



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO**

**“IMPLEMENTACIÓN DEL LABORATORIO DE
MANTENIMIENTO CORRECTIVO EN LA ESCUELA DE
INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO DE LA FACULTAD
DE MECÁNICA”**

**ANDRADE ARCOS MAURO
JÁCOME BAQUERO LUIS ALBERTO**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

RIOBAMBA – ECUADOR

2015

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

2013-02-05

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

**ANDRADE ARCOS MAURO
JÁCOME BAQUERO LUIS ALBERTO**

Titulada:

**“IMPLEMENTACIÓN DEL LABORATORIO DE MANTENIMIENTO
CORRECTIVO EN LA ESCUELA DE INGENIERIA DE MANTENIMIENTO
DE LA FACULTAD DE MECÁNICA”**

Sea aceptada con o parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

Ing. Marco Santillán Gallegos
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Eduardo Hernández
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Verónica Chávez
ASESORA DE TESIS

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: ANDRADE ARCOS MAURO

TÍTULO DE LA TESIS: “IMPLEMENTACIÓN DEL LABORATORIO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO EN LA ESCUELA DE INGENIERIA DE MANTENIMIENTO DE LA FACULTAD DE MECÁNICA”

Fecha de Examinación: 2015-04-08

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Marco Santillán. PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Eduardo Hernández. DIRECTOR DE TESIS			
Ing. Verónica Chávez. ASESOR			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Marco Santillán
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: JÁCOME BAQUERO LUIS ALBERTO

TÍTULO DE LA TESIS: “IMPLEMENTACIÓN DEL LABORATORIO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO EN LA ESCUELA DE INGENIERIA DE MANTENIMIENTO DE LA FACULTAD DE MECÁNICA”

Fecha de Examinación: 2015-04-08

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Marco Santillán. PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Eduardo Hernández. DIRECTOR DE TESIS			
Ing. Verónica Chávez. ASESOR			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Marco Santillán
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

D E R E C H O S D E A U T O R Í A

El trabajo de grado que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos-científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

M a u r o A n d r a d e A r c o s

L u i s A l b e r t o J á c o m e B a q u e r o

DEDICATORIA

Esta tesis le dedico a mi Dios por escuchar mis plegarias, iluminar mi camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en las dificultades.

A mi familia, amigos y a todas las personas que de una u otra forma estuvieron apoyándome en este gran sueño que se volviera realidad, en especial a mi madre por el esfuerzo, sacrificio, por brindarme todo el amor, comprensión, confianza y el apoyo incondicional en cada momento de mi vida.

Mauro Andrade Arcos

A Dios, por ser la verdadera fuente de amor y sabiduría.

A mis padres, porque gracias a ellos nosotros vivimos con un compromiso de dedicación y esfuerzo. A mi querida hija puesto que el condicional abrazo me motivaba a seguir adelante y a las personas que estuvieron junto a mí con cada detalle de apoyo y motivación para seguir con este proyecto. A mis familiares y a quienes recién se sumaron a mi vida para hacerme compañía con sus sonrisas de ánimo, porque a lo largo de este trabajo aprendí que mi diferencia se convierte en riqueza cuando existe respeto y verdaderos conocimientos.

Luis Alberto Jácome Baquero

A G R A D E C I M I E N T O

A Dios ser maravilloso por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, que me dio la fuerza y fe para terminar lo que parecía imposible.

El agradecimiento eterno a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento, porque en sus aulas, recibimos el conocimiento intelectual y humano de cada uno de los docentes.

Especial agradecimiento a nuestro Director de Tesis el Ing. Eduardo Hernández y nuestra Asesora de Tesis la Ing. Verónica Chávez por todo el aporte brindado en el desarrollo de esta tesis.

M a u r o A n d r a d e A r c o s

Agradecemos a Dios y a mis padres por ser guía y fuerza en mi vida. A la ESPOCH, Facultad de Mecánica, Escuela de Ingeniería de Mantenimiento, porque en sus aulas, recibí el conocimiento intelectual y humano de cada uno de los docentes en especial agradecimiento a nuestro Director de Tesis el Ing. Eduardo Hernández y a nuestra querida Ing. Verónica Chávez por sus consejos y amistad.

L u i s A l b e r t o J á c o m e B a q u e r o

C O N T E N I D O S

P á g .

1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Planteamiento del problema	1
1.1.1	<i>Contextualización</i>	1
1.1.2	<i>Análisis crítico</i>	1
1.1.3	<i>Prognosis</i>	1
1.1.4	<i>Delimitación del problema</i>	2
1.2	Formulación del problema	2
1.3	Justificación de la investigación.....	2
1.3.1	<i>Interés de la Investigación</i>	2
1.3.2	<i>Utilidad teórica</i>	3
1.3.3	<i>Utilidad práctica</i>	3
1.3.4	<i>Novedad científica</i>	3
1.3.5	<i>Factibilidad</i>	3
1.4	Objetivos	4
1.4.1	<i>Objetivo general</i>	4
1.4.2	<i>Objetivos específicos</i>	4
2.	MARCO TEÓRICO	5
2.1	Las 5 S's Japonesas	5
2.1.1	<i>¿Por qué las 5 S's?</i>	5
2.1.2	<i>Resultado de aplicación de las 5 S's</i>	6
2.1.3	<i>Beneficios del método de 5 S's</i>	6
2.1.4	<i>Desarrollo de las 5 S's Japonesas</i>	6
2.2	Mantenimiento Autónomo	7
2.2.1	<i>Características del Mantenimiento Autónomo</i>	8
2.2.2	<i>Resultados del Mantenimiento Autónomo</i>	8
2.2.3	<i>Implementando el Mantenimiento Autónomo</i>	8
2.3	Seguridad e higiene industrial.....	9
2.3.1	<i>La higiene en las industrias</i>	9
2.3.2	<i>La práctica de la higiene industrial</i>	9
2.3.3	<i>La seguridad industrial</i>	10
2.3.4	<i>Implementación de un plan de seguridad e higiene industrial</i>	10
2.3.5	<i>Propuesta para la señalización industrial</i>	10
2.3.6	<i>Clases de señales y su utilización</i>	11
2.3.7	<i>Estudios de equipos de Protección Personales</i>	12
2.3.8	<i>Equipos de Protección Personal (EPP)</i>	12
2.3.9	<i>Propuesta para la implementación del sistema contra incendios</i>	14
2.3.10	<i>Factores que inducen a la producción de incendios</i>	15
2.3.11	<i>Clasificación de los fuegos</i>	15
2.3.12	<i>Métodos de extinción de incendios</i>	17
2.3.13	<i>Selección de extintores</i>	17
2.3.14	<i>Determinación de las clases de fuego</i>	18
2.3.15	<i>Propuesta para la adquisición y ubicación de extintores</i>	19
2.3.16	<i>Mapa de ubicación de extintores</i>	20

2.3.17	<i>Propuestas para mejorar la clasificación de desechos</i>	20
2.3.18	<i>Tipos de desechos</i>	21
2.3.19	<i>Riesgos de trabajo</i>	22
2.3.20	<i>Factores de riesgo</i>	22
2.4	Organización de laboratorios y puestos de trabajo.....	25
2.5	Distribución y dimensionamiento de laboratorios.....	25
3.	DISTRIBUCIÓN DEL LABORATORIO DE MANTENIMIENTO	
	CORRECTIVO	26
3.1	Ubicación geográfica	26
3.1.1	<i>Macro localización</i>	26
3.1.2	<i>Micro localización</i>	27
3.2	Distribución del espacio físico del laboratorio de Mantenimiento Correctivo... 28	
3.2.1	<i>Levantamiento de información de la situación actual</i>	28
3.2.2	<i>Distribución y organización del laboratorio, esquemas y fotografías</i>	28
3.2.3	<i>Prácticas de laboratorios que actualmente se desarrollan</i>	29
3.2.4	<i>Inventario de equipos</i>	29
3.3	Elaboración de las guías de laboratorio de Mantenimiento Correctivo.....	31
3.3.1	<i>Estructura de las guías de laboratorio</i>	31
3.4	Equipos, herramientas y bancos de trabajo.....	31
3.4.1	<i>Equipos y/o máquinas del laboratorio de Mantenimiento Correctivo</i>	31
3.4.2	<i>Herramientas del laboratorio de Mantenimiento Correctivo</i>	34
3.4.3	<i>Listado de herramientas del laboratorio de Mantenimiento Correctivo</i>	35
3.4.4	<i>Bancos de trabajo del laboratorio de Mantenimiento Correctivo</i>	36
4.	SISTEMA DE MEJORAMIENTO CONTINUO	37
4.1	Implementación de las 5 S en el Laboratorio de Mantenimiento Correctivo.....	37
4.1.1	<i>Aplicación del método de las 5 "S"</i>	37
4.1.2	<i>Auditoría de las 5 "S"</i>	42
4.2	Implementación del Mantenimiento Autónomo	43
4.2.1	<i>Desarrollo de las etapas del Mantenimiento Autónomo</i>	44
4.3	Implementación de un plan de seguridad e higiene industrial en el laboratorio .47	
4.3.1	<i>Propuesta para la señalización en el laboratorio</i>	47
4.3.2	<i>Estudios de Equipos de Protección Personal (EPP) en el laboratorio</i>	49
4.3.3	<i>Selección del extintor sugerido contra incendio en el laboratorio</i>	50
4.3.4	<i>Propuestas para mejorar la clasificación de desechos</i>	51
5.	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	53
5.1	Procesos de mantenimiento.....	53
5.1.1	<i>Políticas</i>	53
5.2	Componentes funcionales.....	55
5.3	Estrategias de mantenimiento.....	57
5.4	Elaboración de un manual de mantenimiento.....	58
5.4.1	<i>Procedimiento para ingresar al laboratorio</i>	58
5.4.2	<i>Instructivo para realizar las prácticas</i>	58
5.4.3	<i>Mantenimiento del laboratorio de Mantenimiento Correctivo</i>	59
6.	RESULTADOS, EVALUACIÓN Y ESTADÍSTICAS DEL	
	LABORATORIO	61

6.1	Análisis de funcionalidad del laboratorio.....	61
6.1.1	<i>Desarrollo de la encuesta del laboratorio de Mantenimiento Correctivo</i>	62
6.2	Evaluación del medio ambiente laboral.....	65
6.2.1	<i>Riesgos de trabajo</i>	65
6.3	Evaluación de riesgos.....	73
6.3.1	<i>Análisis de Matriz de Riesgo</i>	73
6.3.2	<i>Tabla matriz de riesgo para el laboratorio de Mantenimiento Correctivo</i>	74
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	75
7.1	Conclusiones.....	75
7.2	Recomendaciones.....	76

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

Pág.

