quinta S se consigue generar disciplina en los estudiantes que realizan las prácticas de laboratorio, para poder conservar todo lo logrado con la aplicación de las anteriores S.

El cuarto capítulo consiste en los resultados alcanzados al aplicar la metodología de las 5S, todo lo que mejoro el laboratorio para que sea un lugar de trabajo idóneo para los estudiantes.

Luego de haber culminado el desarrollo, en el quinto capítulo se describen las conclusiones y recomendaciones que se dejan establecidas para que los estudiantes que accedan al Laboratorio de Mantenimiento Correctivo mantengan un estándar de trabajo que permita el mejoramiento continuo del Laboratorio.

## **CAPÍTULO I**

### **1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA**

#### **1.1. Planteamiento del problema.**

En el Laboratorio de Mantenimiento Correctivo luego de realizar un análisis de situación inicial se ha determinado que posee una baja disponibilidad, por lo cual se encuentra inhabilitado debido a que no se ha realizado el mantenimiento respectivo, por lo tanto este espacio no ha sido utilizado durante dos años por motivos diversos, las principales causas que han generado este problema son: falta de iluminación, orden, distribución y limpieza de los diferentes equipos y herramientas que dispone, falta de señalización dentro del laboratorio, deterioro de la infraestructura, ausencia de un ambiente adecuado para la correcta impartición de las prácticas a los estudiantes.

#### **1.2. Justificación**

La metodología 5S consiste en la ejecución de cinco actividades que funcionan de manera enlazada y coordinada; los tres primeros son operativos, el cuarto pilar ayuda a mantener el estado alcanzado en las fases anteriores mediante la normalización de la práctica y el quinto permite convertir la práctica en el hábito.

A partir de la aplicación de la metodología de las 5S y mejora continua en el Laboratorio de Mantenimiento Correctivo se marcará un antes y un después, ya que se inicia por clasificar todos los activos que posee el laboratorio para posteriormente ordenar de manera correcta cada activo en el lugar establecido para cada uno, generando mayor espacio y disponibilidad de los módulos y herramientas para el desenvolvimiento de los estudiantes, también se logrará generar que los lugares de trabajo estén siempre limpios ya que esto es clave, por lo que si un lugar de trabajo esta sucio y desordenado puede llegar a causar accidentes. El cuarto pilar es la estandarización que integra a un estado de normalización de los tres procesos anteriores ya que aquí se trabaja en el diseño de formatos que permitan asegurar el desarrollo efectivo del proceso, de esta manera nos permitirá controlar y regular actividades, y, por último, la disciplina porque que nos ayudará a generar esos buenos hábitos dentro del Laboratorio de Mantenimiento Correctivo. Además, la colocación de controles visuales ayuda a la disciplina ya que si las señales visuales están bien hechas los estudiantes tienden a respetarlas.

Por otra parte, con la mejora continua se planificará las actividades que se llevarán a cabo para la restauración del laboratorio para luego pasar a formar un plan de acción, y luego ejecutar todas las acciones que se han tomado en cuenta, y así poder evaluar la eficiencia de las acciones llevadas a cabo dentro del laboratorio, y una vez finalizado este proceso se verificará los resultados obtenidos y comparar un antes y después de cómo estaba el Laboratorio de Mantenimiento Correctivo.

### **1.3. Objetivos**

#### ***1.3.1. Objetivo general***

Aplicar las 5S y la mejora continua al Laboratorio de Mantenimiento Correctivo de la Facultad de Mecánica.

#### ***1.3.2. Objetivos específicos***

Establecer el estado de situación inicial del Laboratorio de Mantenimiento Correctivo de la Facultad de Mecánica.

Estudiar las acciones de mejora para la aplicación de las 5S en el Laboratorio de Mantenimiento Correctivo de la Facultad de Mecánica.

Ejecutar las acciones de mejora con la metodología de las 5S en el Laboratorio de Mantenimiento Correctivo de la Facultad de Mecánica.

Verificar los resultados obtenidos al aplicar la metodología de las 5S y mejora continua en el Laboratorio de Mantenimiento Correctivo de la Facultad de Mecánica.

.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Lean Management

El Lean Management es un concepto que ayuda a la organización a conseguir una "forma delgada". Esta reducción de peso significa la reducción de los residuos y los recursos utilizados en la producción de bienes y en los servicios (Jakonis 2012, Parkes 2014). Así que, en ese sentido, la organización se adelgaza, no tiene cargas innecesarias y es más flexible y eficaz en sus acciones de producción o generación de bienes.

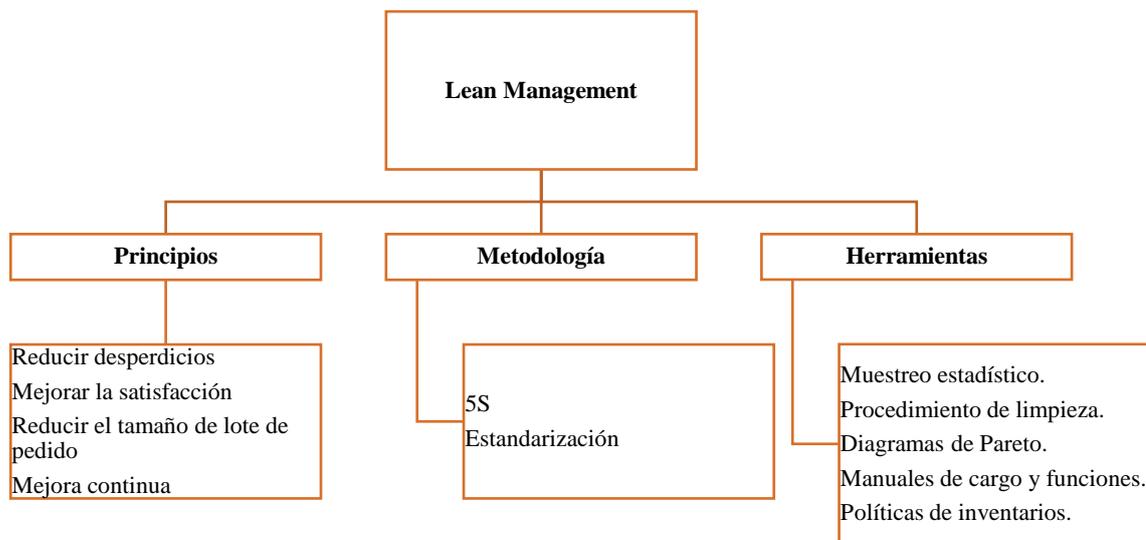
El Lean Management fue desarrollado en Japón, en las plantas de Toyota, y luego copiado por organizaciones de todo el mundo debido a su gran impacto que tuvo dentro y el desarrollo que generó el mismo. Sin embargo, a pesar de que los orígenes de Lean Management se basan en el círculo cultural japonés, muchos de los elementos fueron tomados de otros sistemas de control de la producción, por ejemplo, del concepto TQM o de la organización de la producción en las plantas de H. Ford (Parkes 2015).

Existen tres recursos muy importantes dentro de un sistema productivo donde se puede evidenciar el desperdicio:

- **Materiales:** corresponde a productos que se encuentran estáticos o en espera de un proceso.
- **Personal:** se enfoca en las pérdidas de tiempo en actividades que no aportan valor al producto, por ejemplo, buscando, trasladando, etc.
- **Máquinas y herramientas:** subutilizadas, debido a que se los utiliza para productos o pedidos no planificados.

La filosofía Lean Management evalúa el valor añadido que se da a los productos o servicios incluyendo sus procesos, qué es el valor añadido, el valor añadido es todo aquello que añade funcionalidad al producto o servicio y que el cliente está dispuesto a pagar. (Lemache, 2019, pp. 8-9)

En la Ilustración 1-2 se demuestra cómo es la filosofía que maneja el Lean Management sus principios metodologías y herramientas las cuales ayudan a su correcta implementación.



**Ilustración 1-2:** Filosofía de Lean Management

Fuente: (C. De & de Titulación, n.d.)

Realizado por: Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

**2.2. Generalidades de las 5S**

Por el cambio de una industria, empresas o lugares de trabajo se requiere la implantación de metodologías como es el caso de las 5S los cuales ayudan a administrar los lugares de una forma ordenada y con lo que es justo y necesario para trabajar, también esto se implementa por seguridad ya que un lugar ordenado es más improbable de que ocurra accidentes dentro del mismo.

Las 5S es una perspectiva y la forma de organizar, administrar el puesto de trabajo y el flujo de procesos de una empresa para mejorar su rendimiento actual mediante la reducción de lo innecesario. Esta técnica se utilizó por primera vez a principios de 1980 en Japón para Toyota *Production System* (TPS). Esta es una herramienta muy eficaz y útil, particularmente en una empresa que recién comienza a avanzar en una cultura del desarrollo continuo.

Por otra parte, una empresa que no ha adoptado la metodología 5S está cubierta de cosas innecesarias que ocupan mucho espacio y dificulta realizar cualquier actividad de manera correcta. Las herramientas y equipos están ubicados en lugares desconocidos; en donde algunas herramientas de alta precisión están ubicadas, pero no se conservan. Cuando se necesita una herramienta específica, puede ser difícil encontrarla.

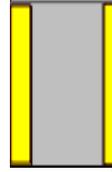
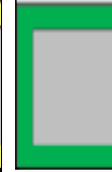
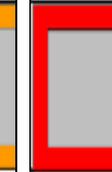
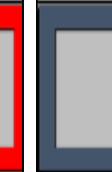
La implementación de la metodología 5S es una técnica de progreso para crear un plan para mejorar la productividad, eliminar acciones inútiles y mejorar en general toda la empresa. (Hussain, 2019, pp.1960-1961)

### 2.3. Herramientas para la implementación de las 5S

La auditoría de las 5S es una herramienta estándar utilizada para la revisión y verificación periódica o permanente del método de las 5S.

El desarrollo, la aplicación y el seguimiento continuo de la implementación de las 5S es responsabilidad de la dirección encargada del lugar donde se va a aplicar no del auditor, tras la evaluación minuciosa de una auditoría de 5S, se puede determinar si la situación del lugar a mejorado o a empeorado con respecto a la auditoría anterior, otra herramienta utilizada para aplicar la metodología de las 5S es una hoja estándar creada para ser utilizada en marcar las áreas de producción (Filip y Marascu-Klein, 2015, p.2-3)

**Tabla 1-2:** Norma de señalización de las zonas de producción.

Rol	Delimitaciones	Delimitación de las áreas de almacenamiento o de las partes de procesamiento	Delimitación a las áreas de almacenamiento o de piezas acabadas	Delimitación a las áreas de almacenamiento o de piezas de recambio.	Delimitación a las áreas de almacenamiento o de piezas de rechazadas	Delimitación a áreas de almacenamiento o de carros, cajas, dispositivos, vagones.	Delimitación a las áreas de almacenamiento o de productos de desecho.	Delimitación a las zonas peligrosas	Delimitación a las áreas de zonas de los extintores
Marcación según Colores									

Fuente: (Filip & Marascu-Klein, 2015)

Realizado por: Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

La implementación de las 5S supone establecer unas tareas y responsabilidades para el equipo involucrado ya sea el personal administrativo como el personal que labora dentro de la planta y su estación de trabajo y el encargado o delegado para el cumplimiento de las actividades especificada del proceso.

## **2.4. Objetivos de las 5S**

- Preparar el catálogo de normas 5S y aplicar las normas.
- Establecer tareas y responsabilidades claras para el equipo de 5S y el experto en la metodología.
- Informar al equipo sobre las tareas y responsabilidades establecidas.
- Formar al capataz y el jefe de taller sobre la aplicación de las normas 5S.
- Realizar la auditoría de las 5S de acuerdo con la norma establecida.
- Desarrollar y mejorar continuamente los procesos y puestos de trabajo.
- Redactar el formulario de estandarización del proceso de trabajo.
- Realizar la confirmación de los procesos de los puestos de trabajo según el formulario de estandarización elaborado.
- Actualizar permanente del catálogo de normas 5S.

## **2.5. Obstáculos para la implementación de las 5S**

- La falta de liderazgo es sólo uno de los malentendidos o errores comunes llevados a cabo en la gestión de las 5S (Lixia y Bo, 2008). Grier (2008) sostiene que la resistencia al cambio es un reto importante a la hora de implantar y mantener un sistema de 5S. Becker (2001) ha identificado que las barreras más significativas en la implantación del programa 5S son la falta de mejora de las líneas de comunicación y la falta de participación de los empleados. Eocha (2000), Warwood y Knowles (2004), y Ablanedo-Rosas et al. (2010) han identificado los siguientes obstáculos en el camino del éxito de la técnica de las 5S en la organización.(Randhawa & Ahuja, 2017)
- Falta de compromiso de la alta dirección.
- Escaso interés de la alta gerencia en el programa de las 5S.
- Falta de claridad del propósito de la implementación de las 5S.
- Falta de entusiasmo y motivación de los trabajadores hacia las 5S.
- Falta de impulso, visión y principios rectores de las 5S.
- La falta de integración de las iniciativas de las 5S con otras iniciativas de mejora de la calidad y objetivos y políticas de la organización.
- La falta de comunicación entre los empleados de la organización.
- Falta de aplicación del plan, hacer, comprobar, actuar (PDCA) en la implantación de las 5S. (Suárez-Barraza y Ramis-Pujol, 2012)
- Incapacidad de la dirección para convencer a los empleados de que las mejoras derivadas de las 5S son verdaderas o se mantendrán y ayudarán a generar una mejora

dentro del entorno de trabajo y en su rendimiento. (Radnor, 2010).

- Relaciones industriales tensas con los sindicatos y los empleados que afectan gravemente a la aceptación de la dirección para llevar a cabo iniciativas de mejora.
- Falta de control y empoderamiento en el lugar de trabajo.
- Incapacidad de la dirección para convencer a todos los empleados de que las 5S están ahí para quedarse y no son el eslogan de la semana o del mes.
- Escaso espíritu de equipo entre los empleados de la organización.
- Baja disponibilidad de recursos o recursos restringidos.
- Escasa cooperación entre los departamentos (Ikuma y Nahmens, 2014).
- La exigencia de una elevada inversión financiera es un factor de reticencia a la hora de adoptar las 5S.
- La escasa actitud de los empleados.
- Colisión del nivel de posición del empleado en la organización.
- Formación inadecuada de los empleados en todos los niveles de la organización.
- Actualización y evaluación adecuadas de la formación de los empleados.

## **2.6. Factores de éxito en la implantación de las 5S**

Los factores más exitosos para la correcta implementación de las 5S son los siguientes:

- El fuerte apoyo y compromiso de la alta dirección es el factor de éxito más esencial para la implantación de las 5S en cualquier organización.
- También es importante crear un entorno de aprendizaje positivo de la metodología de las 5S para que se entienda la importancia en una organización con la ayuda de campaña de promoción, conferencias, presentaciones y debates para la mejora y desarrollo.
- Las organizaciones deben desarrollar un vínculo estratégico de la metodología de las 5S con otras iniciativas de problemas y de mejora de la calidad y considerar las 5S como parte de una política y plan estratégico de la organización.
- Es necesario que la alta dirección de las organizaciones cree un entorno de confianza y una comunicación abierta con los sindicatos para mejorar las relaciones laborales.
- La alta dirección debe conseguir que todos los empleados acepten que las 5S son un círculo virtuoso para la organización y deben seguirlas.
- El programa 5S debe incluir un enfoque Kaizen de pequeños cambios incrementales para adaptar a los empleados a los cambios con poca perturbación.
- La formación de equipos, la mejora de la comunicación entre los distintos

departamentos, la implicación de todos los empleados, desde la cúpula hasta el taller, la cultura autónoma y las actividades Kaizen son factores críticos para el éxito de la implantación del programa 5S en una organización.

- La organización debe desarrollar y demostrar una guía detallada de las 5S o programa de implantación que indique el modo en que se implantarán, evaluarán e institucionalizarán las 5S.
- Los equipos de 5S deben estar formados y motivados para trabajar como equipos de trabajo autodirigidos ser expertos en la resolución de problemas, además de su trabajo habitual. (Randhawa & Ahuja, 2017)

## **2.7. Plan maestro para la implementación de las 5S**

El plan maestro consiste en un escrito donde se va a detallar las estrategias a tomar dentro de un proceso, donde se especificará todo lo que involucre a la realización de las actividades, como por ejemplo los recursos, personal que va a estar a cargo, etc. Un plan maestro es indispensable para la implementación de la metodología de las 5S y debe considerar los siguientes aspectos para la implementación:

## **2.8. Análisis de situación inicial**

Se valora y se identifica como se encuentra todo lo que esta con alguna falla o defecto para luego cambiar o mejorarlo. Para esto se deberá tener como referencia como se encontró al inicio mediante fotos de las partes afectadas y cuantificas aspectos importantes como materiales que no son para ese lugar o están defectuosos, para esto se puede utilizar las auditorias 5S. (P. De et al., n.d.)