1	Pasos del M antenimiento Autónom o.....	9
2	Colores de seguridad y su significado.....	10
3	Selección de extintores.....	18
4	Selección de extintores por área a proteger en (m ²).....	18
5	Clasificación de los desechos por colores.....	21
6	Niveles de iluminación recomendados	24
7	Tiempo permitido según decreto 2393, Art. 55	24
8	Tipo de riesgo según la dosis de exposición	24
9	Tipos de riesgos según el valor de temperatura	25
10	Asignaturas de la Facultad de Mecánica.....	28
11	Inventario M otores de com bustión interna	30
12	Inventario partes de motores	30
13	Inventario otros equipos.....	30
14	M uebles y encerres.....	30
15	Ficha técnica del tornillo de banco	32
16	Ficha técnica del compresor.....	32
17	Ficha técnica del taladro pedestal	33
18	Ficha técnica del esmeril eléctrico	33
19	Ficha técnica del compresor multímetro digital.....	34
20	Ficha técnica del compresor llave neum ática de im pacto	34
21	Herram ientas del laboratorio.....	35
22	Herram ientas que hacen falta en el laboratorio de M antenimiento Correctivo	35
23	M uebles y enseres en el laboratorio de M antenimiento Correctivo	36
24	Check list para los estudiantes	41
25	Auditoria de las 5 “S” del laboratorio de reparaciones.....	42
26	Reporte de estado de herramientas y equipos.....	45
27	Formato de sugerencias.....	46
28	Riesgos en el laboratorio de M antenimiento Correctivo	49
29	Equipos a utilizar en las máquinas del laboratorio	50
30	Selección de extintores.....	51
31	Solicitud de herramientas.....	55
32	Componentes funcionales (Herramientas).....	56
33	Componentes funcionales (Equipos).....	57
34	Componentes funcionales (M uebles/Enseres).....	57
35	¿Actualmente están realizando prácticas de laboratorio?	62
36	¿El laboratorio tiene guía para las prácticas definidas?	62
37	¿El ambiente de trabajo es adecuado?.....	63
38	¿El tamaño del espacio físico es adecuado?.....	63
39	¿Tiene herramientas adecuadas?.....	64
40	¿Cuenta con el tiempo suficiente para cada práctica?.....	64
41	Tiempo de exposición diaria del artículo 75, decreto No. 594	66
42	Datos de los decibeles de los equipos	67
43	Nivel de iluminación recomendado según 2393 (IESS)	68
44	Datos de iluminación del laboratorio	68
45	Datos de temperatura del laboratorio	70
46	Valoración de riesgos.....	73

LISTA DE FIGURAS

	P á g .
1 Las 5 S's.....	5
2 Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar.....	6
3 Limpieza - Inspección.....	7
4 Señales de advertencia.....	11
5 Señales de prohibición.....	11
6 Señales de obligación.....	11
7 Señales de salvamento o evacuación.....	12
8 Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios.....	12
9 Protección ocular.....	13
10 Protección de la cabeza.....	13
11 Protección auditiva.....	13
12 Protección de las manos.....	14
13 Protección respiratoria.....	14
14 Protección de los pies.....	14
15 Clases de fuego tipo A.....	15
16 Clases de fuego tipo B.....	16
17 Clases de fuego tipo C.....	16
18 Clases de fuego tipo D.....	16
19 Triangulo de fuego.....	17
20 Clases de Extintores.....	17
21 Símbolo de reciclable.....	21
22 Nivel de iluminación.....	23
23 Macro localización de Chimborazo.....	27
24 Micro localización Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.....	27
25 Laboratorio de mantenimiento correctivo.....	29
26 Estado inicial del laboratorio.....	37
27 Plancha de mármol.....	38
28 Las 10 razones para aplicar las 5 "S".....	41
29 Mantenimiento Autónomo.....	44
30 Mantenimiento Autónomo.....	46
31 Señales de advertencia.....	47
32 Señales de prohibición.....	48
33 Señales de obligación.....	48
34 Señales de seguridad o salvamento.....	48
35 Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios.....	49
36 Ubicación de extintores.....	51
37 Ubicación de los basureros en el laboratorio.....	52
38 Hoja de encuestas del aprendizaje.....	61
39 ¿Actualmente están realizando prácticas de laboratorio?.....	62
40 ¿El laboratorio tiene guía para las prácticas definidas?.....	63
41 ¿El ambiente de trabajo es adecuado?.....	63
42 ¿El tamaño del espacio físico es adecuado?.....	64
43 ¿Tiene herramientas adecuadas?.....	64
44 ¿Cuenta con el tiempo suficiente para cada práctica?.....	65
45 Mediciones del ruido de los equipos del laboratorio.....	67
46 Datos tomados del esmeril eléctrico.....	67

47	M ediciones de iluminación en el laboratorio	69
48	M ediciones de iluminación en un banco de trabajo	69
49	U bicación de los pupitres	71
50	M esas de trabajo	72
51	T ableros de herramientas	72

LISTA DE ANEXOS

A	Plan de mantenimiento del laboratorio de Mantenimiento Correctivo
B	Matriz de riesgo del laboratorio
C	Procedimiento para ingresar al laboratorio de Mantenimiento Correctivo
D	Instructivo de limpieza
E	Diagrama de estandarización del Mantenimiento Autónomo
F	Uso del compresor
G	Uso del taladro de banco
H	Uso del esmeril eléctrico de banco
I	Uso de la pistola neumática
J	Uso del tornillo de banco
K	Uso de las herramientas manuales
L	Hoja diaria de Mantenimiento Autónomo (taladro, esmeril eléctrico y prensa)
M	Hoja diaria de Mantenimiento Autónomo (compresor)
N	Hoja de control del laboratorio de Mantenimiento Correctivo
O	Esquema del laboratorio de Mantenimiento Correctivo
P	Esquema señalización del laboratorio de Mantenimiento Correctivo
Q	Desarrollo de los laboratorios de Mantenimiento Correctivo

RESUMEN

El laboratorio de Mantenimiento Correctivo está ubicado en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Con el desarrollo de este trabajo de titulación, el estudiante realizará las prácticas de mantenimiento correctivo, bajo un ambiente que favorecerá al desarrollo de destrezas y habilidades en el manejo de herramientas y equipos, de tal manera que las actividades correctivas tengan los resultados adecuados.

Como punto de partida, se efectuó el levantamiento de la información de la situación en la que se encontraba el laboratorio mediante un inventario general. Posteriormente se implementó las 5 S's, en donde se ejecutaron los siguientes pasos metodológicos propios de la metodología: clasificación, organización, limpieza, estandarización y liderazgo.

El Mantenimiento Autónomo fue el siguiente paso a desarrollarse. Aquí se creó la documentación técnica e instructiva, de utilización y mantenimiento de los equipos y herramientas, así como las políticas y el proceso que mantendrá implementada la metodología.

Con el objetivo de concientizar a los estudiantes en la obligación y respeto a la seguridad e higiene personal, se creó un sistema de señalización sobre uso de EPP's, riesgo y clasificación de desechos; también se estableció un método de protección contra incendios.

Finalmente, se elaboró un plan de mantenimiento basado en el análisis de los manuales técnicos y recomendaciones del fabricante, con el propósito de minimizar los mantenimientos correctivos y así garantizar la funcionabilidad y disponibilidad de los equipos, herramientas e instalaciones del laboratorio, garantizando el desarrollo de las prácticas en óptimas condiciones; mismo que será ejecutado semestralmente con la participación conjunta de docentes y estudiantes.

ABSTRACT

The Corrective Maintenance Laboratory is located at the Faculty of Mechanics of Escuela Superior Politecnica de Chimborazo. The student will carry out practices of corrective maintenance by the means of this work under an environment that will benefit the development of skills and abilities on tools and equipment management, so corrective activities will reach the appropriate results.

First, information about the current situation of the laboratory through a general inventory was collected. After, the 5 S's, were implemented; the following appropriate methodology steps were executed: classification, organization, clearance, standardization and leadership.

Then, Autonomous Maintenance was developed. Here, technical documentation, and manuals of using and maintenance of equipment tools, policies, and the process will support the methodology were created.

A signaling system of the use of EPP's was created in order to raise awareness of students about obligation and respect of personal security and hygiene. A protection method against fire was established as well.

Finally, a maintenance plan based on the analysis of technical manuals and recommendations for manufacture was performed in order to decrease corrective maintenance and guarantee working and availability of equipment, tools and laboratory installations, so development of practices in optimal conditions was guaranteed which will be executed by teachers and students every six months.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del problema

1.1.1 Contextualización. Frente a la necesidad de entregar profesionales con títulos terminales de tercer nivel, el 22 de junio de 1999 mediante resolución 2133HCP.99, del H. Consejo Politécnico se creó la carrera de INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO sumándose a la que hasta en ese entonces fue la escuela de Tecnología de Mantenimiento Industrial para formar profesionales con el siguiente perfil.

- Realizar el montaje y mantenimiento de maquinarias.
- Brindar mantenimiento a equipos e instrumentos
- Dirigir procesos de manufactura
- Contribuir en el diseño mecánico
- Ejecutar el control de calidad

Para ayudar con la formación se han implementado y actualizado algunos laboratorios, sin embargo aún no se cuenta con el laboratorio de mantenimiento correctivo, mismo que es de vital importancia para consolidar los fundamentos teóricos con conocimientos prácticos.

1.1.2 Análisis crítico. El laboratorio de Mantenimiento Correctivo en la Facultad de Mecánica no cumple con los requerimientos necesarios para la instrucción del estudiante en mantenimiento y reparaciones de elementos mecánicos, el ambiente es inapropiado para el desarrollo de las prácticas técnicas.

La carencia de documentación técnica, planes de mantenimiento, equipos y herramientas dificultan que los estudiantes apliquen los conocimientos teóricos en la práctica, esto retrasando el desarrollo de sus destrezas, habilidades en el manejo de herramientas y equipos, afectando al desarrollo del aprendizaje del estudiante.

1.1.3 Prognosis. La falta de un laboratorio debidamente equipado en la Facultad de

Mecánica afecta a las diferentes escuelas, la misma que retrasa en el aprendizaje, familiarización y la utilización correcta de herramientas en la reparación y mantenimiento de equipos o elementos mecánicos. La falta de prácticas técnicas en el laboratorio afecta al profesional ya en el campo laboral.

1.1.4 Delimitación del problema.

Temporal. La presente investigación se realizará entre el año 2013 y 2015.

Espacial. La presente investigación se realizará en Facultad de Mecánica de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento.

Contenido:

Campo: Industrial.

Área: Mecánica.

Aspecto: Reparaciones y mantenimiento.

Geográfica: Se ubica en Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

1.2 Formulación del problema

¿Cómo incide la implementación del laboratorio de reparaciones en la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento de la Facultad de Mecánica al desarrollo de proceso, enseñanza y aprendizaje de los estudiantes?

1.3 Justificación de la investigación

Para justificar el estudio y su implementación se establecen los siguientes puntos:

1.3.1 Interés de la Investigación. Es de interés la realización de esta investigación para determinar los componentes del laboratorio de Mantenimiento Correctivo en la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento de la Facultad de Mecánica, en base a las necesidades de los estudiantes, estableciendo el tipo de conocimientos que se llevarán a la práctica, la estructura organizativa mediante estudio de las etapas para su planificación, colocación de herramientas e inicio de sus actividades.

Se ha tomado la iniciativa de implementar el laboratorio de Mantenimiento Correctivo en la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento de la Facultad de Mecánica; para permitir que los estudiantes tengan un laboratorio idóneo para realizar las prácticas de las materias relacionadas a mantenimiento y reparación de las diferentes escuelas que conforman la Facultad de Mecánica, mediante el uso de técnicas adecuadas de mantenimiento. De esta manera se conseguirá una mejor formación académica y profesional en los futuros expertos en el área de mantenimiento industrial.

1.3.2 Utilidad teórica. Permitirá conocer los conceptos y definiciones de las categorías del estudio, de los componentes del laboratorio de mantenimiento correctivo, estableciendo sus características organizacionales, estructurales, sus componentes, en base al criterio de varios autores que se incluirá en el marco teórico, que fundamenta los 4 puntos esenciales del laboratorio. Los cuales son:

- Las 5 S´ Japonesas.
- Mantenimiento autónomo.
- Seguridad e higiene Industrial.
- Organización de laboratorios, talleres.

1.3.3 Utilidad práctica. El estudio permitirá aportar con el desarrollo práctico de los estudiantes, llevando al desarrollo de habilidades, aptitudes y destrezas para identificar, analizar, diagnosticar y corregir fallas en los diferentes elementos o mecanismos de una máquina.

1.3.4 Novedad científica. En la entidad no se ha desarrollado un estudio que ayude a la aplicación de un laboratorio en base a las necesidades de los estudiantes, se ha mantenido como un aspecto esencial para mejorar la calidad de la educación al nivel integral, logrando estimular el conocimiento científico.

1.3.5 Factibilidad. Se cuenta con el apoyo de las autoridades de la Facultad de Mecánica para su implementación, en base a los requerimientos y exigencias de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento, además con las herramientas técnicas para su implementación.

1.4 O b j e t i v o s

1.4.1 *Objetivo general.* Implementar el laboratorio de mantenimiento correctivo en la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento de la Facultad de Mecánica.

1.4.2 *Objetivos específicos:*

Distribuir y organizar el laboratorio de mantenimiento correctivo en función de sus requerimientos y de su espacio físico.

Implementar la metodología de las 5S's en el Laboratorio de mantenimiento correctivo.

Implementar el mantenimiento autónomo.

Elaborar el plan de mantenimiento para el Laboratorio de Mantenimiento Correctivo con los procedimientos respectivos.

Crear una señalización industrial adecuada para el laboratorio de mantenimiento correctivo.

Elaborar los procedimientos de trabajo y seguridad industrial para el laboratorio de mantenimiento correctivo.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Las 5 S's Japonesas

Las 5 S's representan acciones que son principios expresados con cinco palabras japonesas que comienza por S. Cada palabra tiene un significado importante para la creación de un lugar digno y seguro donde trabajar. Estas cinco palabras son:(DORBESSAN, 2006 págs. 19 - 20)

- SEIRI – CLASIFICAR Y DESCARTAR. Mantener sólo lo necesario para realizar las tareas.
- SEITON – ORGANIZAR. Mantener las herramientas y equipos en condiciones de fácil utilización.
- SEISO – LIMPIAR. Mantener limpios los lugares de trabajo, las herramientas y los equipos.
- SEIKETSU – ESTANDARIZAR. Mantener y mejorar los logros obtenidos.
- SEIKETSUKE – AUTODISCIPLINA. Cumplimiento de las normas establecidas.

Figura 1. Las 5 S's



Fuente:http://www.paritarios.cl/especial_las_5s.htm

2.1.1 ¿Por qué las 5 S's? Es una técnica que se aplica en todo el mundo con excelentes resultados y efectividad. Su aplicación mejora los niveles de calidad, eliminación de tiempos muertos y reducción de costos.

La aplicación de esta Técnica requiere el compromiso personal y duradero para que el entorno de trabajo tenga un modelo de organización, limpieza, seguridad e higiene (ROSAS, 2010).

2.1.2 Resultado de aplicación de las 5 S's. Estudios estadísticos en empresas de todo el mundo que tienen implantado este sistema demuestran que la aplicación de las tres primeras S's, logran los siguientes efectos: reducción del 40% de sus costos de mantenimiento, del 70% del número de accidentes y crecimiento del 15% del tiempo medio entre fallas (ROSAS, 2010).

2.1.3 Beneficios del método de 5 S's. Hace que la mejora continua sea una tarea de todos, dado que la implantación del método de "las 5S's" se basa en el trabajo en equipo (REY SACRISTÁN, 2009).

2.1.4 Desarrollo de las 5 S's Japonesas.

Seiri: Desechar lo que no se necesita. Consiste en retirar del área de trabajo todos aquellos elementos que no son necesarios para realizar la labor, ya sea en áreas de producción o en áreas administrativas. Esto nos permite aprovechar lugares despejados (REY SACRISTÁN, 2009).

Seiton: Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar. Después de que nos hemos deshecho de los elementos innecesarios, el siguiente paso es ordenar los elementos de trabajo que se utilizan.

El propósito es mantener los elementos de trabajo necesarios en forma ordenada, identificada y en sitios de fácil acceso para su uso.

Figura 2. Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar



Fuente: http://www.paritarios.cl/especial_las_5s.htm

Seiso: Mantener limpio el puesto de trabajo y los equipos, prevenir la suciedad y el desorden. Seiso significa eliminar el polvo y suciedad de todos los elementos de una fábrica. Desde el punto de vista del TPM, implica inspeccionar el equipo durante el proceso de limpieza. Se identifican problemas de escapes, averías, fallos o cualquier tipo de FUGUAI. Esta palabra japonesa significa defecto o problema existente en el sistema productivo (REY SACRISTÁN, 2009).

Figura 3. Limpieza - Inspección



Fuente: <http://www.ceim.cl/areas-de-formacion/mecanica-industrial-construccion-y-montaje/>

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

Shitsuke: Disciplina. Crear hábitos basados en las 4S's anteriores. Significa convertir en hábito el empleo y utilización de los métodos establecidos y estandarizados para la limpieza en el lugar de trabajo y modificar aquellos que pueden echar atrás lo que se ha logrado con las 4 S's (5`S: Un Método Eficaz para el Éxito en la Organización y Productividad Empresarial, 2012).