## **2.9. Actividades**

Las principales actividades que conforman la mejora continua son: eliminar, ordenar, limpieza, estandarizar y la disciplina, las cuales se detallaran con más información a continuación.

### **2.9.1. Seiri (Eliminar)**

Está vinculado a los espacios de trabajo, en donde los empleados seleccionan lo necesario e identifican las herramientas y equipos que no funcionan, con la finalidad de que los espacios se encuentren libres de piezas, documentos, muebles, herramientas rotas, máquinas obsoletas, desechos, entre otros artículos, que impiden la realización de cualquier tarea, para ello el

colaborador debe analizar qué cosas ya no va a necesitar y colocar una etiqueta roja que permite identificar que se va a desechar, posteriormente se envían a un almacén donde se clasifican en dos partes: las cosas que pueden ser utilizadas en otra actividad y las que se desechan automáticamente en la basura. (Zubia et al., 2018: pp.99-100)

La aplicación de la seiri se realiza gradualmente empezando por:

- Si hay cosas innecesarias en el lugar de trabajo que causan la mezcla del producto y las herramientas que deben ser separadas.
- Si hay artículos que no se necesitan en un lugar, deben devolverse al lugar original.
- Asegurarse de que el equipo está en su sitio, el equipo en la planta de producción también debe estar en el lugar donde debe estar.
- Dar tarjeta roja a los artículos innecesarios y tarjeta verde a los artículos que aún son necesarios.
- Seiri se hace decidiendo el producto o la herramienta que se necesita para terminar el trabajo de forma eficiente y eficaz. Si el equipo o los bienes se consideran importantes para el trabajo entonces se marca con "Tarjeta Verde" y si ya no se necesitan, se marcan con "Tarjeta Roja".
- Una vez marcados todos los equipos o bienes, el siguiente paso es retirar el equipo o los artículos con la etiqueta de Tarjeta Roja.(Rizkya et al., 2019: pp.2-3)

En la Ilustración 2-2 se muestra como identificar los elementos que no son necesarios para un lugar de trabajo o una organización dentro de empresas o industrias, también demuestra cómo se debe etiquetar cada uno.



**Ilustración 2-2:** Procedimiento de identificación de elementos.

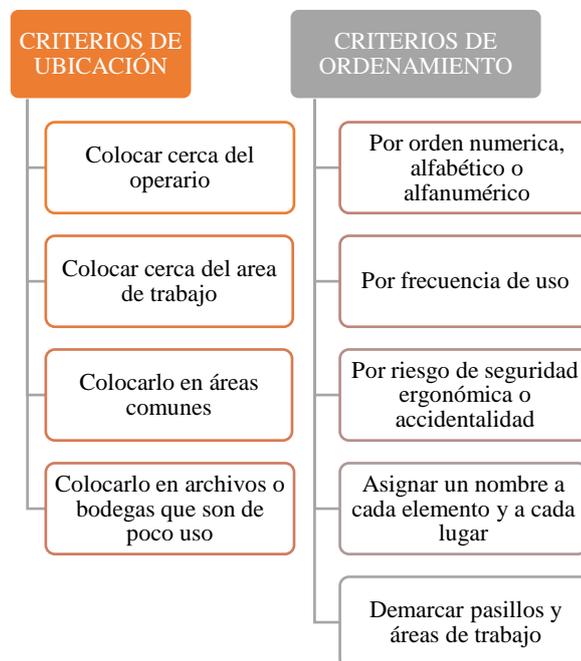
**Fuente:** (Sierra et al., 2017: pp.414-421)

**Realizado por:** Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

### 2.9.2. *Seiton (Orden)*

Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar, la finalidad de esta etapa es reducir al máximo el tiempo destinado para la búsqueda de cosas, herramientas o materiales que vayamos a utilizar para realizar cualquier actividad. Luego de haber eliminado todo lo innecesario se procede a la organización de lo que no se etiquetó para ser desechado, para esto es muy importante identificar el grado de utilidad y la frecuencia de uso, esto nos ayudará a determinar el lugar más adecuado para su colocación consiguiendo así la disminución del tiempo de búsqueda. (Serrano, 2022, p.15)

En la Ilustración 3-2 se demuestra los criterios de ubicación y criterios de ordenamiento.



**Ilustración 3-2:** Criterios de implementación.

**Fuente:** (Sierra et al., 2017: pp.414-421)

**Realizado por:** Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

**Tabla 2-2:** Matriz de Implementación

PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN
Haga un estudio para aprovechar los espacios
Ubique los letreros que sean necesarios, que sean visibles y entendibles:
Indicadores de ubicación.
Indicadores de cantidad.
Nombre de las áreas de trabajo.
Localización de stocks.
Lugar de almacenaje de equipos.

Disposición de máquinas.
Puntos de limpieza y seguridad.
Otros que considere.
Tenga solo un número adecuado de archiveros, anaqueles o repisas.
No deje a la vista alambres ni cajas eléctricas abiertas.
Tenga solo las herramientas y materiales de trabajo necesarias.
Ubique las herramientas y materiales en un lugar limpio y en el orden en que las utilice.
Que los elementos estén protegidos contra deterioro, como oxidación, golpes, o contaminarse.

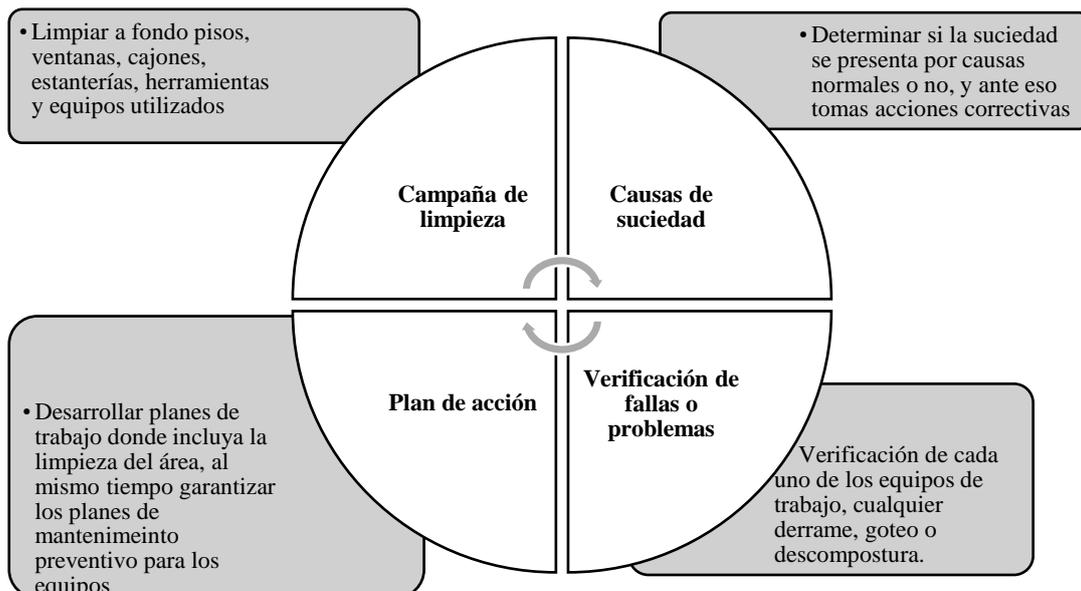
**Fuente:** (Sierra et al., 2017: pp.414-421)

**Realizado por:** Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

### 2.9.3. Seiso (Limpiar)

Corresponde a la limpieza y su objetivo es que las cosas almacenadas se encuentren en perfectas condiciones, además se realiza una inspección de los materiales eliminando los factores de contaminación que producen suciedad y deterioro de las cosas que pueden llegar a causar accidentes, además un lugar de trabajo limpio brinda un aspecto visual agradable y ayuda a identificar facilidad al momento que se produzca alguna falla de alguna herramienta, máquina, instalaciones e infraestructura. (Cárdenas, 2018, pp. 63-64)

En la Ilustración 4-2 se muestra el ciclo que se lleva a cabo para la limpieza de un lugar de trabajo dentro de una empresa, industria o cualquier lugar al que se vaya orientado el aplicar esta metodología.



**Ilustración 4-2:** Implementación Seiso (Limpiar)

**Fuente:** (Sierra et al., 2017: pp.414-421)

**Realizado por:** Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

#### 2.9.4. *Seiketsu (Estandarizar)*

Estandarizar es establecer mediante normas, reglamentos o procedimientos, para lograr un resultado específico. Esta es la fase que nos ayuda a mantener los logros alcanzados al aplicar las tres primeras S, consiste en distinguir fácilmente entre situaciones normales y anormales mediante normas simples y claras para todos. Además, se logra mantener un ambiente saludable y limpio libre de riesgos físicos, químicos y mecánicos siempre y cuando el personal utilice los equipos de protección para cuidar su integridad, pero sin un proceso para mantener los logros previamente alcanzados, el lugar de trabajo puede volver a tener elementos que no son necesarios y se pierda la limpieza lograda con nuestras acciones. (Miyashiro, 2017, pp. 28-30)

**Tabla 3-2:** Acciones a determinar para la implementación de la estandarización.

<b>ESTANDARIZACIÓN</b>
<b>ACCIONES DE LA ORGANIZACIÓN</b>
Mantener una iluminación adecuada de las instalaciones
Mantener control del ruido o proporcionar tapones auditivos
Eliminar los olores indeseables, sobre todo los tóxicos y el humo o polvo a través de una buena ventilación o sistemas de filtrado
Mantener la temperatura y la ventilación adecuada
Proporcionar equipo de seguridad y protección adecuado
Mantener en condiciones de higiene los servicios comunes: comedor, baños, casilleros, utensilios, vestidores, áreas para descanso, etc.
Adecuar la ergonomía del mobiliario, equipo de instalaciones de trabajo

**Fuente:** (Sierra et al., 2017: pp.414-421)

**Realizado por:** Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

##### 2.9.4.1. *Iluminación*

La iluminación en esta etapa es parte esencial porque un lugar de trabajo bien iluminado genera seguridad.

- **Flujo Luminoso**

La unidad de medida es el lumen (lm), se refiere a la fracción de energía primaria emitida desde una fuente que percibe el ojo humano como brillo luminoso que se irradia al espacio en unidades de tiempo. (Lima Velasco, 2009, p.102)

La ecuación que permite estimar el flujo luminoso total se fija en función a la superficie, nivel de iluminación media, factor de mantenimiento y utilización, como indica la ecuación número 1.

$$\Phi_T = \frac{E_m * ab}{F_m * F_U} \quad (1)$$

Donde

$\Phi_T$  = Flujo luminoso total

a = Ancho del local

b = Es la longitud del local

$E_m$  = Nivel de iluminación medio

$F_m$  = Factor de mantenimiento

$F_U$  = Factor de utilización

- **Intensidad luminosa**

La intensidad se mide en unidades de lux que hace referencia a como se reparte de forma pareja un lumen sobre 1 metro cuadrado de superficie. (Lima Velasco, 2009, p.108)

$$I = \frac{\Phi}{\omega} \quad (2)$$

Donde:

$\Phi$  = Flujo luminoso

$\omega$  = Ángulo de incidencia

- **Rendimiento luminoso**

El rendimiento luminoso se puede definir a partir de su expresión matemática que es el flujo luminoso total dividido para la potencia eléctrica de consumo de una determinada fuente de energía luminosa. (Conejo 2018, p.289)

$$n = \frac{\Phi}{P} \quad (3)$$

Donde:

$\Phi$  = Flujo luminoso

P = potencia de consumo de la fuente de energía

- **Método de lumen**

Existe diversas técnicas para determinar este valor, sin embargo, el más utilizado es el método de lumen, este procedimiento proporciona una serie de parámetros que se deben determinar previo al cálculo final, a continuación, se detalla los pasos a seguir:

- Dimensionar el espacio a iluminar
- Establecer el nivel de iluminación recomendado de acuerdo con la actividad a realizar en dicha zona, estos datos se encuentran tabulados.
- Elegir el tipo de lámpara acorde al lugar de trabajo.
- Realizar el cálculo del índice de local empleando la fórmula adecuada.
- Fijar los coeficientes de reflexión de paredes, techos y suelo detallados en tablas.
- Escoger el factor de mantenimiento de acuerdo con las características de la zona a iluminar.
- Determinar el coeficiente de utilización con los datos obtenidos anteriormente.

- **Niveles de iluminación**

El nivel de iluminación para un determinado ambiente depende del tipo de actividad a realizar en el mismo, en la tabla 4-2 se muestra niveles de iluminación en lux mínimos recomendados y óptimos para diferentes estancias.

**Tabla 4-2:** Niveles de iluminación medios de acuerdo con el método de lumen

Tareas y clases de local	Iluminación en (lux)		
	Mínimo	Recomendado	Óptimo
<b>Locales generales de edificios</b>			
Pasillos	50	100	150
Escaleras, escaleras móviles, roperos,	100	150	200
<b>Centros docentes</b>			
Laboratorios, aulas	300	400	500
Salas de estudio	300	500	750

Fuente: (Conejo 2018, p.289)

- **Índice de local k**

El índice de local k se identifica con la expresión matemática que enlaza las magnitudes de superficie en  $m^2$  y la altura de las luminarias, para iluminación directa, semidirecta se emplea la ecuación número 4. (Conejo 2018, p.289)

$$K = \frac{2ab}{h(a + b)} \quad (4)$$

Donde:

a = es el ancho de local

b = longitud de local

h = altura de luminaria respecto al plano de trabajo

Para instalaciones con iluminación indirecta se emplea la siguiente expresión

$$K = \frac{3ab}{H(a + b)} \quad (5)$$

Donde:

H = altura de local respecto al plano de trabajo

- **Coefficientes de reflexión**

Los coeficientes de reflexión vienen dados en función al color de la superficie explorada, estos valores generalmente se encuentran tabulados por el propio método de lumen.

**Tabla 5-2:** Coeficientes de reflexión de paredes techo y suelo

Superficie	Color	Factor de reflexión por unidad (R)
Techo	Claro	0,7
	Medio	0,5
	Oscuro	0,3
Paredes	Claro	0,5
	Medio	0,3
	Oscuro	0,1
Suelo	Claro	0,3
	Obscuro	0,1

Fuente: (Conejo 2018, p.315)

- **Factor de utilización**

El FU se obtiene a partir del local, los factores de reflexión de techo, paredes y piso, además se considera una unidad que relaciona el flujo total que emite las lámparas instaladas y el que llega al plano de trabajo, en la tabla 7-2 se indica este dato para diversos índices de local.

**Tabla 6-2:** Factor de utilización

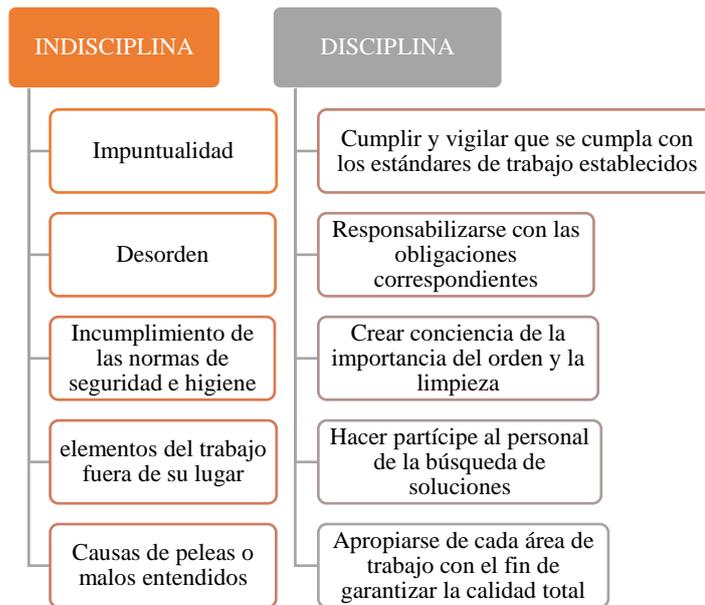
Índice de local K	Factor de reflexión del techo								
	0,7			0,5			0,3		
	Factor de reflexión de paredes								
	0,5	0,3	0,1	0,5	0,3	0,1	0,5	0,3	0,1
	Factor de utilización								
0,60	0,28	0,22	0,17	0,27	0,22	0,18	0,26	0,22	0,19
0,80	0,35	0,30	0,24	0,35	0,30	0,24	0,34	0,28	0,24
1,00	0,43	0,36	0,30	0,41	0,35	0,31	0,40	0,34	0,30
1,25	0,49	0,42	0,37	0,49	0,42	0,36	0,46	0,40	0,36
1,50	0,55	0,47	0,42	0,53	0,47	0,41	0,50	0,44	0,40
2,00	0,62	0,55	0,50	0,60	0,53	0,49	0,57	0,52	0,47
2,50	0,67	0,61	0,56	0,66	0,60	0,55	0,62	0,57	0,52
3,00	0,71	0,65	0,60	0,70	0,63	0,59	0,65	0,61	0,56
4,00	0,76	0,71	0,66	0,74	0,69	0,65	0,69	0,65	0,62
5,00	0,81	0,76	0,71	0,78	0,74	0,70	0,73	0,69	0,67

Fuente: (Conejo 2018, p.316)

### 2.9.5. *Sitsuke (Disciplina)*

Significa autodisciplina, educación, conocimiento, compromiso, entre otros. La idea es generar hábitos, transformando las cosas correctas en actividades rutinarias para que los colaboradores tiendan a respetarlas, para lograr esto se debe desarrollar documentos y rutinas generales de trabajo para todas las áreas, además se debe realizar capacitaciones constantes para obtener un personal disciplinado.

La autodisciplina es comprometer a los colaboradores con los objetivos de la empresa y los clientes involucrando así a todos en cualquier actividad por más simple que sea para lograr con éxito la metodología 5S. (Sanjulião et al., 2020: pp. 403-408)



**Ilustración 5-2:** Factores de disciplina e indisciplina.

**Fuente:** (Sierra et al., 2017: pp.414-421)

**Realizado por:** Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

## 2.10. Beneficios de la aplicación de las 5S

La aplicación de las 5S promueve varios beneficios importantes para una organización. Los más importantes son: la maximización de la eficiencia; reducción de fallas; mejorar la seguridad en el lugar de trabajo y mejorar la calidad de vida y la moral del colaborador.

Además, en la industria se ha demostrado que genera varios beneficios la implementación de las 5S tales como: mejor distribución en el espacio y su entorno, aumento de la producción, disminución de residuos, aspecto y limpieza, reducción en el tiempo para encontrar las cosas y prevención de pérdidas de herramientas y finalmente genera un gran compromiso por parte de los colaboradores para mantener las buenas prácticas. (Costa et al., 2018, p. 002-003)

## 2.11. Mejora continua

El principio fundamental de la gestión de la calidad es la mejora continua de las empresas, por lo que su estudio y aplicación son importantes. En la literatura existen distintos métodos para la mejora continua de la calidad de producción de diversas empresas, algunos de los cuales son: el Modelo de Equipo Autónomo basado en equipos autodirigidos, para la mejora continua e innovación del área de producción de las empresas y el Ciclo de Mejora de Deming que abarca cuatro pasos para mejorar continuamente la calidad de la producción de una empresa. (Montesinos et al., 2020: pp.1864-1865).

### **2.11.1. Requisitos para la mejora continua**

Para cumplir con este requerimiento se recomienda tener en consideración los siguientes puntos. Identificar el área y procesos a ser mejorados, y para lo cual se debe ser priorizada en función de su importancia, en relación con la misión, visión y objetivos estratégicos de la organización.

Analizar el impacto que tiene el proceso en el área, para alcanzar los objetivos estratégicos planteados por la empresa.

Describir las causas y efectos negativos de la problemática, apoyándose con diversas herramientas y técnicas de análisis como:

- Diagrama Causa- efecto (Espina de pescado).
- FODA (fortalezas, oportunidades, debilidades, amenazas)
- Árbol del problema o Diagrama del árbol
- Los 5 ¿Por qué?
- AMFE (Análisis de Modo y Efecto de Falla)

### **2.11.2. Implementación de la mejora continua**

Para realizar la implementación y seguimiento del Plan de mejora continua es indispensable incorporar al proceso al personal encargado de realizar las acciones propuestas; los mismos que deben ejecutar las siguientes funciones:

- Informar sobre el plan.
- Ejecutar las acciones programadas con las personas involucradas.
- Dar seguimiento en base a los indicadores de impacto y desempeño, este deberá realizarse en un periodo determinado por los involucrados.
- Verificar que se cumpla el plan de acuerdo con lo que se proyectó.

### **2.11.3. Evaluación**

Este punto consiste en la verificar el cumplimiento del Plan de mejora continua de acuerdo con la propuesta, planificación e implantación. La evaluación es necesaria para poder observar las irregularidades que han surgido en el tiempo de ejecución.

La técnica utilizada para la evaluación del Plan de mejora es:

- Diseñar un plan de evaluación, basándose en los objetivos e indicadores.
- Ejecutar el plan de evaluación.
- Realizar un informe sobre la evaluación indicando las ventajas y desventajas, de los resultados obtenidos del Plan de mejora.

## **2.12. Ciclo Deming**

El ciclo Deming consta de cuatro etapas: planear, hacer, verificar y actuar que debe ser implementado por la organización en cada uno de sus procesos, empezando por el más importante y avanzando desde allí. Este ciclo es una herramienta orientada a la solución de problemas y la mejora continua, a través del diagnóstico inicial, en el cual se identifican las fallas que se deben mejorar mediante la comparación de los planes desarrollados con los resultados, a continuación, se analiza el resultado no deseado y se replantea un nuevo diseño para solucionar el problema y no vuelva a ocurrir lograr un resultado satisfactorio. Esto permite un crecimiento constante basado en la mejora continua y la innovación. (Castillo, 2019, pp.6-7)

### **Ilustración 6-2: Ciclo PHVA de Deming**

**Fuente:** (Montesinos et al., 2020: pp.1864-1865)

**Realizado por:** Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

#### **2.12.1. Planificar**

Es la primera etapa del ciclo Deming donde se analiza el estado actual, la recolección de datos para identificar los problemas, analizar los datos, elaborar un plan de mejoras y especificar los

parámetros para analizar los datos. (Uribe, 2020, pp.28-31)

Además, en esta primera etapa se deben definir los objetivos y elegir los métodos que se utilizarán para lograr lo deseado.

Determinar objetivos y metas.

Los objetivos deben ser claros y precisos, para poder realizar un buen análisis al momento de obtener los resultados en la etapa de verificación.

Establecer métodos para alcanzar los objetivos y las metas / estandarización.

Es necesario identificar los métodos a través de los cuales se logran los objetivos planteados, porque no es suficiente identificarlos. (Oyola, 2018, pp.27-28)

### **2.12.2. Hacer**

En esta etapa incluye la ejecución y asentamiento de un plan formalmente documentado, es decir la ejecución de todo lo que se detalló en el documento formal, esta es la herramienta del ciclo Deming la cual gestionará la calidad del servicio.(Torres, 2019, pp.36-37)

Se debe considerar seguir los siguientes pasos:

- Realizar los procesos establecidos en los pasos anteriores.
- Registrar todas las acciones que se han realizado.

A medida que se va implementando este paso se pondrá a prueba lo planificado en el paso anterior y además se podrá obtener el compromiso de toda la organización para que tenga un mayor impacto. (Quispe, 2019, p.18)

### **2.12.3. Verificar**

Es la etapa en donde se comparan los resultados del procedimiento con las hipótesis recogidas en el diseño. El objetivo de esta fase es la interpretación de los resultados obtenidos, los cuales deben ser comprobados con datos o hechos para verificar el éxito de la búsqueda de una solución. (Tacas, 2021, pp.17-18)

Se debe considerar el siguiente paso:

- Comprobar y deducir logros
- En esta etapa es indispensable continuar haciendo los cambios necesarios para comprobarlos y si esto no es posible, comenzar de nuevo hasta lograr las metas establecidas.(Canchari, 2018, pp. 29-30)

#### **2.12.4. Actuar**

Es la etapa en la cual se efectúan las medidas necesarias para eliminar las deficiencias detectadas dentro de la etapa de verificación, en esta etapa nacen ideas que llevan a la empresa a una mayor retroalimentación y mejora continua. (Alburqueque, 2021, pp. 16-17)

Los objetivos establecidos deben alcanzarse para que las acciones a tomar en la toma de decisiones sean más precisas. Cualquier cambio realizado debe comprometerse e implementarse por completo, ya que el resultado depende de ellos. Esto requiere la implicación y adaptación de todos los implicados en su desarrollo.

Por lo tanto, los cambios que deben garantizarse en cada nivel son los siguientes:

- El proceso mismo.
- La documentación de los procedimientos e instrucciones.
- El acuerdo sobre los métodos apropiados para monitorear el proceso o los problemas.

Además, esta fase del ciclo Deming completa la evaluación de los procesos ya implementados y mide el éxito de su aplicación, de esta manera se pueden incorporar nuevas ideas para la continua mejora del proceso. Durante esta parte del proceso se debe de tomar las decisiones importantes con respecto a nuevas mejoras y cambios en la operación. (Rojas, 2021, pp.15-16)

#### **2.13. Norma ISO 14224**

Esta norma internacional proporciona una base para recopilar de datos de Confiabilidad y Mantenimiento (RM) en un formato estandarizado para las áreas de perforación, producción, refinación y transporte de petróleo y gas natural en oleoductos y gaseoductos, respectivamente. Esta norma internacional proporciona pautas para la especificación, adquisición y garantía de la calidad de los datos de RM para facilitar la adquisición de datos de RM. Esta información

permite a los usuarios cuantificar la confiabilidad del equipo y compararla con la confiabilidad de equipos que posean características similares.

Al analizar los datos, puede determinar los parámetros de confiabilidad que se utilizarán durante las etapas de diseño, operación y mantenimiento. Sin embargo, esta norma no se aplica al método de análisis de los datos de RM. (ISO 14224:2016)

#### **2.14. Gestión de activos**

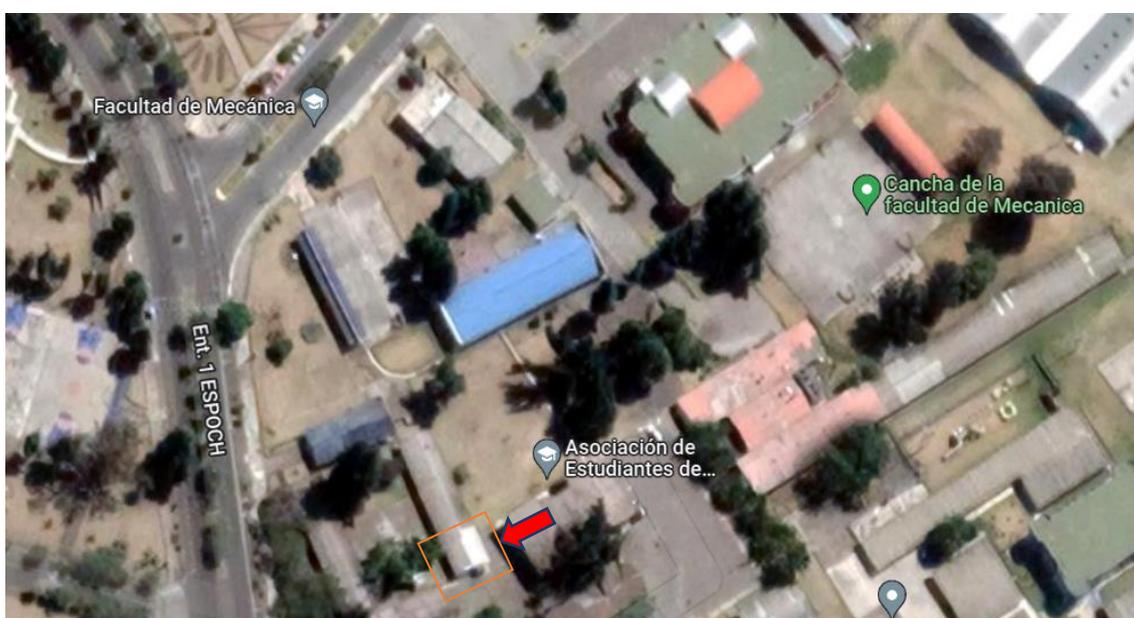
La gestión de activos, en el ámbito de la producción, es un término adoptado como un rótulo para la gestión integral de la infraestructura industrial durante toda su vida útil. En la práctica, en el sector económico incluye los procesos de inversión y renovación de equipos industriales, la operación, mantenimiento y el manejo de los materiales y recursos asociados. En la actualidad, la gestión de activos se enfoca en la optimización de la inversión y los costos de operación del equipamiento industrial; modelo denominado Life Cycle Cost (LCC), que consiste en el análisis de todos los costos generados por máquinas industriales desde la adquisición hasta la enajenación. (Adolfo Arata Andreani & Luciano Furlanetto, 2005)

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Ubicación del Laboratorio de Mantenimiento Correctivo

El Laboratorio de Mantenimiento Correctivo se encuentra ubicado en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo el mismo que pertenece a la Facultad de Mecánica, donde se efectuara la aplicación de la metodología de las 5S y mejora continua.



**Ilustración 1-3:** Ubicación del Laboratorio de Mantenimiento Correctivo

Fuente: (Google Maps, 2022)

Realizado por: Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

#### 3.2. Análisis del estado de situación inicial del Laboratorio de Mantenimiento Correctivo

Para determinar el estado de situación inicial del Laboratorio de Mantenimiento Correctivo fue necesario realizar una inspección visual de todas las partes del taller y determinar los principales déficits que presentaba el mismo.

Con la evaluación llevada a cabo en el taller, las principales causas encontradas que dificultaban el correcto funcionamiento del laboratorio en su totalidad fueron las siguientes: poca iluminación, vidrios de las ventanas rotas, paredes con fisuras, piso destruido, fachada del

Laboratorio en mal estado, compresor presentaba fallas, tuberías de alimentación del aire deshabilitadas, techo con goteras y suciedad por la caída de basura de los árboles que existían en su alrededor, porque no se limpiaba, también se encontró presencia de polvo y residuos en los módulos y herramientas.

A continuación, se presenta ilustraciones del estado como se encontró el laboratorio.

En la Ilustración 2-3 se tiene la vista frontal del Laboratorio de Mantenimiento Correctivo, se evidencia la parte del compresor destruido y también la fachada de éste con suciedad y deteriorado.



**Ilustración 2-3:** Estado inicial del Laboratorio

**Realizado por:** Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

En la Ilustración 3-3 se presenta el estado del techo, el mismo se encuentra lleno de basura y con fisuras, las mismas que ocasionan que cuando llueva se moje las herramientas y módulos.



**Ilustración 3-3:** Techo con exceso de suciedad y fisuras

**Realizado por:** Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

En las Ilustraciones 4-3 y 5-3 se evidencia las roturas que presenta las paredes, y el deterioro de la pintura en los tres lados del Laboratorio y en su interior, las mismas que ocasionan que el laboratorio de una mala impresión a los estudiantes que realizan las prácticas.



**Ilustración 4-3:** Fisuras en el exterior de las paredes

**Realizado por:** Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.



**Ilustración 5-3:** Agujeros en las paredes

**Realizado por:** Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

En la Ilustración 6-3, se muestra la inseguridad que se encuentra, debido a que 18 vidrios están rotos y se tiene fácil acceso a las herramientas ya que los módulos estaban ubicados a su lado,

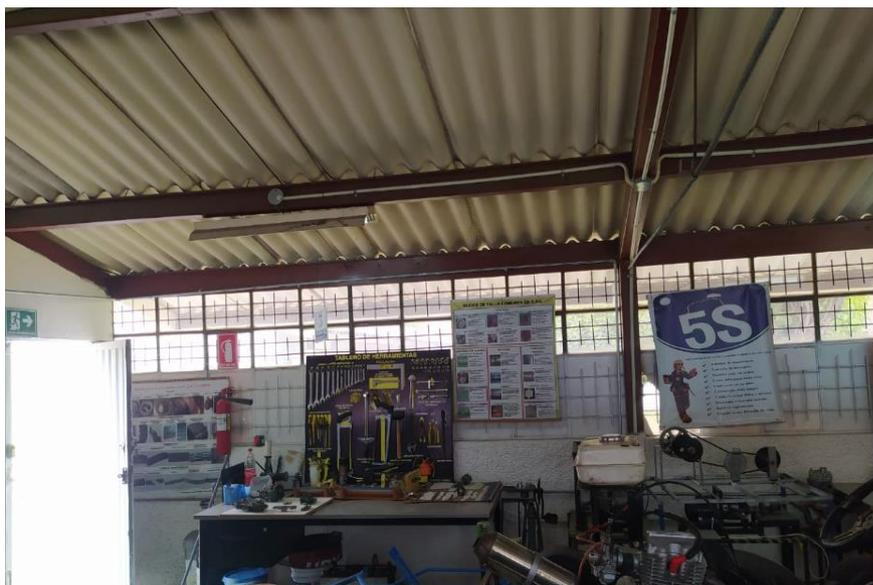
también afecta a la seguridad de los estudiantes porque pueden sufrir cortes o algún accidente porque algunos vidrios rotos están ubicados en la parte inferior de la ventana.