2.2 Mantenimiento Autónomo

El Mantenimiento Autónomo es una parte fundamental en el Mantenimiento Productivo Total, TPM (Total Productive Maintenance). Está compuesto por un conjunto de actividades que se realizan diariamente por todos los trabajadores en los equipos que operan, incluyendo inspección, lubricación, limpieza, intervenciones menores, cambio de herramientas y piezas, estudiando posibles mejoras, analizando y solucionando prob

lem as de equipo y acciones que conduzcan a mantener el equipo en las mejores condiciones de funcionamiento (CUATRECASAS, 2000-2003).

2.2.1 Características del Mantenimiento Autónomo. Una de las características principales del Mantenimiento Autónomo es que todo el personal que hace parte del proceso de producción participa en las actividades de mantenimiento.

- Mantenimiento autónomo es una actividad de equipo que involucra a todo el personal: producción, mantenimiento e ingeniería, crea que todos los empleados participen activamente, desde la alta gerencia, hasta los operarios.
- Ayuda a aumentar las habilidades de los operadores y fortalece la comunicación, cooperación entre los departamentos de Producción, Mantenimiento e ingeniería.
- Fomenta la participación y la motivación, a través de la constitución de pequeños grupos de trabajo (CÁRCEL CARRASCO, 2014).

2.2.2 Resultados del Mantenimiento Autónomo. Mediante la implementación del Mantenimiento Autónomo obtienen los siguientes resultados:

- Mejora las inspecciones de rutina y los procesos de mantenimiento.
- Promueve la detección temprana de fallas potenciales.
- Ayuda a mejorar las condiciones del equipo mediante la identificación y el control de los factores que contribuyen a las pérdidas crónicas en el equipo. (CÁRCEL CARRASCO, 2014).

2.2.3 Implementando el Mantenimiento Autónomo.

La implementación del mantenimiento autónomo es una serie de pasos que ha sido diseñada para cumplir propósitos específicos en la mejora industrial para crear progresivamente una cultura de cuidado permanente del sitio de trabajo. (GALLARA, 2009).

Los pasos del método de desarrollo del mantenimiento autónomo citamos en la tabla 1.

Tabla 1. Pasos del Mantenimiento Autónomo

Pasos del Mantenimiento Autónomo		
Pasos	Nombre	Actividades a realizar
1	Limpieza e inspección	Eliminación de suciedad, escapes, polvo, identificación de Fallas.
2	Eliminar las fuentes de contaminación y áreas inaccesibles.	<ul style="list-style-type: none"> • Acciones correctivas para eliminar las causas que producen deterioro acumulado en los equipos. • Evitar que nuevamente se ensucie el equipo • Facilitar su inspección al mejorar el acceso a los sitios difíciles que requieren limpieza y control • Reducción del tiempo empleado para la limpieza
3	Estandares de limpieza y lubricación	Se diseñan y aplican estándares provisionales para mantener los procesos de limpieza, lubricación y apriete. Una vez validados se establecerán en forma definitiva.
4	Inspección general orientada	Entrenamiento para la inspección haciendo uso de manuales, eliminación de pequeñas averías y mayor conocimiento del equipo a través de la inspección.
5	Inspección autónoma	Formulación e implantación de procedimientos de control autónomo.
6	Organización y ordenamiento	Estandarización de los elementos a ser controlados. Elaboración de estándares de registro de datos, controles a herramientas, moldes, medidas de producto, patrones de calidad, etc. Aplicación de estándares.
7	Control autónomo total	Aplicación de políticas establecidas por la dirección de la empresa. Empleo de tableros de gestión visual y tablas.

Fuente: <http://hemaruce.angelfire.com/EM A .pdf>

2.3 Seguridad e higiene industrial.

La verdadera necesidad de la seguridad organizada se hizo patente con la Revolución Industrial, ya que vino acompañada de condiciones de trabajo inadecuadas y totalmente inseguras, ocasionando muertes por accidentes profesionales y mutilaciones con mucha frecuencia (FERRARI GOELZER, 2001.).

2.3.1 La higiene en las industrias. La higiene industrial es la especialidad profesional ocupada en preservar la salud de los trabajadores en su tarea. El responsable de Seguridad e Higiene debe tener conocimiento de los compuestos tóxicos más comunes de uso en la industria, así como de los principios para su control (KEYSER, 2012.).

2.3.2 La práctica de la higiene industrial. Las etapas clásicas de la práctica de la higiene industrial son las siguientes:

- Evaluación de los peligros, un proceso que permite valorar la exposición y extraer conclusiones sobre el nivel de riesgo para la salud humana.
- Prevención y control de riesgos, un proceso que consiste en desarrollar e implantar estrategias para eliminar o reducir a niveles aceptables la presencia de agentes y factores nocivos en el lugar de trabajo, teniendo también en cuenta la protección del medio ambiente (FERRARI GOELZER, 2001.).

2.3.3 La seguridad industrial. La empresa establece normas y procedimientos con el fin de evitar accidentes y enfermedades ocupacionales-profesionales, causados por los diferentes tipos de agentes. (HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL, 2011).

2.3.4 Implementación de un plan de seguridad e higiene industrial. Los procedimientos seguros, la higiene y limpieza en las áreas de trabajo e instalaciones, la buena salud de los trabajadores, su ambiente laboral, trae grandes beneficios en calidad, productividad, compromiso y crecimiento de la industria.

2.3.5 Propuesta para la señalización industrial. La información que se recibe el personal, puede venir expresada en forma de códigos establecidos y que correctamente interpretados nos darán una información útil para actuar ante una determinada situación. A este sistema de códigos o lenguaje lo denominamos señalización. Los símbolos, formas y colores deben sujetarse a las disposiciones de las normas del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN 439). (NTE INEN 439, 1984).

Tabla 2. Colores de seguridad y su significado

Color	Significativo	Indicaciones
Rojo	Señal de prohibición	Comportamientos peligrosos.
	Peligro-alarma	Alto, parada, dispositivos de desconexión, de emergencia, evacuación.
	Materiales y equipos de lucha contra incendios	Identificación y localización.
Amarillo	Señal de advertencia	Atención, precaución, verificación.
Celeste	Señal de obligación	Comportamiento o acción específica.
		Obligación de utilizar un equipo de protección individual.
Verde	Señal de salvamento auxilio	Puertas, salidas, material, puestos de salvamento o socorro.
	Situación de seguridad	Vuelta a la normalidad

Fuente: Autores

2.3.6 Clases de señales y su utilización.

Señales de Advertencia: Su forma es triangular, pictograma negro sobre fondo amarillo (el amarillo deberá cubrir como mínimo el 50 % de la superficie de la señal) y con bordes negros.

Figura 4. Señales de advertencia



Fuente: http://www.uclm.es/cr/fquimicas/menu_principal/07-planes_autoproteccion/documentacion/guia_seguridad_laboratorio.pdf

Señales de prohibición: Su forma es redonda. Pictograma negro sobre fondo blanco, bordes y banda (transversal descendente de izquierda a derecha atravesando el pictograma a 50° respecto a la horizontal) rojos (el rojo deberá cubrir como mínimo el 35 % de la superficie de la señal).

Figura 5. Señales de prohibición



Fuente: <http://seguridadindustrial.com/arek.blogspot.com/2008/sealizaciones-de-seguridad.html>

Señales de Obligación: Su forma es redonda. Pictograma blanco sobre fondo azul (el azul deberá cubrir como mínimo el 50 % de la superficie de la señal).

Figura 6. Señales de obligación



Fuente: <http://www.elportaldeasalud.com/clasificacion-de-senales-en-salud-ocupacional>

Señales de seguridad o salvamento: Su forma es rectangular o cuadrada. Pictograma blanco sobre fondo verde (el verde deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal).

Figura 7. Señales de salvamento o evacuación



Fuente: http://pcpiluisvives.webcindario.com/Actividad%20120%20R_L_senalizacion_1.htm

Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios: Su forma es rectangular o cuadrada. Pictograma blanco sobre fondo rojo (el rojo deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la señal).

Figura 8. Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios



Fuente: http://pcpiluisvives.webcindario.com/Actividad%20120%20R_L_senalizacion_1.htm

2.3.7 Estudios de equipos de Protección Personales. El uso de equipo de protección personal es importante en el desarrollo de las actividades en la industria, indispensable para reducir los riesgos.

2.3.8 Equipos de Protección Personal (EPP).

Ropa de trabajo

La ropa de trabajo debe estar ajustada al cuerpo del trabajador, sin perjuicio de su comodidad y facilidad de movimientos. Las mangas deben ser cortas y cuando sean largas se enrollarán siempre hacia adentro (CORTÉS DÍAS, 2012.).

Protección ocular

Los riesgos a cubrir es la proyección de partículas (cuando se realiza trabajos de esmeriles, maquinarias, pulidoras, cortadoras, en equipos eléctricos, etc.).

Figura 9. Protección ocular



Fuente:[http://normativa.eppetroecuador.ec:Elementos+de+Proteccion+Personal+\(v01\)](http://normativa.eppetroecuador.ec:Elementos+de+Proteccion+Personal+(v01))

Protección de la cabeza

Su utilización en aquellos puestos o lugares donde exista peligro de impacto o penetración de objetos que caen o se proyectan.

Figura 10. Protección de la cabeza



Fuente:[http://normativa.eppetroecuador.ec:Elementos+de+Proteccion+Personal+\(v01\)](http://normativa.eppetroecuador.ec:Elementos+de+Proteccion+Personal+(v01))

Protección auditiva

Protege a los oídos cuando exista exposición a ruido que exceda de un nivel diario equivalente de 80 dB o de un nivel de pico de 110 dB.