**Ilustración 6-3:** Vidrios rotos

**Realizado por:** Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

La Ilustración 7-3 presenta la falta de la iluminación, lo cual ocasiona que sea un lugar oscuro, esto se debe a que algunas lámparas están quemadas y que es un lugar muy cerrado y no entra la luz del sol, lo cual disminuye el campo de visión al realizar las prácticas, esto puede ocasionar accidentes.



**Ilustración 7-3:** Falta de iluminación

**Realizado por:** Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

La ilustración 8-3 muestra módulos sobrecargados que dificultan el acceso y genera incomodidad al realizar cualquier trabajo, algunos módulos no son parte de la cátedra de Mantenimiento Correctivo.



**Ilustración 8-3:** Exceso de módulos en el laboratorio

Realizado por: Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

### **3.3. Mejora continua**

La mejora continua ayuda al laboratorio, que siempre este en continua remodelación para no perder lo logrado con la implementación de la metodología de las 5S.

### **3.4. Planear**

El planear ayuda a la identificación de las mejoras que se puede analizar para el Laboratorio de Mantenimiento Correctivo, en esta etapa se puede utilizar herramientas como el diagrama de causa y efecto, diagrama de Pareto para determinar las principales falencias que existen dentro del laboratorio.

#### **3.4.1. Identificación del problema**

El Laboratorio de Mantenimiento Correctivo requiere como ya se detalló antes un análisis de estado inicial, para determinar en esta etapa las causas que llevan a que el Laboratorio no tenga una disponibilidad completa y da como consecuencia que las prácticas dentro del mismo no se puedan llevar a cabo de una forma satisfactoria.

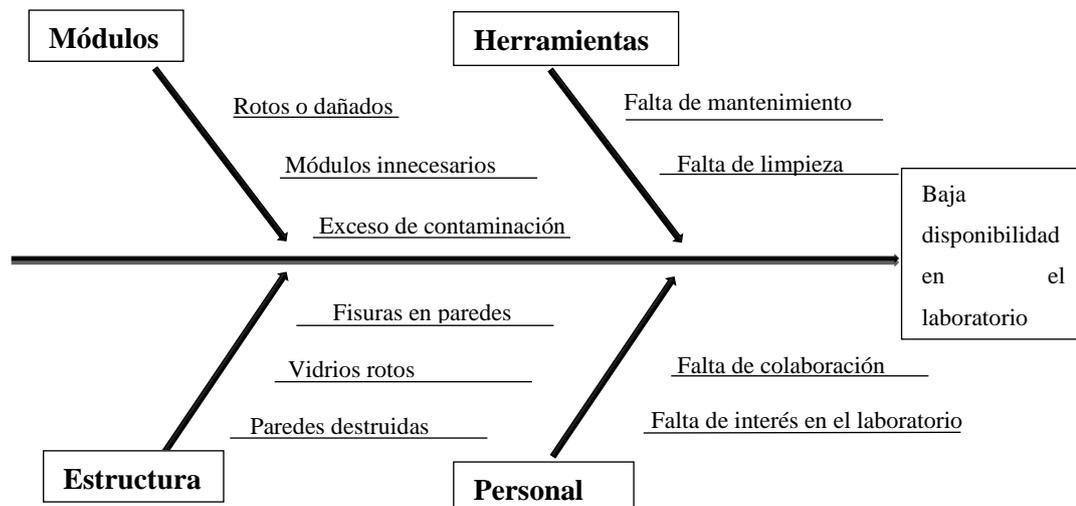
Principales causas que influyen en el Laboratorio:

- No existe el espacio suficiente debido a que hay muchos módulos innecesarios para lo que es la materia de Mantenimiento correctivo.
- Carencia de un Plan de Mantenimiento y un inventario de los módulos y herramientas por tanto algunos activos se han perdido.
- Falta de orden y limpieza dentro del Laboratorio.
- La no existencia de un plan de mejora continua.

### 3.4.2. *Objetivos por alcanzar con la metodología de las 5S*

- Mantener el Laboratorio solo con lo justo y necesario.
- Conservar limpio y ordenado los diferentes módulos y herramientas.
- Crear disciplina en los estudiantes para mantener el Laboratorio en perfecto estado.
- Cultivar una cultura de mejora continua en los estudiantes.

### 3.4.3. *Situación inicial del Laboratorio de Mantenimiento Correctivo con el Diagrama de Ishikawa.*



**Ilustración 9-3:** Diagrama de Ishikawa

Realizado por: Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

### 3.4.4. *Priorización de causas*

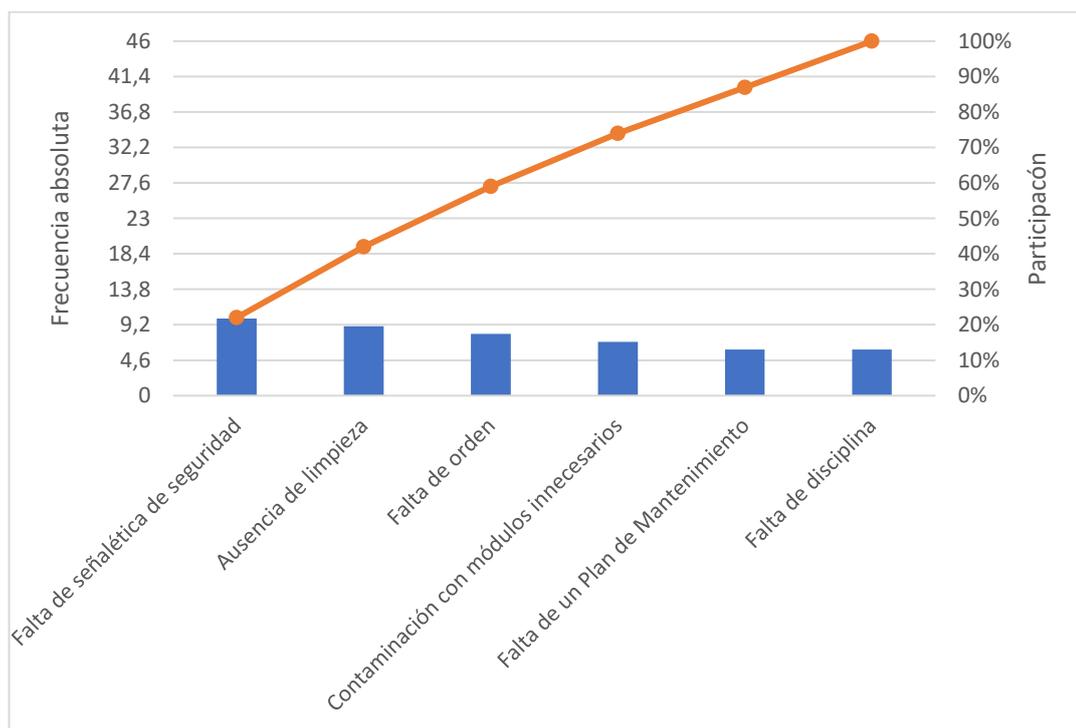
Mediante el diagrama de Pareto se conoce las causas de mayor relevancia que generan problemas dentro del Laboratorio de Mantenimiento Correctivo, para realizar el diagrama lo principal es determinar cuáles son las afectaciones principales que demuestra el laboratorio para determinar qué tan críticas son y poder clasificarlas.

**Tabla 1-3:** Análisis ABC de priorización de causas.

Nº	Causa del problema	Frecuencia absoluta	Participación	Participación acumulada	Clasificación
1	Falta de señalética de seguridad	10	22%	22%	A
2	Ausencia de limpieza	9	20%	42%	A
3	Falta de orden	8	17%	59%	B
4	Contaminación con módulos innecesarios	7	15%	74%	B
5	Falta de un Plan de Mantenimiento	6	13%	87%	B
6	Falta de disciplina	6	13%	100%	B
		46	100%		

**Realizado por:** Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

A través del análisis se identifica las principales causas que inciden en los daños del laboratorio.



**Ilustración 10-3:** Diagrama de Pareto, análisis de causas.

**Realizado por:** Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

### 3.4.5. Plan de acción

Con el fin de contrarrestar el desorden, la falta de iluminación y limpieza del laboratorio de Mantenimiento Correctivo se realiza la implementación de la metodología de las 5S y mejora

continua.

**Tabla 2-3:** Plan de acción.

TÉCNICA	ETAPA	ACTIVIDADES	HERRAMIENTAS
<b>Metodología de las 5S</b>	Fase I: Con los Activos	Eliminación	• Tarjetas identificadoras.
		Orden	• Fichas de inventario.
		Limpieza	• Limpieza.
	Fase II: Con las personas	Estandarización	• Señalética de seguridad. • Auditorías internas.
Fase III: Con la organización	Disciplina	• Plan de mantenimiento.	

**Realizado por:** Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

### 3.5. Identificación de puestos de trabajo

Para la identificación de los puestos se trabajó en base al inventario disponible luego de la eliminación de todos los activos innecesarios para el Laboratorio de Mantenimiento Correctivo.

#### 3.5.1. Mesas de trabajo

Como se observa en la Ilustración 11-3 Se cuenta con 4 modulares los cuales sirven para la realización de las prácticas, así mismo en éstos estarán ubicadas la parte de las herramientas, para el montaje y desmontaje de los diferentes equipos que los estudiantes tienen que desarmar como objetivo de las diferentes prácticas realizadas a lo largo del semestre, así mismo se contara con instalaciones de aire para la limpieza de los lugares de trabajo.



**Ilustración 11-3:** Mesas de trabajo

**Realizado por:** Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

### 3.5.2. *Mesa con herramientas mecánicas*

La Ilustración 12-3 muestra la mesa de trabajo que cuenta con un taladro de banco, esmeril, y una entenalla, las cuales ayudan a los estudiantes en caso de que realicen perforaciones, limado de piezas, de manera que se haga de forma práctica y sin salir del Laboratorio y ahorrando tiempo y generando mayor productividad.



**Ilustración 12-3:** Mesa con herramientas mecánicas.

Realizado por: Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

### 3.5.3. *Módulos de extracción de rodamientos.*

Como su nombre lo indica estos módulos servirán para la extracción de los rodamientos de seis maneras diferentes, estos serán utilizados para realizar prácticas de laboratorios de los estudiantes.



**Ilustración 13-3:** Módulos de extracción de rodamientos

Realizado por: Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

### 3.5.4. *Mesa de metrología*

Como su nombre mismo lo indica y en la Ilustración 20-3, esta mesa se utilizará para la medición de ejes, diámetros, longitudes, ranuras interiores, etc.



**Ilustración 14-3:** Mesa de metrología

**Realizado por:** Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

### 3.5.5. *Estantería.*

En la Ilustración 15-3 se muestra el lugar predeterminado para que los estudiantes coloquen sus mochilas para que no ocasionen desorden dentro del Laboratorio, con eso tendrán un lugar específico y no los coloquen en cualquier lugar.



**Ilustración 15-3:** Estantería para colocar mochilas.

**Realizado por:** Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

### 3.5.6. *Módulo de desgaste de rodamientos*

Como se muestra en la Ilustración 16-3 estos módulos constan de un motor monofásico y un eje con rodamientos, los cuales servirán para verificar el desgaste que se realiza cuando los ejes están desalineados o desbalanceado, también si el motor presenta vibraciones, etc.



**Ilustración 16-3:** Módulo de desgaste de rodamientos

**Realizado por:** Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

### 3.5.7. *Módulo de engranajes*

Como se muestra en la ilustración 17-3 este módulo se utilizará con fines educativos para que los estudiantes evidencien el desgaste en engranes, roturas de dientes, etc. También servirá de apoyo para que puedan realizar mantenimiento al motor monofásico.



**Ilustración 17-3:** Módulo de engranajes

**Realizado por:** Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

### 3.5.8. *Material didáctico*

Se contará con una pantalla para proyectar, con un pedestal y proyector, como también carteles informativos para que los estudiantes se vayan familiarizando con lo que vendría a ser la materia de Mantenimiento Correctivo.



**Ilustración 18-3:** Material didáctico

**Realizado por:** Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

### 3.5.9. *Módulos de transmisión*

Los módulos de transmisión constan con poleas, engranes, rodamientos, y con un motor que generara el movimiento, para evidenciar los desgastes, el montar y desmontar cada uno de sus elementos, ya que es parte primordial para la materia de Mantenimiento Correctivo.



**Ilustración 19-3:** Módulos de transmisión.

**Realizado por:** Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

### **3.6. Hacer**

Se considerará la metodología de las 5S para demostrar la segunda parte de la mejora continua el “hacer”, aquí nosotros eliminaremos módulos, se evidenciará todas las mejoras que se tomaran para el laboratorio.

#### **3.6.1. Etapa de eliminación**

En la etapa de eliminación se identificó todos los materiales, herramientas y módulos que eran innecesarios para el Laboratorio, muchos de los que existían ahí, son proyectos o tesis que no tienen relación con la materia de Mantenimiento Correctivo, por tanto se tenía que tomar en cuenta si reubicarlos o eliminarlos, así también existía material didáctico no referido al Mantenimiento Correctivo, para esto se usa un inventario que existía en control de bienes, y un inventario realizado para establecer que posee el laboratorio y eliminar aquellos activos innecesarios.

El inventario se desarrolló bajo la Norma ISO 14224 la que ayuda para la codificación y el listado de activos.

Una vez establecido el inventario se realizó la identificación de los activos mediante una tarjeta roja y tarjetas verdes, esta tarjeta se usó para todos los bienes que existían ya sean carteles didácticos, módulos o elementos como engranes, poleas, etc.

##### **3.6.1.1. Procedimiento de implementación de tarjetas rojas**

Con la implementación de las tarjetas rojas se identificaron, clasificaron y evaluaron el estado de los activos y herramientas y se verificaron cuáles eran innecesarios para el laboratorio, posteriormente se realizó un listado de todos los módulos y demás elementos que deben a ser retirados.

Para la eliminación de los activos se trabajó bajo la tutela del titular encargado del Laboratorio y con el respectivo permiso, para retirar estos elementos o activos.

En la Tabla 3-3 se detalla el modelo de tarjeta roja utilizada para detallar que los activos están discontinuados o no se los requieren en el laboratorio, esta tarjeta constara del nombre del articulo a retirarse, fecha, cantidad a que categoría pertenece, si es una máquina, módulo, elementos, carteles didácticos, etc. Así también constara de la razón por la cual se necesita que

estos artículos sean retirados del laboratorio, y al final la acción que se va a tomar si se lo desechara, venderá o será reubicado.

**Tabla 3-3:** Diseño de la tarjeta roja

<b>TARJETA ROJA</b>			
<b>Nombre del activo:</b>			
<b>Fecha:</b>		<b>Cantidad:</b>	
<b>CATEGORÍA:</b>			
Módulos		Carteles didácticos	
Herramientas		Elemento	
<b>RAZÓN</b>			
Defectuoso		Uso desconocido	
Innecesario		Elementos no deseados	
<b>FORMA DE DESECHO</b>			
Tirar		Vender	
Reubicar		Otros	

**Realizado por:** Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

Con el inventario y un checklist se registró todos los elementos a ser descartados, en su mayoría, módulos o elementos que no se requería en el Laboratorio de Mantenimiento Correctivo, como: Módulos de transmisión por poleas, condensador, bombas, componentes, etc.

#### 3.6.1.2. *Procedimiento de implementación de tarjetas verdes.*

La tarjeta verde se utilizó para los activos que se van a quedar dentro del laboratorio y serán utilizados por los estudiantes para las prácticas de laboratorio.

#### 3.6.2. *Etapas de orden*

En la segunda etapa de la implementación de las 5S en el Laboratorio se direcciona al orden. Una vez eliminado todos los elementos innecesarios y quedado solo con los módulos requeridos, se determinó un lugar específico para cada uno de ellos.

El principal propósito de que estos activos estén ordenados es para que los estudiantes tengan mayor espacio y movilidad dentro del laboratorio y también para tener mayor visibilidad de las herramientas que necesitan para realizar las prácticas de forma fácil y rápida.

Para la ubicación de los módulos se hizo uso de cinta de señalética para así tener un lugar específico para cada uno, con eso los estudiantes sabrán donde van, y no tengan inconvenientes al momento de devolver a su lugar cualquier herramienta o módulo.

### 3.6.3. Etapa de limpieza

Al realizar las dos primeras etapas ya se evidencia cambios en el laboratorio, ahora con la parte de la limpieza se generará la identificación de las principales causas y se tomará acciones para corregirlas.

**Tabla 4-3:** Fuentes de suciedad.

<b>FUENTES DE SUCIEDAD</b>			
<b>N°</b>	<b>Tipo de Suciedad</b>	<b>Causa</b>	<b>Solución</b>
1	Polvo	Puertas abiertas.	Cerrar las puertas el mayor tiempo posible, limpiar los alrededores.
		Vidrios rotos.	Cambio de vidrios.
		Paredes con fisuras.	Sellar todas las partes afectadas de las paredes y estructura.
		Piso destruido.	Masillar y realizar recubrimiento del piso.
2	Residuos de los árboles.	Techo roto.	Cambio del techo.
		Partes del techo sin sujetar.	Colocar autoperforantes en los lugares donde el techo este sin sujetar.
		Aberturas entre el techo y la estructura metálica	Sellado con espuma de poliuretano.
3	Basura dejada por los estudiantes.	No están los basureros en un lugar visible y bien situado.	Demarcar los basureros y colocarlos en un lugar visible.

**Realizado por:** Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

#### 3.6.3.1. Material usado para la corrección de la entrada de suciedad.

Se detallará todo el material usado para la reconstrucción de las partes que generan suciedad dentro del Laboratorio de Mantenimiento Correctivo y corregir las principales causas que llevan

a que el laboratorio este sucio.

- **Techo traslucido PP 3mm 2.70 x 1.2 m:** Ayudará a la iluminación ya que el laboratorio cuenta con poca claridad, también se reemplazarán las hojas que estén rotas para evitar la entrada de basura generada por los árboles de los alrededores.



**Ilustración 20-3:** Techo traslucido PP 3mm 2.70 x 1.2 m

**Fuente:** (Promart, 2021)

**Realizado por:** Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

- **Eternit:** Debido a sus componentes este techo es muy utilizado por su alta resistencia a la humedad y a la salinidad, también actúa como aislante de calor, la única desventaja que presenta es el peso debido a su composición.



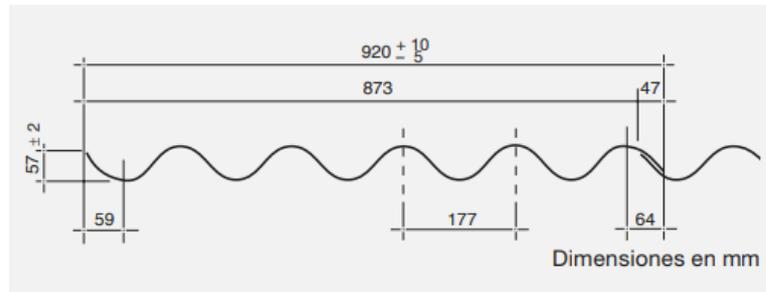
**Ilustración 21-3:** Techo Eternit

**Fuente:** (CUBIERTAS Máxima protección y duración 2022)

**Realizado por:** Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

### **Características:**

- Peso promedio por unidad  $12 \text{ kg/m}^2$
- Coeficiente de conductibilidad térmica K:  $4,76 \text{ kcal/m}^2 \text{ h oC}$ .
- Pendiente óptima:  $27\% = 15^\circ$



**Ilustración 22-3:** Techo Eternit medidas

**Fuente:** (CUBIERTAS Máxima protección y duración 2022)

**Realizado por:** Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

- **Caballete techo Eternit:** accesorio utilizado para la terminación de la cubierta con Eternit, en este caso se utiliza con inclinación de 20°.



**Ilustración 23-3:** Caballete techo Eternit

**Fuente:** (Kywi 2022)

**Realizado por:** Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

- **Choba para techo:** material utilizado para sellar las fisuras en techo, en este caso se utiliza en las hojas de Eternit para evitar que haya goteo cuando llueva o la entrada de polvo al Laboratorio.



**Ilustración 24-3:** Sellador de filtraciones (Choba)

**Fuente:** Dico 2022)

**Realizado por:** Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

- **Masilla del piso:** utilizada para el sellado de piso, como en la parte de fisuras, huecos o cualquier irregularidad en el piso, secado rápido.

Datos técnicos:

- Tipo de producto: Resina Acrílica
- Acabado: Texturizado
- Tiempo de secado:
- Al tacto: 15 - 30 min.
- Para pintar (base de agua): 2 - 4 hrs.
- Para pintar (base de aceite): 20-24 hrs.
- Dilución: No es recomendable.
- Flamabilidad: No es flamable

### Ventajas del producto

- Para aplicación con espátula
- De terminación con textura
- Para sellar grietas y filtraciones
- Terminación similar al concreto
- Color gris
- Resistente a rayos ultravioletas
- Se puede pintar con pinturas de látex o aceite
- Resistente a hongos y humedad



**Ilustración 25-3: Masilla gris**

**Fuente:** Dico 2022)

**Realizado por:** Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

### 3.6.4. Etapa de estandarización

En la etapa de estandarización se verifica la iluminación y seguridad dentro del Laboratorio de Mantenimiento Industrial.

#### 3.6.4.1. Iluminación del laboratorio

Para la iluminación del laboratorio se trabaja con el área del laboratorio es decir sus medidas, también se trabaja con las fórmulas ya detalladas en el capítulo 2, para determinar cuántas lámparas se requieren.

- **Cálculos de luminosidad por el método de lumen para el sistema eléctrico**

Es necesario tener las medidas del espacio físico a iluminar, las medidas requeridas son el ancho y el largo del laboratorio. Un buen dimensionamiento del laboratorio generara una correcta estimación de los lúmenes necesarios para dicha área.

- **Dimensionamiento de los espacios físicos de iluminación**

**Tabla 5-3:** Dimensionamiento de los espacios de iluminación

<b>Largo (m)</b> <b>b</b>	<b>Ancho (m)</b> <b>a</b>	<b>Altura (m)</b> <b>h</b>	<b>Plano útil (m)</b>
9,20	7,30	4,20	0,85

Realizado por: Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

- **Nivel de iluminación media**

El nivel de iluminación media viene dado en función al tipo de actividad a realizar en el espacio físico a iluminar, dichos valores se encuentran detallados en la tabla 4-2, el área de generación corresponde a laboratorios donde se menciona el nivel de iluminación mínimo corresponde a un valor de 300 lux.

- **Selección del tipo de lámpara a utilizar**

Las lámparas Led son las más adecuadas para sistema de iluminación interior y exterior debido a su excelente eficacia luminosa, por su costo y fácil instalación.

- **Cálculo del Índice de local**

El índice de local viene dado en fórmulas conforme al tipo de iluminación, es decir si es directa, indirecta, general o difusa. Para la irradiación directa se utiliza la ecuación 4.

Datos

a: 7,30 m

b: 9,20 m

h: (9,20-0,85m) = 8,35m

$$K = \frac{2ab}{h(a + b)}$$

$$K = \frac{2 * (7,30m * 9,20m)}{8,35m(7,30m + 9,20m)}$$

$$K = 0,97 \approx 1$$

El índice de local calculado corresponde a 0,97 que redondeado da un valor de 1 con este valor se ingresa a la tabla 5-2 para establecer los factores de reflexión de las superficies.

- **Determinación del coeficiente de reflexión**

El coeficiente de reflexión se encuentra generalmente especificado en tablas de acuerdo con diferentes materiales, áreas y acabados, el valor de reflexión del techo es de un color claro que da un valor 0,7, por otro lado, las paredes tienen un tono claro que corresponde a 0,5 y finalmente el suelo tiene una superficie clara un valor de 0,3.

- **Determinación del factor de mantenimiento**

El factor de mantenimiento de la superficie a iluminar es de 0,6 dado que se considera un ambiente limpio y libre de suciedad.

- **Determinación del factor de utilización**

El componente de utilización se determina en función al índice de local k, al dato numérico de

reflexión de techo y paredes, conocido esos valores se puede fijar este valor conforme a la Tabla 6-2, el factor de utilización será de 0,43.

- **Cálculo del flujo luminoso total**

El flujo luminoso total se calcula acorde a la ecuación numero 1:

$$\Phi_T = \frac{E_m * ab}{F_m * F_U}$$

Datos

$\Phi_T$  = Flujo luminoso total

a: 7,30 m

b: 9,20 m

$E_m$ : 300 lux

$F_m$ : 0,6

$F_U$ : 0,43

$$\Phi_T = \frac{300 \text{ lux} * (7,30\text{m} * 9,20\text{m})}{0,6 * 0,43}$$

$$\Phi_T = 44589,02 \text{ lm}$$

El número de luminarias necesarias se obtiene de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$N = \frac{\Phi_T}{\Phi_L} \tag{14}$$

$$N = \frac{44589,02 \text{ lum}}{10000 \text{ lum/lampara}}$$

$$N=4,4589 \approx 4 \text{ lámparas}$$

#### 3.6.4.2. Señalización

Para esta etapa se utiliza la Norma Técnica INEN ISO NTE 3864-1 “Símbolos gráficos, colores

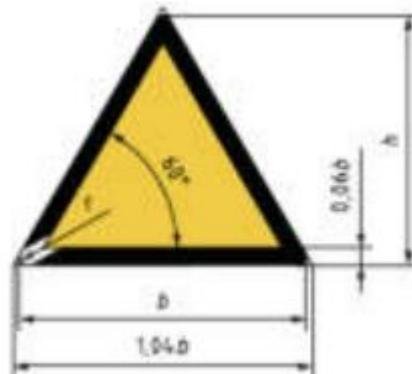
de seguridad y señales de seguridad”, que nos permite estandarizar el Laboratorio de Mantenimiento Correctivo bajo los requerimientos de diseño establecidos, para que con el mínimo uso de palabras se comprendan todas las señaléticas ubicadas dentro del Laboratorio.

- **Diseño para las señales de seguridad**

Mediante el uso de colores de seguridad, colores de contraste y figuras geométricas se pudo diseñar los tipos de señales de seguridad que se detallan a continuación, en base a estos diseños se trabajara para la implementación de la señalética en el Laboratorio de Mantenimiento Correctivo.

- **Señales de precaución**

Las señales precaución deberán cumplir con los requerimientos de diseño que se indican en la Ilustración 26-3.



**Ilustración 26-3:** Señal de precaución

**Fuente:** (NTE INEN-ISO 3864-1, 2013)

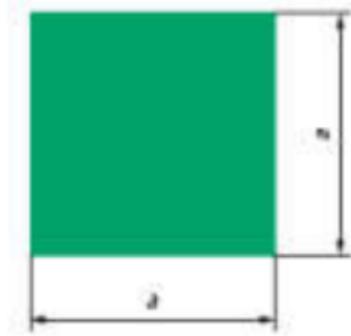
**Realizado por:** Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

Colores de la señal:

- Color de fondo: amarillo (deberá cubrir por lo menos el 50% del área de la señal)
- Banda triangular: negra
- Símbolo gráfico: negro

- **Señales de condición segura**

Las señales condición segura deberán cumplir con los requerimientos de diseño que se indican en la Ilustración 27-3.



**Ilustración 27-3:** Señal de condición segura

**Fuente:** (NTE INEN-ISO 3864-1, 2013)

**Realizado por:** Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

Colores de la señal:

- Color de fondo: verde (deberá cubrir por lo menos el 50% del área de la señal)
- Símbolo gráfico: blanco
- **Señales de equipo contra incendios**

Las señales de equipo contra incendios deberán cumplir con los requerimientos de diseño que se indican en la Ilustración 28-3.



**Ilustración 28-3:** Señal de equipo contra incendios

**Fuente:** (NTE INEN-ISO 3864-1, 2013)

**Realizado por:** Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

Colores de la señal:

- Color de fondo: rojo (deberá cubrir por lo menos el 50% del área de la señal)
- Símbolo gráfico: blanco
- **Diseño para señales complementarias**

La información complementaria de seguridad, como texto o en la forma de un símbolo gráfico,

puede ser usada para describir, complementar o aclarar el significado de una señal de seguridad. Esta señal puede debe ser colocada en: una señal complementaria separada, como parte de una señal combinada o por último como una señal múltiple.

Las señales complementarias deberán cumplir con los requisitos de diseño que se indican en la Ilustración 29-3.



**Ilustración 29-3:** Señal complementaria

**Fuente:** (NTE INEN-ISO 3864-1, 2013)

**Realizado por:** Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

Colores de la señal:

- Color de fondo: blanco o el color de seguridad de la señal de seguridad
- **Disposiciones para indicaciones de seguridad**

Con la utilización de los indicadores se realiza la demarcación del área de trabajo de cada puesto, módulos, mesas de trabajo y basureros utilizando pintura negra y amarilla ya que brinda mayor durabilidad en comparación a las cintas que se venden en el mercado.

Para el diseño y significado de las indicaciones de seguridad, se observa en la Tabla 12-4 que las bandas son de un mismo grosor e inclinadas en un ángulo de 45°.

**Tabla 6-3:** Diseño y significado de indicaciones de seguridad

DISEÑO	COMBINACIÓN DE COLORES	SIGNIFICADO/USO	
	Amarillo y contraste negro	Lugares de peligro y obstáculos donde existe el riesgo de que la gente se golpee, se caiga o se tropiece que caigan cargas	Alertar de peligros potenciales
	Rojo y contraste blanco		Prohibir la entrada

	Azul y contraste blanco	Indicar una instrucción obligatoria
	Verde y contraste blanco	Indicar una condición segura

**Realizado por:** Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

**Fuente:** (NTE INEN-ISO 3864-1, 2013)

### **3.6.5. Etapa de disciplina**

En esta etapa se realiza un checklist que va a ser entregado al ayudante de cátedra de la materia de Mantenimiento Correctivo para que lleve a cabo la auditoría del Laboratorio al momento de realizar cada una de las prácticas programadas para que puedan ser llevadas de la mejor manera ya que podemos disminuir los accidentes al momento de realizar cualquier actividad dentro del Laboratorio de Mantenimiento Correctivo porque las señaléticas van a estar colocadas en lugares visibles para que los estudiantes tiendan a respetarles y además hacer que los estudiantes se familiaricen con las 5S y que se vuelva un hábito en el transcurso del tiempo.

### **3.7. Verificar**

El verificar ayuda al análisis de cuanto ya se ha conseguido al realizar todas las actividades de mejora y la comparación de los resultados del antes y después de la implementación de las 5S en el Laboratorio de Mantenimiento Correctivo.

### **3.8. Actuar**

El actuar ayuda a estandarizar ya que los resultados obtenidos con la implementación de las 5S en el Laboratorio de Mantenimiento Correctivo son los esperados, a través del plan de mantenimiento elaborado, se plantean acciones de mejora y acciones correctivas para alcanzar el objetivo deseado ya que al momento de la implementación de las 5S pueden aparecer nuevas fallas y se debe evitar que persistan estos problemas en el Laboratorio.

## CAPÍTULO IV

### 4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Para el siguiente proyecto, aplicación de las 5S y mejora continua en el Laboratorio de Mantenimiento Correctivo de la Facultad de Mecánica, se partió evaluando el estado de situación inicial. A continuación, se realizó la aplicación de las 5S y mejora continua además del inventario técnico y codificación y para finalizar se elaboró el plan de mantenimiento preventivo.

#### 4.1. Aplicación de la 1a S – Seiri (Eliminar)

Todos los elementos que se encuentran dentro del Laboratorio de Mantenimiento Correctivo son clasificados y evaluados cada uno por su utilidad con el fin de garantizar la eliminación de manera correcta de las cosas que van a ser llevadas en transporte a una planta de reciclaje.

**Tabla 1-4:** Registro de elementos con tarjeta roja

<b>Registro de elementos etiquetados con tarjeta roja</b>				
<b>N°</b>	<b>Materiales o Herramientas</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Disposición preliminar</b>	<b>Disposición definitiva</b>
1	Pinturas	6	Eliminar del área	Eliminar (reciclaje)
2	Carteles	10	Eliminar del área	Eliminar (reciclaje)
4	Tubos	3	Verificar estado	Eliminar (reciclaje)
5	Módulos	6	Verificar estado	Eliminar (reciclaje)
6	Ejes	6	Verificar estado	Eliminar (reciclaje)
7	Engranajes	10	Verificar estado	Eliminar (reciclaje)
8	Aceites	6	Eliminar del área	Eliminar (reciclaje)
9	Papeles	30	Eliminar del área	Eliminar (reciclaje)
10	Botellas	10	Eliminar del área	Eliminar (reciclaje)
11	Pistones	6	Verificar estado	Eliminar (reciclaje)
12	Bombas	2	Verificar estado	Eliminar (reciclaje)
Total		95		

**Realizado por:** Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

En la Tabla 1-4, se evidencia un total de 95 elementos etiquetados con tarjeta roja que se encuentran dentro del Laboratorio de Mantenimiento Correctivo, los cuales fueron retirados de

los lugares donde se encontraban ocupando espacio y transportados a una planta de reciclaje, dentro del laboratorio se pudo evidenciar un lugar más amplio y libre de cualquier obstáculo.