Figura 11. Protección auditiva



Fuente:[http://normativa.eppetroecuador.ec:Elementos+de+Proteccion+Personal+\(v01\)](http://normativa.eppetroecuador.ec:Elementos+de+Proteccion+Personal+(v01))

Protección de las manos

Un guante es un equipo de protección individual que protege la mano o una parte de ella contra riesgos. En algunos casos puede cubrir parte del antebrazo y el brazo. Los

guantes de seguridad se utilizarán en la manipulación de materiales y herramientas con el fin de evitar golpes, heridas, cortes, etc.

Figura 12. Protección de las manos



Fuente: [http://normativa.eppetroecuador.ec:Elementos+de+Proteccion+Personal+Trabajo+\(v01\)](http://normativa.eppetroecuador.ec:Elementos+de+Proteccion+Personal+Trabajo+(v01))

Protección respiratoria

Los equipos de protección respiratoria, son de protección individual de las vías respiratorias donde haya riesgo de emanaciones nocivas tales como gases, polvo y humos, adaptando el filtro adecuado al contaminante existente. En el uso de la mascarilla y de los filtros se deberán seguir las recomendaciones del fabricante.

Figura 13. Protección respiratoria



Fuente: [http://normativa.eppetroecuador.ec:Elementos+de+Proteccion+Personal+Trabajo+\(v01\)](http://normativa.eppetroecuador.ec:Elementos+de+Proteccion+Personal+Trabajo+(v01))

Protección de los pies

El calzado profesional ofrecer una cierta protección contra los riesgos derivados de la realización de una actividad laboral en la cual exista peligro de golpes y/o caída de objetos, penetración de objetos, resbalones, contacto eléctrico, etc.

Figura 14. Protección de los pies



Fuente: <http://normativa.eppetroecuador.ec:Elementos+de+Proteccion+Personal+Trabajo>

2.3.9 Propuesta para la implementación del sistema contra incendios. Todo incendio tiene causas directas o inmediatas. Sin embargo, lo importante es que esas causas tienen su origen por actos inseguros de las personas o por condiciones inseguras del lugar.

Estos actos y condiciones son las causas básicas de los incendios.

2.3.10 Factores que inducen a la producción de incendios. Algunos factores que inician el proceso de combustión son:

- Electricidad (instalaciones defectuosas).
- Superficies calientes (calor proveniente de calderas, hornos, lámparas eléctricas).
- Chispas de combustión (hornos, procesos de esmerilado y soldadura).

2.3.11 Clasificación de los fuegos. Cuando se descubre un incendio, simultáneamente hay que efectuar dos acciones:

- Dar la alarma
- Usar los equipos destinados a extinguirlo

La Norma Ecuatoriana NTE INEN 0731 clasifica los fuegos en cuatro clases, y le asigna a cada clase un símbolo especial. Estos símbolos aparecen en los extintores, y permiten identificar si el extintor es apropiado para el tipo de fuego, los incendios se clasifican en:

Fuego clase "A"

Son incendios de materiales combustibles comunes como madera, tela, papel, caucho, plásticos y muchos derivados sintéticos. El símbolo que se usa es la letra A, en blanco, sobre un triángulo con fondo verde.

Figura 15. Clases de fuego tipo A



Fuente: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.n.te.0731.2009.pdf>

Fuego clase "B"

Son incendios de líquidos inflamables, líquidos combustibles, grasas de petróleo, alquitrán, aceites, pinturas a base de aceites, disolventes, lacas, alcoholes y grasas

inflamables. Su símbolo es una letra **B** en color blanco sobre un cuadrado con fondo rojo.

Figura 16. Clases de fuego tipo B



Fuente: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0731.2009.pdf>

Fuego clase "C"

Son incendios que involucran equipos eléctricos energizados. Exige para su extinción el principio de ahogamiento, caracterizado por los gases inertes, polvos químicos. Su símbolo es la letra **C** en color blanco sobre un círculo con fondo azul.

Figura 17. Clases de fuego tipo C

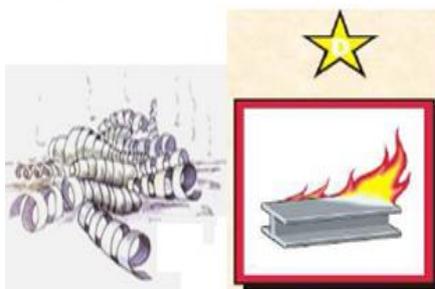


Fuente: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0731.2009.pdf>

Fuego clase "D"

Son incendios de metales combustibles como el magnesio, titanio, circonio, sodio, litio y potasio. Su símbolo es la letra **D** de color blanco en una estrella con fondo amarillo.

Figura 18. Clases de fuego tipo D



Fuente: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0731.2009.pdf>

2.3.12 Métodos de extinción de incendios. Se denomina así al conjunto de medidas tomadas a fin de disminuir o eliminar los efectos del fuego una vez que éste se ha producido. Los métodos de extinción se basan en la ruptura del triángulo del fuego. Combustible, oxígeno y calor.

Figura 19. Triangulo de fuego



Fuente: <http://www.extintoresmelisam.com.ar/categoria.php?id=496>

Los métodos de extinción son:

- Por enfriamiento
- Por sofocación
- Por aislamiento del combustible
- Por inhibición de la reacción en cadena

2.3.13 Selección de extintores. Para la implementación de un adecuado sistema de protección contra incendios y determinar los posibles agentes extintores debemos identificar la clase de fuego que podría producirse.

La mejor manera de protegernos del fuego es: “Estar preparados y saber cómo actuar”.

Figura 20. Clases de Extintores

Tipos de extintores	
TIPO A MADERA, PAPEL, TRAPO, Etc.	
TIPO B GLP, GASOLINA, PINTURAS, THINER	
TIPO C EQUIPOS ELECTRICOS CONECTADOS	
TIPO D METALES COMBUSTIBLES	

Fuente: <http://centuryfactory.com/norma.php>

La clase y utilización de extintores se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 3. Selección de extintores

Clases de extintores	Clases de fuego				
	A	B	C	D	K
	Sólidos	Líquidos y gases	Electric.	Metales especiales	Materia orgánica
Agua pulverizada	xxx	xx	(x)		
Agua a chorro	xx				
Polvo BC (convencional)	(x)	xxx	xx		
Polvo ABC (polivalente)	xx	xx	xx	xx	
Polvo específico metales				xx	
Espuma física	xx	xx			
Anhídrido carbónico (CO ₂)	x	x	xxx		
Hidrocarburos halogenados	x	xx	xxx		
Muy adecuados: xxx	Adecuado: xx		Aceptable: x		Poco eficiente (x)

Fuente: Reglamento de protección contra incendios R.D. 1942/1993. BOE 14.12.1993

Tabla 4. Selección de extintores por área a proteger en (m²)

Descripción		Área a proteger (m ²)					
		≤ 250	250 - 500	501 - 750	751 - 1000	1001 - 1250	1251 - 1500
Clase de riesgo	Carga calorífica	Potencial de efectividad					
Leve	Bajo	2 A	3 A	4 A	6 A	8 A	10 A
	Media	3 A	4 A	6 A	8 A	10 A	12 A
	Alta	4 A	6 A	8 A	10 A	12 A	14 A
Moderado	Bajo	3 A	4 A	6 A	8 A	10 A	12 A
	Media	4 A	6 A	8 A	10 A	12 A	14 A
	Alta	6 A	8 A	10 A	12 A	14 A	16
Alto	Bajo	6 A	8 A	10 A	12 A	14 A	16 A
	Media	10 A	12 A	14 A	16 A	18 A	20 A
	Alta	14 A	16 A	18 A	20 A	22 A	24 A

Fuente: <http://www.bvindicopi.gob.pe/normas/350.043-1color.pdf>

2.3.14 Determinación de las clases de fuego. Mediante la evaluación, identificación de los diferentes elementos que existen en la industria se han identificado los posibles tipos de incendios que se pueden producir.

Probabilidad de incendio

a.- Ligero (bajo)

- Fuegos Clase A, poco combustibles y pequeñas cantidades.
- Fuegos Clase B en recipientes aprobados.
- La velocidad de propagación es baja.

b.- Ordinario (moderado)

- Fuegos Clase A y Clase B en cantidades superiores a la anterior clasificación.
- La velocidad de propagación es media. Salones de comidas, salas de exposiciones de automóviles, manufacturas medianas, almacenes comerciales, parqueaderos, etcétera.

c.- Extraordinario (alto).

- Zonas donde puedan declararse fuegos de gran magnitud.
- Almacenes con combustibles apilados a gran altura, talleres de carpintería, áreas de servicios de aviones, procesos de pinturas.

2.3.15 Propuesta para la adquisición y ubicación de extintores. Esta propuesta está complementada gracias al aporte del Departamento de Prevención Contra Incendios del Cuerpo de Bomberos de Riobamba, los cuáles dieron las siguientes recomendaciones:

- La ubicación de los extintores deberá ser a 1,50 m. de altura de la base del piso a la válvula del aparato, debiendo ser de fácil acceso en caso de emergencia.
- Colocación de una señal de seguridad en forma de flecha dirigida hacia el extintor en la pared sobre la posición del mismo, de manera que pueda ser observada a la distancia y advierta la presencia del extintor.

2.3.16 Mapa de ubicación de extintores. El extintor se situarán donde exista mayor probabilidad de originarse un incendio, en un lugar de fácil visibilidad y acceso.

Para la ubicación de extintores se debe tener presente los siguientes aspectos:

- Ubicarlos cerca de los riesgos probables pero tener cuidado de que el fuego pueda dañarlos.
- En pasillos, que permita la fácil entrada y salida al local, visibles.
- En locales cerrados y/o reducidos deben colocarse fuera.