Evidencia después de la aplicación de la 1ª S – Seiri



**Ilustración 1-4:** Etiquetado de los elementos con tarjetas rojas.

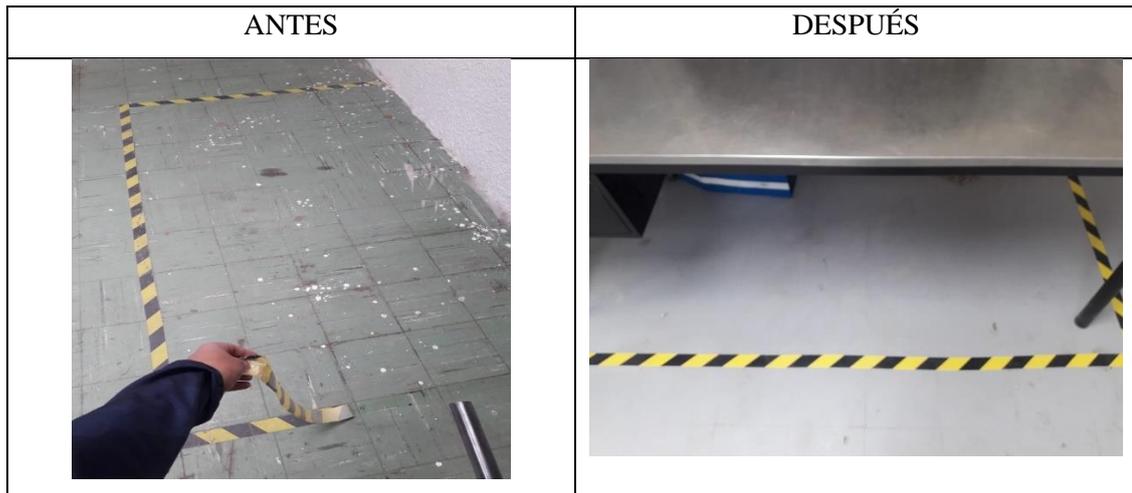
**Realizado por:** Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

#### 4.2. Aplicación de la 2ª S - Seiton (Orden)

Una vez realizada la primera S se procede a ordenar los equipos, materiales y herramientas, haciendo que cada cosa ocupe un lugar específico donde se pueda visualizar de manera inmediata para disminuir el tiempo de búsqueda al momento de realizar cualquier actividad dentro del laboratorio.

Todas las herramientas se organizaron de acuerdo con la frecuencia de uso y los equipos como el esmeril, entenalla y taladro de pedestal fueron colocados en una sola mesa de trabajo para que se encuentre cerca de los estudiantes y no se trasladen a otros puestos de trabajo y acelerar el tiempo de respuesta para que, aunque sea un grupo numeroso todos puedan acceder el mismo día a terminar la práctica.

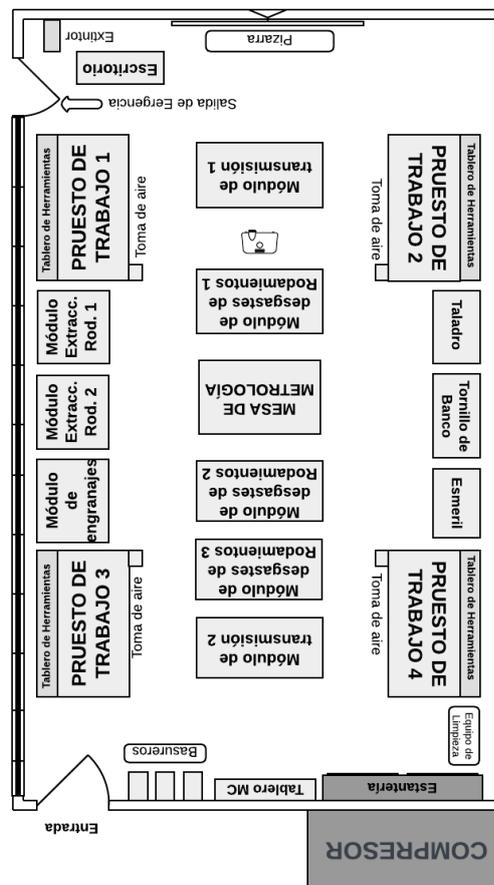
A continuación, se muestra la evidencia después de la aplicación de la 2ª S – Seiton



**Ilustración 2-4:** Demarcación de los lugares de trabajo

Realizado por: Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

Además, se procede a señalar el piso en donde van a estar colocados los puestos de trabajo, módulos y estanterías para su fácil ubicación. Mediante el Layout del área de trabajo se pudo señalar distribuyendo de la mejor manera el espacio físico como se muestra en la Ilustración 39-4.



**Ilustración 3-4:** Layout Laboratorio de Mantenimiento Correctivo

Realizado por: Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

### 4.3. Aplicación de la 3a S – Seiso (Limpieza)

Durante esta etapa, se realizan varias actividades que implican la eliminación de todas las fuentes que originan suciedad ya que ingresa demasiado polvo dentro del laboratorio genera un riesgo para la salud de todas las personas que utilizan el laboratorio, además de fuentes en donde ingresa agua que produce deterioro de algunos equipos, herramientas y materiales que se encuentran dentro del taller, las actividades realizadas se detallan en la Tabla 2-4.

**Tabla 2-4:** Tareas realizadas para la mejora del laboratorio

N°	Actividad	Resultados
1	Limpieza de los puestos de trabajo con sus respectivos tableros de herramientas.	Mejor aspecto y vida útil.
2	Limpieza de equipos: esmeril, taladro de pedestal, entenalla y compresor.	Disminución de impurezas para mantener la vida útil de los equipos.
3	Limpieza y pintura del piso del laboratorio y el área del compresor	Mejor imagen.
4	Limpieza de estanterías	Mejor aspecto y libre de suciedad.
5	Limpieza de mesa de metrología	Mejor aspecto y libre de suciedad.
6	Limpieza de vidrios y protecciones.	Mejor aspecto y libre de suciedad.
7	Limpieza de la estructura metálica.	Mejor aspecto y libre de suciedad.
8	Limpieza puertas de ingreso, área del compresor y salida de emergencia.	Mejor aspecto y libre de suciedad.
9	Pintado interno y externo de paredes y techo.	Mejor aspecto de la fachada y mayor claridad.
10	Cambio de hojas de Eternit por traslucidos	Mejor iluminación y ahorro de consumo energético.
11	Cambio de vidrios rotos	Disminución de contaminación de polvo.
12	Colocación de espuma de poliuretano en las aberturas del Eternit y las vigas	Disminución de entrada de polvo.
13	Cambio de lámparas	Corrección de la iluminación
14	Mantenimiento de los conductos de alimentación de aire para los módulos	Habilitación de las tomas de aire
15	Montaje de pistolas de aire para la limpieza de los módulos	Mejora en la limpieza de módulos

Realizado por: Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

Al finalizar las actividades descritas en la Tabla 2-4 se pudo apreciar un espacio limpio y ordenado libre de contaminación, brindando un bienestar personal al momento de ingresar y salir del laboratorio, además mejora la imagen del laboratorio y buena impresión de docentes, estudiantes y personas en general.

Evidencia después de la aplicación de la 3ª S – Seiso



**Ilustración 4-4:** Espacio libre de objetos

**Realizado por:** Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

#### 4.4. Aplicación de la 4ª S – Seiketsu (Estandarización)

Durante esta etapa son colocados números en cada puesto de trabajo para que sea fácil distribuir a los estudiantes en cada uno, con sus respectivas herramientas y sea fácil identificar que herramienta pertenece a cada puesto, además se realizó un inventario para determinar todos los equipos, herramientas y materiales que se encuentran dentro del laboratorio para realizar un checklist de cada puesto de trabajo como se detalla en la Tabla 3-4. A continuación, se colocan señales de obligación, prohibición, advertencia, contra incendios y señal de auxilio, para que todas las personas que ingresen al taller respeten las normas de seguridad antes de realizar cualquier actividad.

**Tabla 3-4:** Elaboración del Checklist del Laboratorio de Mantenimiento Correctivo.

<b>CHECKLIST LABORATORIO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO</b>				
<b>ITEM</b>	<b>CRITERIO DE EVALUACIÓN</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
<b>SEIRI (ELIMINAR)</b>				
1	Mantiene el piso de trabajo libre de materiales innecesarios.			
2	Los módulos de trabajo se encuentran libres de materiales innecesarios.			
3	Las estanterías se encuentran libres de materiales innecesarios.			
4	El área del compresor se encuentra libre de desperdicios.			
<b>SEITON (ORDEN)</b>				
1	Las herramientas se encuentran ubicadas en su lugar asignado.			
2	Los módulos se encuentran dentro de la demarcación del suelo.			
3	Los basureros están en su lugar.			
4	Los carteles están ubicados en su lugar.			
<b>SEISO (LIMPIEZA)</b>				
1	Las herramientas se encuentran limpias.			
2	Los puestos de trabajo están limpios.			
3	Los módulos están limpios.			
4	El área del compresor está limpia.			
5	La estantería está limpia.			
<b>SEIKETSU (ESTANDARIZACIÓN)</b>				
1	Cuenta con todos los EPP antes de ingresar al laboratorio.			
2	Utiliza de forma correcta los EPP.			
3	Permanece en su puesto de trabajo asignado.			
4	Pone en práctica las normas de limpieza, lubricación y aprietes.			

**Realizado por:** Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

Al ingresar se aprecia una normalización visual, en la que los puestos de trabajo y estantes constan de etiquetas que informan el número de puesto con su respectivo tablero de herramientas, según la Ilustración 5-4.

A continuación, se muestra la evidencia después de la aplicación de la 4ª S - Seiketsu



**Ilustración 5-4:** Señalización del laboratorio.

**Realizado por:** Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

#### 4.5. Aplicación de la 5ª S – Sitsuke

Para esta etapa es importante que las señalizaciones se encuentren bien hechas y colocadas ya que los controles visuales ayudan a la disciplina porque la gente tiende a respetarlas. Además, para garantizar la disciplina dentro del Laboratorio de Mantenimiento Correctivo se va a designar un responsable en este caso a los ayudantes de cátedra que van a estar instruidos para llevar a cabo la supervisión constante al momento de realizar las distintas prácticas programadas en lo cual deben observar si los puestos de trabajos están organizados con sus respectivas herramientas colocadas en su lugar y que se encuentren en buen estado, limpias y completas. Para lograr esto se utiliza un check list elaborado en la etapa anterior, el cual va a ser entregado a cada ayudante de cátedra para que realice la verificación de cada puesto de trabajo.

El objetivo al implementar esta etapa es transformar la cultura de cada persona y hacer que este hábito se convierta en rutina dentro y fuera del Laboratorio de Mantenimiento Correctivo.

#### 4.6. Resultados de la metodología 5S

Después de implementar la metodología de las 5S se observan cambios notables dentro y fuera del laboratorio, ya que brinda un aspecto visual agradable generando un bienestar al momento de ingresar a realizar cualquier actividad, después del cambio del Eternit por los traslucidos existe una buena iluminación y ya no es necesario encender las lámparas en las mañanas y ya es un gran ahorro energético, además cuenta con toda las señaléticas colocadas en cada lugar visible, se puede observar un espacio más amplio y libre de polvo, con todas las herramientas en su lugar colocadas en cada uno de los puestos de trabajo para que sea fácil de encontrar sin

ningún problema.

Debido a la eliminación de las cosas como: aceites usados, papeles, lijas, maquetas y botellas que estaban ocupando espacios en las estanterías, se logra destinar ese lugar para la colocación de las pertenencias de los estudiantes.

Ahora el objetivo es mantener un lugar limpio y organizado mediante la disciplina, tratando de mejorar continuamente.

#### 4.6.1. *Inventario técnico de los activos físicos a mantener*

Para elaborar el inventario de los activos físicos a mantener del Laboratorio de Mantenimiento Correctivo se utilizará la normativa ISO 14224, esta norma brinda información sobre el proceso, recolección y verificación de datos confiables, identificando la taxonomía y estructura de datos.

**Tabla 4-4:** Inventario y codificación de equipos.

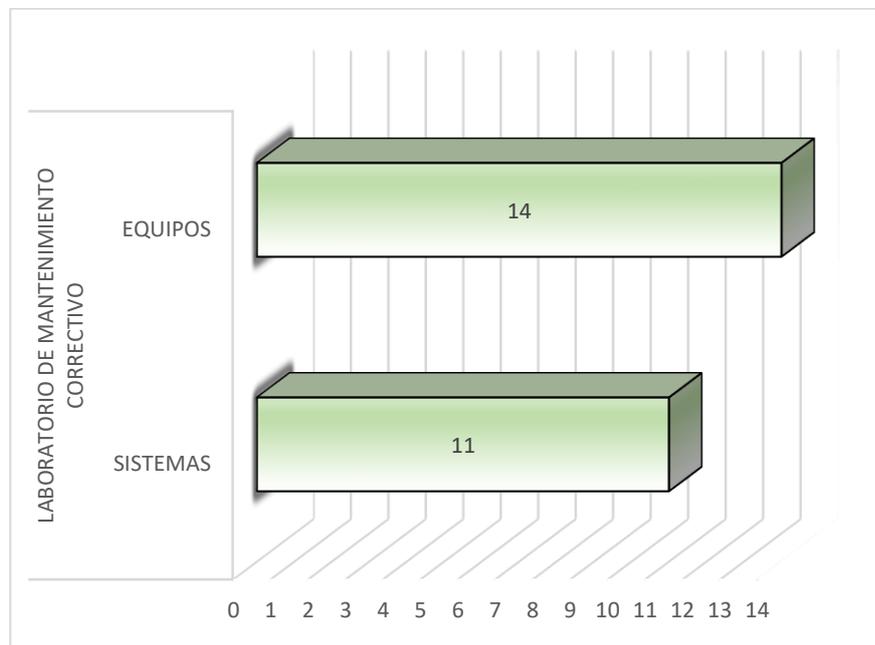
<b>INVENTARIO Y CODIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS DEL LABORATORIO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO</b>			
Elaborado por:		Ramos-García	Revisado por:
Fecha:		Diciembre 2022	
<b>N°</b>	<b>Código</b>	<b>Descripción</b>	
1	EM-LC-CO01	Compresor	
2	EM-LC-TE01	Tablero Eléctrico	
3	EM-LC-ES01	Esmeril	
4	EM-LC-TP01	Taladro de Pedestal	
5	EM-LC-ER01	Módulo de extracción de rodamientos	
6	EM-LC-DR	Módulo de desgaste de rodamientos	
7	EM-LC-EN01	Módulo de engranajes	
8	EM-LC-TR01	Módulo de transmisión 1	
9	EM-LC-TR02	Módulo de transmisión 2	
10	EM-LC-TR03	Módulo de transmisión 3	
11	EM-LC-EN01	Entenalla	
12	EM-LC-PT01	Puesto de Trabajo 1	
13	EM-LC-PT02	Puesto de Trabajo 2	
14	EM-LC-PT03	Puesto de Trabajo 3	
15	EM-LC-PT04	Puesto de Trabajo 4	
16	EM-LC-MM01	Mesa de Mármol	
17	EM-LC-ET01	Estantería	
18	EM-LC-EX01	Extintor	
19	EM-LC-BP01	Base de proyector	
20	EM-LC-PP01	Pantalla de proyector	

21	EM-LC-PR01	Proyector
22	EM-LC-ME01	Mesa
23	EM-LC-SI01	Silla
24	EM-LC-CD01	Carteles didácticos
25	EM-LC-BA01	Botiquín de primeros auxilios

Realizado por: Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

#### 4.6.2. Resultados del inventario técnico de sistemas y equipos

Una vez realizado el inventario técnico de los sistemas y equipos del Laboratorio de Mantenimiento Correctivo se obtuvieron 11 sistemas y 14 equipos, como se observan en las Ilustraciones 6-4 respectivamente.



**Ilustración 6-4:** Activos del Laboratorio

Realizado por: Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

#### 4.6.3. Plan de mantenimiento del Laboratorio de Mantenimiento Correctivo

Para determinar los recursos necesarios se realiza a nivel sistema y equipo, en donde se registra el nombre de cada sistema y equipo correspondiente, con su respectiva frecuencia de ejecución. Para la mano de obra se determina el tiempo requerido, el número de técnicos, código especialista y el costo de ejecución de la tarea, en este caso como realizan los mismos estudiantes no se calcula este último ítem. En el caso de los repuestos y materiales se incluye el código del repuesto, su nombre, cantidad, unidad y el costo del repuesto y para finalizar las herramientas y equipos el cual se registra la descripción, cantidad, unidad y el responsable de la ejecución del plan de mantenimiento.

**Tabla 5-4: Inventario y codificación de equipos.**

PLAN DE MANTENIMIENTO DEL LABORATORIO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO													Versión:	
Realizado por:			Revisado por:				Aprobado por:			Fecha de emisión:				
Sistema:		Código:		Logística de mantenimiento										
				Mano de obra			Repuestos y materiales				Herramientas y equipos		Responsable	
TAREAS DE MANTENIMIENTO		Frecuencia (semanas)		Tiempo requerido (min)	No. de personal	Código especialista	Costo por mano de obra	Código	Descripción	Cantidad/ Unidad	Costos repuestos y materiales	Descripción		Cantidad/ Unidad
		D	M											
<b>CAJA ELÉCTRICA 110V Y 220V</b>														
Ajuste de borneras de todos los componentes eléctricos.			X		6 min	1	TM03					Tablero de Herramientas	1	
Revisión del estado y funcionamiento de pulsadores de accionamiento y breaker.			X		4 min	1	TM03							
Limpieza del tablero eléctrico.				X	5 min	1	TM03	EM-LC-ET01-MBR01 EM-LC-ET01-MGC01	Brocha 2” Guaípe color blanco	1 unidad	\$1,35	Escoba y recogedor	1	
<b>COMPRESOR DE AIRE CAMPBELL HAUSEFELD MODELO CE4101</b>														
Comprobar el nivel de aceite		X			2 min	1	TM03							
Cambio de aceite				X	15 min	1	TM03	EM-LC-ET01-MAS01	Aceite sintético 10W30/SAE 30 ISO100	40 oz aprox.	\$7,50	Tablero de Herramientas	1	
Revisión del estado y funcionamiento del manómetro y presóstato.			X		3 min	1	TM03							
Revisión del estado y tensión de la banda.				X	3 min	1	TM03	EM-LC-ET01-MBA01	Banda A87	1unidad		Tablero de Herramientas	1	
Revisión del funcionamiento del motor y bomba.			X		5 min	1	TM03					Tablero de Herramientas	1	
Comprobar el funcionamiento del radiador.			X		3 min	1	TM03							
Revisar la válvula de seguridad.		X			3 min	1	TM03							
Purgado manual del tanque.		X			60 min	1	TM03					Tablero de	1	

												Herramientas		
Limpieza o cambio del filtro de aire.		X		10 min	1	TM03		EM-LC-ET01-MFA01	Filtro de aire	1 unidad	\$12	Tablero de Herramientas	1	
Limpieza de los componentes de la unidad.		X		15 min	1	TM03		EM-LC-PT03-MBR03 EM-LC-ET01-MGC03	Brocha 2" Guaípe color blanco	1 unidad	\$1,35	Escoba y recogedor	1	
<b>ESMERIL</b>														
Ajuste de pernos y tornillos de sujeción de las protecciones.			X	3 min	1	TM03						Tablero de Herramientas		
Limpieza de componentes.	X			5 min	1	TM03		EM-LC-PT03-MBR03 EM-LC-PT03-MGC03	Brocha 2" Guaípe color blanco	1 unidad	\$1,35	Pistola de aire Escoba y recogedor	1	
<b>TALADRO DE PEDESTAL</b>														
Verificación y ajuste de pernos de sujeción del taladro a la mesa.		X		4 min	1	TM03						Tablero de Herramientas	1	
Verificar el estado y tensión de las bandas.			X	5 min	1	TM03		EM-LC-ET01-MBA02	Banda A87	1 unidad		Tablero de Herramientas	1	
Lubricación de partes móviles.			X	6 min	1	TM03		EM-LC-ET01-MGL01	Grasa litio #3	4 gr	\$2,25	Grasera	1	
Limpieza de componentes.	X			8 min	1	TM03		EM-LC-PT04-MBR03 EM-LC-ET01-MGC03	Brocha 2" Guaípe color blanco	1 unidad	\$1,35	Pistola de aire Escoba y recogedor	1	
<b>MÓDULO DE EXTRACCIÓN DE RODAMIENTOS</b>														
Verificación y ajuste de componentes.			X	4 min	1	TM03						Tablero de Herramientas		
Ajuste de borneras del motor			X	2 min	1	TM03						Tablero de Herramientas		
Lubricación de chumaceras.			X	5 min	1	TM03		EM-LC-ET01-MAL01	Aceite lubricante SAE 20			Aceitero		
Limpieza de componentes.	X			8 min	1	TM03		EM-LC-PT04-MBR03 EM-LC-ET01-	Brocha 2" Guaípe color blanco			Pistola de aire Escoba y recogedor		



								EM-LC-ET01- MGC03	blanco				recogedor		
ENTENALLA															
Verificación y ajuste de pernos de sujeción de la entenalla a la mesa.	X			3 min	1	TM03							Tablero de Herramientas	1	
Lubricación de partes móviles.			X	4 min	1	TM03		EM-LC-ET01- MGL01	Grasa litio #3	4 gr	\$2,25		Grasera	1	
Limpieza de componentes.	X			5 min	1	TM03		EM-LC-PT03- MBR03 EM-LC-ET01- MGC03	Brocha 2" Guaípe color blanco	1 unidad	\$1,35		Escoba y recogedor	1	
PUESTOS DE TRABAJO Y TABLERO DE HERRAMIENTAS															
Verificación del estado de las herramientas	X			10 min	1	TM03									
Limpieza de los puestos y herramientas.	X			20 min	1	TM03							Pistola de aire Escoba y recogedor	1	

**Realizado por:** Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

#### 4.6.3.1. Resultados de la elaboración del plan de mantenimiento.

En la Tabla 5-4, se detalla el total de tareas de mantenimiento en cada sistema y equipos.

**Tabla 6-4:** Resultados de tareas del Laboratorio de Mantenimiento Correctivo.

<b>RESULTADOS DEL PLAN DE MANTENIMIENTO</b>	
<b>Sistema/Equipo</b>	<b>N° de Tareas</b>
Caja eléctrica 110V y 220V	3
Compresor de Aire Campbell Hausfeld modelo CE4101	10
Esmeril	2
Taladro de pedestal	4
Entenalla	3
Puestos de trabajo y tablero de herramientas	2
Módulo de extracción de rodamientos	4
Módulo de desgaste de rodamientos	4
Módulo de engranajes	4
Módulos de transmisión	4
<b>TOTAL</b>	<b>56</b>

**Realizado por:** Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

El plan de mantenimiento preventivo tuvo un total de 56 tareas de mantenimiento con sus respectivas frecuencias detalladas en la Tabla 13-4. Para determinar las tareas de los sistemas y equipo se realizó mediante los manuales del fabricante donde especifican las tareas y frecuencias para garantizar el correcto funcionamiento y vida útil de cada equipo.

#### 4.7. Señalización de seguridad

Para la estandarización del Laboratorio de Mantenimiento Correctivo se utiliza la Norma Técnica INEN ISO NTE 3864-1 “Símbolos gráficos, colores de seguridad y señales de seguridad”. El objetivo de aplicar esta norma es que las personas reciban un mensaje específico y de manera rápida mediante colores y figuras geométricas de los objetos y situaciones que afecten la seguridad y salud al momento de realizar cualquier actividad.

Para ello se detalla en la Tabla 6-4 el significado general de figuras geométricas y colores de seguridad.

**Tabla 7-4:** Figuras geométricas, colores de seguridad y colores de contraste para señales de seguridad

Figura geométrica	Significado	Color de seguridad	Color de contraste al color de seguridad	Color del símbolo gráfico	Ejemplos de uso
 Círculo con una barra diagonal	Prohibición	Rojo	Blanco*	Negro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No fumar</li> <li>• No beber agua</li> <li>• No tocar</li> </ul>
 Círculo	Acción Obligatoria	Azul	Blanco*	Blanco*	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usar protección para los ojos</li> <li>• Usar ropa de protección</li> <li>• Lavarse las manos</li> </ul>
 Triángulo equilátero con esquinas exteriores redondeadas	Precaución	Amarillo	Negro	Negro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Precaución superficie caliente</li> <li>• Precaución riesgo biológico</li> <li>• Precaución electricidad</li> </ul>
 Cuadrado	Condición Segura	Verde	Blanco*	Blanco*	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Primeros auxilios</li> <li>• Salida de emergencia</li> <li>• Punto de encuentro durante una evacuación</li> </ul>
 Cuadrado	Equipo contra incendios	Rojo	Blanco*	Blanco*	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Punto de llamado para alarma de incendio</li> <li>• Recolección de equipo contra incendios</li> <li>• Extintor de incendios.</li> </ul>

- Figura geométrica, colores de fondo y colores de contraste para señales complementarias

Figura geométrica	Significado	Color de fondo	Color de contraste al color de fondo	Color de la información de seguridad complementaria
 <p>Rectángulo</p>	Información complementaria	• Blanco	• Negro	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cualquiera</li> </ul>
		Color de seguridad de la señal de seguridad	Negro o blanco	

\* El color blanco incluye el color para material fosforescente bajo condiciones de luz del día con propiedades definidas en la norma ISO 3864-4.

Realizado por: Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

Fuente: (NTE INEN-ISO 3864-1, 2013)

- Propuesta de la señalética**

En el Laboratorio de Mantenimiento Correctivo se ubican las señales de seguridad en cada espacio designado para su fácil observación y comprensión en base a la Norma Técnica INEN ISO NTE 3864-1.

**Tabla 8-4:** Propuesta de señalética de Obligación

SEÑALÉTICA DE OBLIGACIÓN					
Señalética	D(m)	Dimensiones (cm)	Forma	Cantidad	Rótulo
Uso obligatorio de gafas	2	20x30	Rectángulo	1	
Protección obligatoria del cuerpo	2	20x30	Rectángulo	1	

Uso obligatorio de guantes	2	20x30	Rectángulo	1	 
Obligatorio mantener orden y limpieza	2	20x30	Rectángulo	1	 
Use protección auditiva	2	20x30	Rectángulo	1	 
Uso obligatorio de mandil	1	20x30	Rectángulo	1	 

Realizado por: Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

**Tabla 9-4:** Propuesta de señalética de Prohibición

SEÑALÉTICA DE PROHIBICIÓN					
Señalética	D(m)	Dimensiones (cm)	Forma	Cantidad	Rótulo
Prohibido el uso del teléfono móvil	2	20x30	Rectángulo	1	 <b>PROHIBIDO EL USO DE TELÉFONO MÓVIL</b>
Prohibido comer y beber	1	20x30	Rectángulo	1	 <b>PROHIBIDO COMER Y BEBER</b>
Prohibido fumar	1	20x30	Rectángulo	1	 <b>PROHIBIDO FUMAR</b>

Realizado por: Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

**Tabla 10-4:** Propuesta de señalética de Advertencia

SEÑALÉTICA DE ADVERTENCIA					
Señalética	D(m)	Dimensiones (cm)	Forma	Cantidad	Rótulo
Riesgo Eléctrico	1	20x30	Rectángulo	1	 <b>RIESGO ELÉCTRICO</b>

Realizado por: Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

**Tabla 11-4:** Propuesta de señalética de Emergencia

SEÑALÉTICA DE EMERGENCIA					
Señalética	D(m)	Dimensiones (cm)	Forma	Cantidad	Rótulo
Salida de emergencia	1	20x30	Rectángulo	1	
Botiquín	1	20x30	Rectángulo	1	
Extintor	1	20x30	Rectángulo	1	

Realizado por: Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

**Tabla 12-4:** Propuesta de señalética de Información

SEÑALÉTICA DE INFORMACIÓN					
Señalética	D(m)	Dimensiones (cm)	Forma	Cantidad	Rótulo
Aforo capacidad máxima personas	2	20x30	Rectángulo	1	
Puesto de Trabajo	4	22x22	Cuadrado	4	

Puesto de estantería	0,3	15x15	Cuadrado	12	
----------------------	-----	-------	----------	----	---

Realizado por: Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023.

- **Resultados de la propuesta de señalética**

Una vez realizado la propuesta de señalética del Laboratorio de Mantenimiento correctivo se obtuvieron un total de 15 rótulos de seguridad como se muestra en la Tabla 12-4. Todas las señales de seguridad se realizaron en base a los requerimientos de diseño de la Norma Técnica INEN ISO NTE 3864-1 “Símbolos gráficos, colores de seguridad y señales de seguridad”.

**Tabla 13-4:** Resultados de la propuesta de señalética

<b>RESULTADOS DE LA PROPUESTA DE SEÑALÉTICA</b>	
<b>RÓTULO</b>	<b>CANTIDAD</b>
Obligación	5
Prohibición	3
Advertencia	1
Emergencia	3
Información	3
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>

Realizado por: Ramos, Ronny; García, Marcos, 2023

#### **4.8. Resultados de la mejora continua**

Como consecuencia de la mejora continua:

La planificación se consideró para la identificación de los problemas dentro del Laboratorio de Mantenimiento Correctivo, y poderlos corregir sabiendo cuales son las principales causas de afectación al laboratorio, como segundo el hacer se llevó a cabo todas las actividades planeadas junto con la metodología de las 5S, para el verificar se trabajó bajo los formatos que se podrán revisar en los anexos O, P, Q, R y S, los mismos que ayudaran a llevar a cabo que se mantenga todo lo ganado con la metodología de las 5S y la mejora continua.

#### 4.9. Análisis de costos

<b>Tipo de costo</b>	<b>Materiales</b>	<b>Cantidad (UND)</b>	<b>Valor Unitario (USD)</b>	<b>Valor Total (USD)</b>
<b>Costos Directos</b>	Plancha traslucida pp 2,44 x 1,11mm blanco liviana	4	24,45	97,80
	Accesorios para instalaciones eléctricas	1	20,00	20,00
	Pintura pinternit para techo exterior galón	3	28,50	85,50
	Equipo de limpieza	1	15,00	15,00
	Lámparas	4	35,50	142,00
	Señalética	16	2,50	40,00
	Base Soporte De Techo Proyector	1	21,00	21,00
	Pantalla Proyección De 120 Pulgadas Replegable Y Regulable	1	65,00	65,00
	Letrero iluminación	1	300,00	300,00
	Elementos Compresor	1	52,70	52,70
	Pintura de piso	2	36,40	72,80
	Vidrios	15	3,00	51,00
	Pintura aerosol	5	2,50	12,20
	Material didáctico	1	14,50	14,50
	Lampara de emergencia	1	15,36	15,36
	Cable HDMI de 9m	1	11,71	11,71
	Extras		140,00	140,00
	Pintura para techo interior	4	22,20	88,80
				<b>Total</b>
			<b>Costo total</b>	<b>1245,37</b>

## **CAPÍTULO V**

### **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. Conclusiones**

Se realizó el análisis de situación inicial del Laboratorio de Mantenimiento Correctivo de la Facultad de Mecánica mediante la inspección visual de todo el Laboratorio y se pudo identificar las fuentes de contaminación.

Mediante el estudio de la filosofía que maneja el Lean Management se pudo implementar sus principios, metodologías y herramientas en el Laboratorio de Mantenimiento Correctivo de forma correcta para el proceso de mejora continua.

Al implementar las 5S en el Laboratorio se pudo eliminar una gran cantidad de desperdicios que ocupaban demasiado espacio y se pudo corregir todas las fallas, además se elaboró el inventario técnico en base a la normativa ISO 14224, plan de mantenimiento, checklist y la estandarización de todas las señaléticas de seguridad usando la Norma Técnica INEN ISO NTE 3864-1 para prevenir a los docentes y estudiantes sobre los riesgos existentes dentro del Laboratorio.

Al finalizar la implementación de las 5S y mejora continua se determina que esta metodología resulta efectiva para maximizar la eficiencia, reducir las fallas, mejorar la seguridad dentro del Laboratorio y obtener mayor espacio.

#### **5.2. Recomendaciones**

Mantener las 5S y la mejora continua como un hábito para que el Laboratorio pueda estar siempre disponible para realizar las distintas prácticas de Mantenimiento Correctivo dentro del Laboratorio.

Llevar los registros mediante el uso del checklist de cada puesto de trabajo para garantizar el cumplimiento de la metodología de las 5S implementada.