2.3.17 Propuestas para mejorar la clasificación de desechos. Toda basura es peligrosa para la salud. Dependiendo de la cantidad, concentración y características físicas, químicas estas pueden causar daños a la persona, al medio ambiente y a la maquinaria.

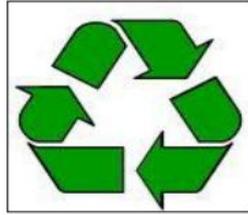
Para una adecuada recolección de todos los residuos generados durante las prácticas, se ha propuesto la implementación de recipientes de basura ubicados en lugares estratégicos para un adecuado almacenamiento en el Laboratorio de reparaciones, codificado por colores y según el tipo de residuo que se genere, como se detalla a continuación:

- Ser de color diferente de acuerdo con el tipo de residuos a depositar.
- Llevar en letras visibles y con símbolos, indicaciones sobre su contenido.
- Resistir la manipulación y las tensiones.
- Permanecer tapados.

Residuos reutilizables (no peligrosos):

- Color blanco.- Para plásticos.
- Color azul.- Para papel y cartón.
- Color naranja.- Para metales.

Figura 21. Símbolo de reciclable



Fuente: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0439.1984.pdf>

Residuos no reutilizables (no peligrosos):

- Color negro: Para residuos generales.

Residuos no reutilizables (residuos peligrosos):

- Color rojo (Peligrosos): Pilas, asbesto, fibra de vidrio, fluorescentes, envases de productos químicos, etc.
- Color rojo (Inflamables): Trapos y guaipes con aceites y grasas.

Tabla 5. Clasificación de los desechos por colores

Basurero para:	Desechos generados	Color
Desechos orgánicos	Residuos de alimentos, polvos, etc.	Negro
Desechos reciclables		
Para plásticos	Botellas, fundas, envases, etc.	Blanco
Para papel y cartón	Cajas de cartón, hojas papel bond.	Azul
Para metales	Clavos, pernos, viruta metálica, etc.	Naranja
Desechos peligrosos		
Inflamables	Trapos, guaipe, filtro de aceite, gasolina, envases de químico.	Rojo

Fuente: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2634.2012.pdf>

2.3.18 Tipos de desechos. Los desechos que se producen, están clasificados en función de sus características y propiedades, a partir de esta clasificación tendremos una propuesta de ubicación de contenedores de basura con su respectiva señalización. La clasificación establecida es:

- NARANJA para chatarra.
- NEGRO para basura en general.
- AZUL para desechos reciclables

Evaluación del medio ambiente laboral.

Entendiéndose por ambiente a cada uno de los espacios físicos limitados por el piso, el techo y paredes o elementos similares que los hacen independientes de otros.

De igual manera, existen factores que intervienen y atentan contra la integridad física, mental del trabajador por ejemplo: ruido, iluminaciones inadecuadas, ventilación, climatizaciones inadecuadas, así como trabajos en calor y frío, se han tomado en cuenta todos estos factores porque están presentes y afectan considerablemente en el ambiente laboral.

2.3.19 Riesgos de trabajo. Se define al riesgo de trabajo, como probabilidad que tiene un individuo o trabajador de sufrir un accidente de trabajo, enfermedades ocupacionales, daños materiales, incremento de enfermedades comunes, insatisfacción e inadaptación, daños a terceros y comunidad, daños al medio y siempre pérdidas económicas.

RIESGO .- Lo que puede pasar.

ACCIDENTE .- Lo que pasó.

INCIDENTE .- Lo que pudo pasar.

2.3.20 Factores de riesgo. Son factores o características propias del ambiente de trabajo, las mismas que conllevan un sinnúmero de lecciones. Estos factores se dividen en dos grupos:

a.- Factores ergonómicos.- Es la interacción directa entre el medio físico y el trabajador.

- Postura.
- Repeticiones.
- Tiempo de duración.

b.- Factores físicos.- Es la interacción directa entre el ambiente laboral y el trabajador.

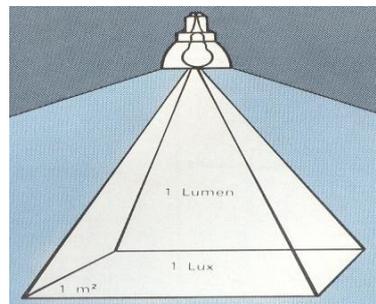
- Iluminación.

- Ruido.
- Temperatura.

La iluminación

Es la cantidad de luz que recibe la superficie de los cuerpos, la iluminación que recibe una superficie es directamente proporcional al cuadrado de la distancia que existe entre la fuente y la superficie (CORTÉS DÍAS, 2012.).

Figura 22. Nivel de iluminación



Fuente: <https://www.google.com.ec/search?q=nivel+de+iluminacion>

Efectos visuales de la iluminación.

La energía luminosa actúa de diversas maneras, según el ojo de los individuos, influye negativamente por la escasa o excesiva iluminación la cual puede ser la causa directa o indirecta de accidentes con lesiones corporales que pueden incluir al ojo.

Iluminación natural.

La luz natural es una fuente luminosa que cubre todo el espectro visible, que proporciona un rendimiento de colores perfectos, desde el punto de vista económico es muy importante aprovechar la iluminación natural.

a.- Ventajas de la luz natural

- Define perfectamente los colores.
- Es más económica.
- Produce menos fatiga visual.

b.- Selección de la fuente de luz.

- Incandescente.
- Fluorescente.

Nivel de iluminación recomendado.

En la siguiente tabla 6, se muestra los niveles de iluminación recomendados y los colores para estos tipos de riesgos.

Tabla 6. Niveles de iluminación recomendados

Niveles de iluminación recomendados				
Iluminación normal mínima	Riesgo bajo	NI medio \geq NI recomendado	Verde	
Iluminación baja	Riesgo alto	NI medio $<$ NI recomendado	Rojo	

Fuente: <http://www.prosigma.com.ec/pdf/nlegal/Decreto-Ejecutivo-2393.pdf>

Ruido

El ruido puede ser molesto y perjudicar la capacidad de trabajar al ocasionar tensión y perturbar la concentración. El ruido puede provocar problemas de salud crónicos y, además, hacer que se pierda el sentido del oído.

Tabla 7. Tiempo permitido según decreto 2393, Art. 55

Máxima exposición al ruido permitida							
Horas por día de Ruido constante	8	7	4	3	2	1	0.5
Nivel de Sonido - dBA	90	91	95	97	100	105	110

Fuente: <http://es.slideshare.net/Camaracip/decreto-2393>

Evaluación del ruido.

En la tabla 8 se presenta la identificación por colores según el tipo de riesgo por ruido.

Tabla 8. Tipo de riesgo según la dosis de exposición

Clasificación del riesgo	Dosis de exposición	Color del riesgo	
Bajo	< 0.5	Verde	
Medio	0.5 a 1	Amarillo	
Alto	> 1 a 2	Carmín	
Crítico	> 2	Rojo	

Fuente: <http://es.slideshare.net/Novalinpena/exposicion-ruido>

Temperatura

La temperatura ambiente ideal recomendada cuando se trabaja sentado o se realiza una actividad moderada es 20 a 22° C, ya que temperaturas mayores pueden provocar cansancio y somnolencia (CORTÉS DÍAS, 2012.).

Ventilación

La renovación del aire en cualquier local ocupado es necesaria para reponer el oxígeno y evacuar los subproductos de la actividad humana, o del proceso productivo, tales como el anhídrido carbónico, el exceso de vapor de agua, los olores desagradables u otros contaminantes.

Tabla 9. Tipos de riesgos según el valor de temperatura

Temperatura recomendada en (°C)	Riesgo	Color del riesgo
16 A 19	Bajo	Verde
20 A 24	Medio	Amarillo
>24 O 16<	Alto	Rojo

Fuente: http://foto.difo.uah.es/curso/la_iluminacion.html

2.4 Organización de laboratorios y puestos de trabajo.

El laboratorio es un lugar dotado de los medios necesarios para realizar investigaciones, experimentos, prácticas y trabajos de carácter científico, tecnológico o técnico; está equipado con instrumentos de medida o equipos con que se realizan experimentos, investigaciones o diversas prácticas (FERRARI GOELZER, 2001.).

2.5 Distribución y dimensionamiento de laboratorios.

Se recomienda que el espacio destinado a los laboratorios sea de 14 a 18 m² por trabajador siempre que el personal sea proporcional al volumen de análisis y que el laboratorio esté bien diseñado y con los espacios bien aprovechados. El Real Decreto 486/1997 de lugares de trabajo, establece que las dimensiones mínimas de los espacios de trabajo y zonas peligrosas serán de 2 m² de superficie libre por trabajador. Si el laboratorio está diseñado en pequeños laboratorios modulares es aconsejable que la superficie de estos no sea inferior a 15 m² y preferiblemente que esté entre 40 y 50 m².

CAPÍTULO III

3. DISTRIBUCIÓN DEL LABORATORIO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

3.1 Ubicación geográfica

La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), tiene su origen en el Instituto Tecnológico Superior de Chimborazo, creado mediante Ley No.6090, expedida por el Congreso Nacional, el 18 de Abril de 1969. Inicia sus actividades académicas el 2 de Mayo de 1972 con las Escuelas de Ingeniería Zootécnica, Nutrición y Dietética e Ingeniería Mecánica. Se inaugura el 3 de Abril de 1972.

El 7 de Septiembre de 1995, la Facultad de Mecánica, crea la carrera de Ingeniería de Mantenimiento Industrial, mediante resoluciones 200 y 200a, del H. C. P.

Frente a la necesidad de entregar profesionales con títulos terminales de tercer nivel, el 22 de junio de 1999 mediante resolución 2133HCP.99, el H. Consejo Politécnico se creó la carrera de INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO sumándose a la que hasta en ese entonces fue la escuela de Tecnología de Mantenimiento.

La ESPOCH es una institución jurídica de derecho público totalmente autónoma, se rige por la Constitución Política del Estado Ecuatoriano, la ley de educación superior y por su propio estatuto y reglamentos internos y tiene su domicilio principal en la ciudad de Riobamba.

3.1.1 Macro localización. La macro localización se refiere a la selección del área donde se ubicará el LABORATORIO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

País: Ecuador

Provincia: Chimborazo

Figura 23. Macro localización de Chimborazo



Fuente: <https://www.google.com.ec/maps/@-1.7929665,-78.1368874,7z?hl=es>

3.1.2 Micro localización. La micro localización consiste en determinar el espacio físico concreto donde se va a desarrollar la implementación del laboratorio de Mantenimiento Correctivo.

El laboratorio de mantenimiento correctivo está ubicado en la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO DE LA FACULTAD DE MECÁNICA.

Cantón: Riobamba

Institución: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

Facultad: Mecánica

Escuela: Ingeniería de Mantenimiento.

Dirección: Panamericana Sur km. 1 1/2

Teléfono: (03)2605907

Actividad: Educación Superior

Tipo de Empresa: Estatal

Figura 24. Micro localización Escuela Superior Politécnica de Chimborazo



Fuente: <https://www.google.com.ec/maps/@-1.6660816,-78.6576247,13z?hl=es>

3.2 Distribución del espacio físico del laboratorio de mantenimiento correctivo.

3.2.1 *Levantamiento de información de la situación actual.* El laboratorio de Mantenimiento Correctivo está ubicado en la Facultad de Mecánica, en la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento, se creó con el objetivo de reforzar lo práctico con lo teórico de las diferentes asignaturas.

Tabla 10. Asignaturas de la Facultad de Mecánica

Facultad de Mecánica	
Escuela	Asignaturas
Ing. Mecánica	Mantenimiento Industrial
Ing. Industrial	Elementos de Máquinas
	Mantenimiento Industrial
Ing. Mantenimiento	Mantenimiento de Motores de Combustión Interna
	Mantenimiento Industrial.
	Reparaciones de Elementos Industriales
	Mantenimiento de Máquinas e Instalaciones Industriales
Ing. Automotriz	Mecanismos Automotrices
	Partes y Piezas Automotrices
	Mantenimiento Automotriz
	Reparación de Motores

Fuente: Autores

El laboratorio no cuenta con bancos, equipos y herramientas de trabajo óptimos para realizar las diferentes prácticas. No cuenta con un sistema de seguridad industrial, normas y técnicas de prevención para los estudiantes que realizan las prácticas de laboratorio.

El laboratorio carece de una organización y limpieza de los puestos de trabajo, los motores de combustión interna y elementos mecánicos no se encuentran distribuidos correctamente, dificultando el desarrollo de las prácticas. Para conocer los bienes existentes en el laboratorio se realizó un inventario (ver tabla 11, 12, 13 y 14).

3.2.2 *Distribución y organización del laboratorio, esquemas y fotografías.*

En la figura 26 observamos el estado del laboratorio antes de la implantación. Para la distribución, organización de las mesas de trabajo, casillero, equipos, pupitres y herramientas se realizó un esquema (ver anexo O).

Figura 25. Laboratorio de mantenimiento correctivo



Fuente: Autores

3.2.3 Prácticas de laboratorios que actualmente se desarrollan.

Las prácticas que se desarrollan en la Escuela de Mantenimiento son:

- Extracción de un perno roto con un playo.
- Extracción de un perno roto con un extractor.
- Extracción de un perno roto con cincel y martillo.
- Extracción de un perno roto con ayuda de un brazo soldado.
- Corrección del pandeo de ejes y árboles.
- Montaje de poleas o engranes por medio de una prensa manual de montaje.
- Reparación de agujeros roscados mediante insertos.
- Guía para la reparación de fracturas y agrietamientos por medio de inserto roscado.
- Reparación de fracturas de ejes o árboles por medio de soldadura y pasador.
- Montaje y desmontaje de rodamientos.
- Construcción de empaques.
- Montaje y desmontaje de tapas y carcasas.
- Identificación de materiales por el método de la chispa, atracción magnética y la dureza por medio de la lima.
- Técnicas para analizar fracturas.

3.2.4 Inventario de equipos. El inventario es un registro documental que se realiza para tener un control de lo que existe en el laboratorio de mantenimiento correctivo. De acuerdo a las tablas (11, 12, 13, 14) se clasificó en bienes necesarios y no necesarios para el laboratorio.

**INVENTARIO GENERAL DEL LABORATORIO - TALLER DE MOTORES
DE COMBUSTIÓN INTERNA**

Tabla 11. Inventario Motores de combustión interna

Motores de combustión interna						
Cant.	Detalle	Marca	Serie	Observación	Necesarios	
					SI	NO
1	Diésel	Hino	11411-1350	Incompleto		X
1	Diésel	Mercedes Benz	4220982901	Incompleto		X
1	Gasolina	Hino	ERC6619	Incompleto		X
1	Gasolina	Internacional	1821002	Incompleto		X
1	Gasolina	Ford		Incompleto		X

Fuente: Autores

Tabla 12. Inventario partes de motores

Cantidad	Detalle	Necesarios	
		SI	NO
4	Chaquetas		X
12	Taques		X
23	Resortes		X
6	Empaques		X
44	Retenedores		X
6	Ruedas dentadas		X
3	Volantes de inercia		X
80	Balancines		X
4	Cadenas		X
25	Cabezas de biela		X
17	Válvulas		X
875	Tornillos		X

Fuente: Autores

Tabla 13. Inventario otros equipos

Cant.	Detalle	Marca	Serie	Observación	Necesarios	
					SI	NO
1	Extractor de jugo	Oster		Completo		X
1	Olla arrocera			1,8 l solo carcasa		X
1	Microondas			Completo		X
1	Calentador			Incompleto		X
1	Plancha			Piedra		X
1	Maqueta de madera			Simulador de movi. de protones		X
1	Batería		MF-12V			X
3	Bombas 0,5 hp					X

Fuente: Autores

Tabla 14. Muebles y enceres

Cant.	Detalle	Observación	Necesarios	
			SI	NO
2	Pizarrones de tiza líquida	Buen estado	X	
1	Plancha de mármol	Buen estado	X	

Fuente: Autores

3.3 Elaboración de las guías de laboratorio de Mantenimiento Correctivo.

Las Buenas Prácticas de Laboratorio (BPL) se definen como el conjunto de reglas, de procedimientos operacionales y prácticas establecidas para asegurar la calidad y la rectitud de los resultados generados por un laboratorio.

3.3.1 Estructura de las guías de laboratorio. Las prácticas de laboratorio tiene como objetivo fundamental que los estudiantes adquieran las habilidades propias de los métodos de investigación científica, amplíen, profundicen, consoliden, realicen y comprueben los fundamentos teóricos de la asignatura. En el **anexo Q** se detalla el desarrollo de los informes del laboratorio.

Los informes de laboratorio deberán estructurar de acuerdo al siguiente modelo:

1. T E M A
2. O B J E T I V O S
 - 2.1. O B J E T I V O G E N E R A L
 - 2.2. O B J E T I V O S E S P E C Í F I C O S
3. E Q U I P O S Y M A T E R I A L E S
 - 3.1. E Q U I P O S D E P R O T E C C I Ó N P E R S O N A L
 - 3.2. E Q U I P O S Y H E R R A M I E N T A S
 - 3.3. M A T E R I A L E S
4. M A R C O T E Ó R I C O
- 5.- P R O C E D I M I E N T O
6. R E S U L T A D O S Y A N Á L I S I S
7. C O N C L U S I O N E S Y R E C O M E N D A C I O N E S
8. B I B L I O G R A F Í A

3.4 Equipos, herramientas y bancos de trabajo.

3.4.1 Equipos y/o máquinas del laboratorio de Mantenimiento Correctivo. Los equipos y/o máquinas que se encuentran en el laboratorio de Mantenimiento Correctivo que aportaran para la realización de las diferentes prácticas, las cuales combinaran la teoría con la práctica y el desarrollo, investigación y el trabajo son:

Un tornillo de banco, un compresor, un taladro de pedestal, un esmeril eléctrico, un multímetro digital y una llave neumática

Para los equipos y/o máquinas mencionados se realizarán las fichas técnicas las cuales se registrarán los datos más relevantes.

Tabla 15. Ficha técnica del tornillo de banco

Ficha técnica			
EQUIPO	TORNILLO DE BANCO	Ubicación:	ESPOCH Facultad de Mecánica
		Sección:	Lab. Mto. Correctivo
MODELO	SCHULZ	Código Técnico:	ENT01
MARCA	STANLEY		
FUNCIÓN		Foto del equipo	
Es una herramienta que sirve para dar una eficaz sujeción, a la vez que ágil y fácil de manejar, a las piezas para que puedan ser sometidas a diferentes operaciones mecánicas como aserrado, perforado, fresado, limado o marcado.			