Implementar el plan de mantenimiento elaborado en este proyecto ya que ayudará a disminuir las fallas, sin embargo se debe ir actualizando el inventario técnico cada vez que se deseche un equipo, material y herramientas o se adquiera nuevos activos para el Laboratorio.

Es muy importante que los estudiantes tomen conciencia y respeten cada una de las señales de seguridad instaladas en el Laboratorio para prevenir que ocurran accidentes al momento de realizar cualquier actividad.

## BIBLIOGRAFÍA

**ADOLFO ARATA ANDREANI, & LUCIANO FURLANETTO.** Manual de Gestión de Activos y Mantenimiento.

**ALBURQUEQUE VARA, HAROLD MICHELL.** Aplicación del ciclo Deming para incrementar la productividad en la empresa Micsac, Chorrillos [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad César Vallejo, Lima, Perú. 2021. pp. 16-17. [Consulta: 2022-10-25]. Disponible en: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/85965/Alburqueque\\_VHM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/85965/Alburqueque_VHM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

**CABALLETE FIJO ETERNIT 111 20G** | Kywi tienda en línea. (n.d.). Retrieved December 4, 2022, from <https://kywitiendaenlinea.com/product/caballete-fijo-eternit-111-20g/>.

**CANCHARI HUAMANI, RICARDO JESÚS.** Aplicación del Ciclo de Deming para mejorar la productividad en el área de producción, empresa CONCREMAX S.A. Lurín, 2018 [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad César Vallejo, Lima, Perú. 2018. pp. 29-30. [Consulta: 2022-10-25]. Disponible en: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/38169/CANCHARI\\_HR.%20%282%29.pdf?sequence=5&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/38169/CANCHARI_HR.%20%282%29.pdf?sequence=5&isAllowed=y)

**MIYASHIRO MALPARTIDA, CÉSAR ENRIQUE.** Aplicación de la Metodología de 5S y la Productividad en la instalación de medidores de agua en la Zonal Sur de Lima Metropolitana de la empresa Consorcio Latino de Actividades Comerciales [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad Inca Garcilaso de La Vega, Lima, Perú. 2017. pp. 28-30. [Consulta: 2022-10-25]. Disponible en: [http://168.121.45.184/bitstream/handle/20.500.11818/4070/TESIS\\_MAEST.MBA\\_CESAR%20ENRIQUE%20MIYASHIRO%20MALPARTIDA.pdf?sequence=2&isAllowed=y](http://168.121.45.184/bitstream/handle/20.500.11818/4070/TESIS_MAEST.MBA_CESAR%20ENRIQUE%20MIYASHIRO%20MALPARTIDA.pdf?sequence=2&isAllowed=y)

**CONEJO, ANTONIO. et al.** Instalaciones Eléctricas. News.Ge, <https://news.ge/anakliis-porti-aris-qveyinis-momava>.

**COSTA, CLÁUDIO; et al.** *Implementation\_of\_5S\_Methodology\_in\_a\_Metalworking* [en línea]. Porto-Portugal: Published by DAAAM International, 2018 [Consulta: 26 octubre 2022]. Disponible en:

[https://www.researchgate.net/publication/328919885\\_Implementation\\_of\\_5S\\_Methodology\\_in\\_a\\_Metalworking\\_Company](https://www.researchgate.net/publication/328919885_Implementation_of_5S_Methodology_in_a_Metalworking_Company)

**LEMACHE CASHUG, ANGÉLICA ELIZABETH.** Optimización del Proceso Logístico de la bodega de materiales de la empresa Halley Corporación con la aplicación de herramientas Lean Management [En línea] (Trabajo de titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2019. pp. 8-9 [Consulta: 2022-10-26]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/13481/1/85T00552.pdf>

**CÁRDENAS BADILLO, LUIS ANTONIO.** Implementación de la metodología de las 5s en el proceso de servicio de mantenimiento de la Empresa INOX Hornos y Equipos. [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2018. pp. 63-64 [Consulta: 2022-10-27]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/8109/1/20T00979.pdf>

**FILIP, FLORINA C. & MARASCU-KLEIN, V.** “The 5S lean method as a tool of industrial management performances”. *Materials Science and Engineering* [en línea], 2015, (Romania) 95(1), pp. 2-3. [Consulta: 28 octubre 2022]. ISSN 1757-899X. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/95/1/012127/pdf>

**HUSSAIN, ZAHID.** “Optimizing productivity by eliminating and managing rejection frequency using 5S and Kaizens practices: case study”. *Independent Journal of Management & Production* [en línea], 2019, (Pakistán) 10(6), pp. 1960-1961. [Consulta: 29 octubre 2022]. ISSN 2236-269X. Disponible en: <https://doi.org/10.14807/ijmp.v10i6.943>

**SERRANO MEROÑO, INMACULADA.** Implementación de la metodología de las 5S en el aula-taller de tecnología [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad Católica de Murcia, Murcia, España. 2022. p.15 [Consulta: 2022-10-29]. Disponible en: [https://repositorio.ucam.edu/bitstream/handle/10952/5390/SERRANO\\_MERO%C3%91O\\_INMACULADA.pdf?sequence=1](https://repositorio.ucam.edu/bitstream/handle/10952/5390/SERRANO_MERO%C3%91O_INMACULADA.pdf?sequence=1)

**ISO 14224:2016.** *Industrias de petróleo y gas natural - Recolección e intercambio de datos de confiabilidad y mantenimiento de equipos.*

**SANJULIÃO, KAREN AMORIM; et al.** “Implantação da Metodologia 5S na biblioteca do Centro de Habilitação de Menores (CHAME) de Itaú de Minas”. *The Journal of Engineering*

*and Exact Sciences* [en línea], 2020, (Brasil) 6(3), pp. 403-408. [Consulta: 31 octubre 2022]. ISSN 2527-1075. Disponible en: <https://periodicos.ufv.br/jcec/article/view/9555/5923>

**LIMA VELASCO, J. IGNACIO. (n.d.).** Diseño y cálculo de instalaciones eléctricas.

**OYOLA RAMOS, NATALY ALEXANDRA.** Aplicación del Ciclo Deming para mejorar la productividad de los procesos administrativos en la IEP Santísima Cruz de Motupe, Hualmay, 2017 [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad César Vallejo, Lima, Perú. 2018. pp. 27-28. [Consulta: 2022-11-01]. Disponible en: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/22880/Oyola\\_RNA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/22880/Oyola_RNA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

**PARKES, A.** Lean Management Genesis. *Management*, 19(2). <https://doi.org/10.1515/manment-2015-0017>

**CATILLO PINEDA, LADY.** El modelo Deming (PHVA) como estrategia competitiva para realzar el potencial administrativo [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia. 2019. pp.6-7. [Consulta: 2022-11-01]. Disponible en: <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/34875/CastilloPineda%20LadyEsmeralda2019.pdf.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**QUISPE CONDE, MARTHA SOLEDAD.** Aplicación del ciclo de Deming para mejorar la productividad laboral en la empresa Digital Buho SAC Los Olivos 2018 [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad César Vallejo, Lima, Perú. 2019. p.18. [Consulta: 2022-11-01]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/44689>

**RANDHAWA, J. S., & AHUJA, I. S. (2017).** 5S implementation methodologies: Literature review and directions. *International Journal of Productivity and Quality Management*, 20(1), 48–74. <https://doi.org/10.1504/IJPQM.2017.080692>

**RIZKYA, I; et al.** 5S “Implementation in Welding Workshop-a Lean Tool in Waste Minimization”. *Materials Science and Engineering* [en línea], 2019, (Indonesia) 505(1), pp. 2-3. [Consulta: 02 noviembre 2022]. ISSN 1757-899X. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/505/1/012018/pdf>

**ROJAS QUISPE, CHRISTIAN ANDRE.** Aplicación del Ciclo de Deming para mejorar la productividad del proceso de Vulcanizado de la empresa Willy Busch S.C.R.L, 2018 [En línea]

(Trabajo de titulación). Universidad César Vallejo, Lima, Perú. 2021. pp.15-16. [Consulta: 2022-11-02]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/75441>

**SALVADOR MONTESINOS, G; et al.** (2020). Mejora Continua en una empresa en México: estudio desde el ciclo Deming. *Revista Venezolana de Gerencia* [en línea], 2020, (Venezuela) 25(92), pp.1864-1865. [Consulta: 02 noviembre 2022]. ISSN 1315-9984. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/290/29065286036/29065286036.pdf>

**SIERRA, Valeria; & QUINTERO BELTRÁN, Lewis C.** “Metodología dinámica para la implementación de 5’s en el área de producción de las organizaciones Dynamic methodology for the implementation of 5S in the production area in organizations Metodologia dinàmica para a implementaçãõ de 5’S na área de produçãõ das organizações”. *Revista Ciencias Estratégicas* [en línea], 2017, (Colombia) 25(38), pp. 414-421. [Consulta: 02 noviembre 2022]. ISSN 1794-8347. Disponible en: <https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/8037/Art%c3%adculo%208.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**TACAS CAMPOS, MARCOS ANTONIO.** El Ciclo de Deming y la Rentabilidad de una empresa fabricante de muebles de metal en el Cercado de Lima, 2021 [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad César Vallejo, Lima, Perú. 2022. pp.17-18. [Consulta: 2022-11-02]. Disponible en: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/86378/Tacas\\_CMA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/86378/Tacas_CMA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

**TORRES HUAMÁN, KELLY LILIANA.** Aplicación del Ciclo de Deming para Mejorar la Calidad en el Servicio en el Área de Mantenimiento y Calibración en la Empresa OFILAB PERÚ S.A.C. - Comas, 2018 [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad César Vallejo, Lima, Perú. 2019. pp.36-37. [Consulta: 2022-11-03]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/39811>

**URIBE APAZA, MIGUEL FORTUNATO.** Nivel de efectividad bajo el modelo Deming en un proceso de mantenimiento de una empresa minera en la Región Cajamarca, 2020 [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú. 2020. pp.28-31. [Consulta: 2022-11-03]. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/26255/Uribe%20Apaza%20Miguel%20Fortunato.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**ZUBIA FLORES, S.; et al.** “Mejora Continua: Implementación de las 5S en una microempresa. Revista Global de Negocios”. *Revista Global de Negocios* [en línea], 2018, (México) 6(5), pp. 99-100. [Consulta: 03 noviembre 2022]. ISSN 2328-4668. Disponible en: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3242326](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3242326)

## ANEXOS

### ANEXO A: LIMPIEZA DE TECHO, PINTADO Y CAMBIADO POR HOJAS TRANSLUCIDAS

#### ANTES

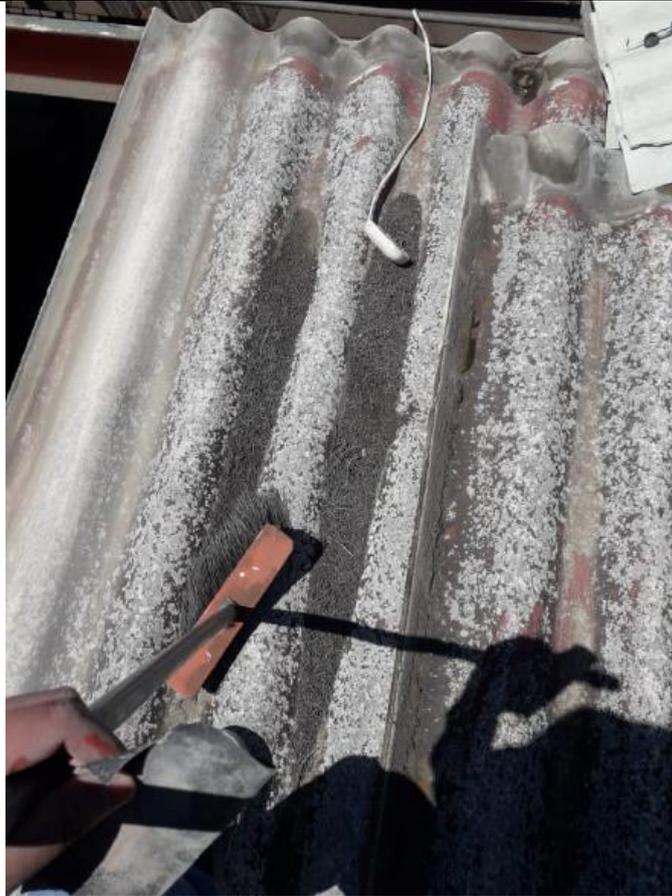


#### PROCESO

#### CAMBIO DE HOJAS DE ETERNIT POR HOJAS TRANSLUCIDAS



**ELIMINACIÓN DE IMPUREZAS Y RESIDUOS**



**PULIDO DEL TECHO**



**RESULTADOS DE LA LIMPIEZA Y PULIDO**



**PINTADO**



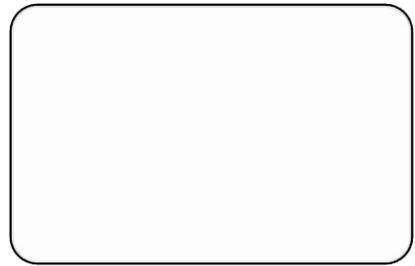
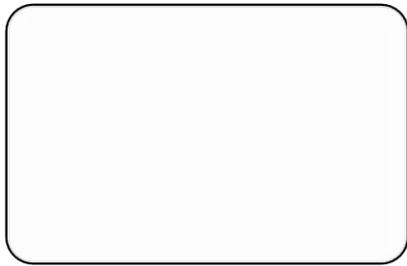
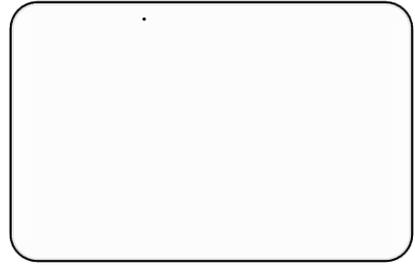
**RESULTADO FINAL**



## PINTADO DEL TECHO POR EL INTERIOR



**ANEXO B: DISEÑO DE MEJORA CONTINUA**



**ANEXO C: FORMATO DE SEGURIDAD**

# SEGURIDAD

2023

CERO ACCIDENTES

## SEGUIMIENTO

Cero accidentes dentro del Laboratorio de Mantenimiento Correctivo, matriz de registro semanal.



ANEXO D: FORMATO DE CALIDAD

### SEGUIMIENTO

Matriz de seguimiento de cumplimiento de las 5S dentro del Laboratorio de Mantenimiento Correctivo.



ELIMINAR (SEIRI)	SI	NO
HERRAMIENTAS		
MÓDULOS		
BASURA		
PISO LIBRE DE HERRAMIENTAS		

ORDEN (SEITON)	SI	NO
HERRAMIENTAS		
MÓDULOS		
EQUIPO DE PROTECCIÓN		
BASUREROS		
MATERIAL DIDACTICO		



DISCIPLINA (SHITSUKE)	SI	NO
CUMPLIR TAREAS		
PARTICIPACIÓN DE LOS ESTUDAIANTES		
CUMPLIMEINTO DE LAS 5S		

ESTANDARIZAR	SI	NO
EQUIPO DE PROTECCIÓN		
MÓDULOS EN SU LUGAR		
ILUMINACIÓN ADECUADA		
ERGONOMÍA		

LIMPIAR (SEISO)	SI	NO
HERRAMIENTAS		
MÓDULOS		
PISO		
BASURA		
PUESTOS DE TRABAJO		
ESTANTERIA		

# NUMERO DE LABORATORIOS

2023

## LABORATORIOS

### SEGUIMIENTO

Matriz de seguimiento de cumplimiento de laboratorios.



DATOS GENERALES	
<p>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE MECÁNICA INGENIERIA EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL</p> 	
ENCARGADO:	

TEMA	DÍA	MES	AÑO	OBSERVACIONES
LABORATORIO 1				
LABORATORIO 2				
LABORATORIO 3				
LABORATORIO 4				
LABORATORIO 5				
LABORATORIO 6				
LABORATORIO 7				
LABORATORIO 8				
LABORATORIO 9				
LABORATORIO 10				

# TIEMPO DE RESPUESTA

2023

## TIEMPO

### SEGUIMIENTO

Matriz de seguimiento de cumplimiento de Las tareas establecidas durante un tiempo determinado.



DATOS GENERALES			
TIPO:	PRUEBA		LABORATORIO
FECHA:			

TEMA	TIEMPO DE INICIO	TIEMPO FINAL	CUMPLE	
			SI	NO

DATOS GENERALES			
TIPO:	PRUEBA		LABORATORIO
FECHA:			

TEMA	TIEMPO DE INICIO	TIEMPO FINAL	CUMPLE	
			SI	NO

ANEXO T: LAYOUT