Fuente: Autores

Tabla 16. Ficha técnica del compresor

Ficha técnica			
EQUIPO	COMPRESOR	Ubicación:	ESPOCH Facultad de Mecánica
		Sección:	Lab. Mto. Correctivo
MODELO	CHHS5180B	Código Técnico:	COM01
MARCA	CAMPBELL		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		Foto del equipo	
<ul style="list-style-type: none"> • Caudal: 14.00 SCFM @ 90 PSI o 13.7 SCFM @ 175 PSI • Motor: 5.0 HP • Presión Máxima: 175 PSI • Voltaje: 220V / 60 HZ • Capacidad del Tanque: 320.0 LTS • Velocidad: 3,450.0 RPM • Tipo de Uso: Industrial - Diario • Compresor: Monofásico • Transmisión: Por Banda 			
FUNCIÓN: Compresor de uso industrial destinado a usos varios como limpieza y alimentación de herramientas neumáticas. Recomendado para suministro de aire comprimido dentro de líneas para trabajo destornillado y atornillado de pernos en los diferentes trabajos que se realice.			

Fuente: Autores

Tabla 17. Ficha técnica del taladro pedestal

Ficha técnica			
EQUIPO	TALADRO DE PEDESTAL	Ubicación:	ESPOCH Facultad de Mecánica
		Sección:	Lab. M tto. Correctivo
MARCA	TRUPER	Código Técnico:	TAL01
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		Foto del equipo	
<ul style="list-style-type: none"> • Potencia: 1/3 HP (249 W) • Voltaje: 120 V • Frecuencia: 60 Hz • Corriente: 2.5 A • Velocidades: 760 – 3070 rpm 			
<p>FUNCIÓN:</p> <p>Consiste en hacer agujeros o cortes con moldes en cualquier tipo de material, metal, plástico, etc. Su estructura es en forma de vástago, lo que hace en su mecanizado y su funcionamiento uno de los más potentes perforadores en la industria.</p>			

Fuente: Autores

Tabla 18. Ficha técnica del esmeril eléctrico

Ficha técnica			
EQUIPO	ESMERIL ELÉCTRICO	Ubicación:	ESPOCH Facultad de Mecánica
		Sección:	Lab. M tto. Correctivo
MODELO	DW 756	Código Técnico:	ESM01
MARCA	DEWALT		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		Foto del equipo	
<ul style="list-style-type: none"> • Motor de inducción: 5/8 HP. • Voltaje: 120 V • Frecuencia: 60 Hz • Velocidad: 1700 rpm • Base y motor de hierro fundido 			
<p>FUNCIÓN:</p> <p>Se utiliza para dar forma a una pieza de metal antes de la soldadura o del montaje.</p>			

Fuente: Autores

Tabla 19. Ficha técnica del compresor multímetro digital

Ficha técnica			
EQUIPO	MULTIMETRO DIGITAL	Ubicación:	ESPOCH Facultad de Mecánica
		Sección:	Lab. M tto. Correctivo
MODELO	MUT-39	Código Técnico:	MDI01
MARCA	TRUPER		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		Foto del equipo	
<ul style="list-style-type: none"> Voltaje CC: 200mV - 1000V Voltaje CA: 2V - 750V Corriente CC: 2mA - 20A Resistencia: 200Ω - 20MΩ Temperatura: -40° C - 1000° C Frecuencia: 2kHz - 20kHz 			
<p>FUNCION:</p> <p>El multímetro mide tensión de c.a./c.c., corriente de c.a./c.c., resistencia, capacitancia, temperatura, transistor, frecuencia, diodos y continuidad, sino que también cuenta con las características de modo de reposo y retención de datos.</p>			

Fuente: Autores

Tabla 20. Ficha técnica del compresor llave neumática de impacto

Ficha técnica			
EQUIPO	LLAVE NEUMÁTICA	Ubicación:	ESPOCH Facultad de Mecánica
		Sección:	Lab. M tto. Correctivo
MODELO	GW -15BTW	Código Técnico:	PIS01
MARCA	SCHULZ		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		Foto del equipo	
<ul style="list-style-type: none"> Torque máximo de ajuste: 40 N.m Entrada de Aire: 1/2" Potencia : 320 W Reversible giro D/I:7000 rpm Porta Herramientas cuadrado ext: ½" 			
<p>FUNCION:</p> <p>Es una herramienta semi automática la cual permite realizar un rápido trabajo de remoción y ajuste de elementos de fijación.</p>			

Fuente: Autores

3.4.2 Herramientas del laboratorio de Mantenimiento Correctivo. Sin las herramientas adecuadas no se pueden realizar inspecciones, mantenimiento adecuado a las máquinas, es por ello que a continuación se da un listado de herramientas que tiene el laboratorio de mantenimiento correctivo.

En las siguientes fichas técnicas se relevarán los datos más importantes.

Tabla 21. Herramientas del laboratorio

CÓDIGO	CANTIDAD	HERRAMIENTAS	MARCA	DESCRIPCIÓN
JGD01,02,03,04	4 Juegos	Dados	Stanley	Dado número: 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28 y 30.
JLL01,02,03,04	4 Juegos	Llaves mixtas	Stanley	Llave número: 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 19, 21, 22 y 24.
HEX01,02,03,04	4 Juegos	Llaves hexagonales	Stanley	Llaves hexagonales en mm de 10 piezas.
TRX01,02,03,04	4 Juegos	Llaves torx	Stanley	Llaves torx de 8 piezas.
DES01,02,03,04	4 juegos	Desarmadores	Stanley	Desarmadores básicos de 6 piezas.
LLF01,02,03,04	4 Unidades	Llave francesa	Stanley	Llave ajustable de 12'' cromada.
TRM01,02,03,04	4 Unidades	Torquímetro	Stanley	Torquímetro de aguja 0 a 200 Nm.
EXM01,02,03,04	4 Unidades	Extractor Mecánico	Truper	Santiago de 3 patas de 6''.
ESC01,02,03,04	4 Unidades	Escuadra metálica	Stanley	Escuadra metálica de 12''.
LIM01,02,03,04	4 Unidades	Lima	Mincraft	
CPR01,02,03,04	4 Unidades	Calibrador pie de rey	Truper	Calibrador pie de rey de 6''.
CAL01,02,03,04	4 Unidades	Calibrador laminas	Stanley	Calibrador de láminas de 32 hojas: 0.01 mm -0.25 mm.
MAB01,02,03,04	4 Unidades	Martillo de bola	Stanley	Martillo de bola de 16 oz con mango de madera.
MAG01,02,03,04	4 Unidades	Mazo de goma	Stanley	Mazo de goma de 20 oz con mango de madera.
ALC01,02,03,04	4 Unidades	Alicate	Stanley	Alicate de 8'', cubierto con aislante.
PLA01,02,03,04	4 Unidades	Playo	Stanley	Playo articulado de 6'' cubierto con aislante.
FLM01,02,03,04	4 Unidades	Flexómetro	Stanley	Flexómetro con cinta de 5 metros.
ENG01,02,03,04	4 Unidades	Engrasador	Truper	Engrasador de palanca de 14 oz.
ACE01-04	4 Unidades	Aceitera	Truper	Aceitera flexible de 500 ml.
ARS01-04	4 Unidades	Arco/Sierra	Stanley	Arco/Sierra de 12''.

Fuente: Autores

3.4.3 Listado de herramientas del laboratorio de Mantenimiento Correctivo. Las herramientas y materiales descritos en la tabla 22, son elementos que hacen falta en el laboratorio para dar una mejor integración tecnológica entre la teoría y la práctica.

Tabla 22. Herramientas que hacen falta en el laboratorio de Mantenimiento Correctivo

N°	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
1	1 Juego	Extractores de pernos
2	1 Juego	Pinzas
3	1 Juego	Machos de roscar
4	1 Juego	Juegos de brocas helicoidales.
5	1 Juego	limas (bastardas, semifinas y finas)
6	1 Juego	Brochas
7	4 Unidades	Playo de presión
8	4 Juegos	Pinzas de anillos de seguridad redondo
9	4 Unidades	Cepillos
10	4 Unidades	Punzones
11	4 Unidades	Tijeras de metal
12	4 Unidades	Cables y conductores eléctricos
13	4 Unidades	Soldadores de estaño
14	4 Unidades	Estaño
15	4 Unidades	Pasta para soldar estaño

Fuente: Autores

3.4.4 Bancos de trabajo del laboratorio de Mantenimiento Correctivo. Para ubicar o sostener los elementos, mecanismos que serán utilizados en la realización de las prácticas se ha diseñado bancos de trabajo, los mismos que cumplen con la ergonomía para que el estudiante pueda trabajar sin problemas.

En la siguiente tabla 23 se indica los bienes que son parte del laboratorio de reparaciones.

Tabla 23. Muebles y enseres en el laboratorio de Mantenimiento Correctivo

Código	Cantidad (Unidades)	Muebles / Enseres	Descripción
BTR01, 02, 03, 04	4	Bancos de trabajo	Sus dimensiones es: 2.0*1.0*0.85 metal
TPH01, 02, 03, 04	4	Tableros porta herramientas	Sus dimensiones es: 1.2*1.0*0.15 triplex
PUP01, 02, 03, 04	12	Pupitres	Pupitres de madera
CAS01, 02, 03, 04	1	Casillero	Casillero con 12 divisiones
BOT01, 02, 03, 04	1	Botiquín	
PIZ01, 02, 03, 04	1	Pizarrón	Pizarras de tiza líquida
PLM01, 02, 03, 04	1	Plancha de mármol	
EXT01, 02, 03, 04	1	Extintor	Extintor de CO2-51b

Fuente: Autores

CAPÍTULO IV

4. SISTEMA DE MEJORAMIENTO CONTINUO

4.1 Implementación de las 5 S en el Laboratorio de Mantenimiento Correctivo

En todo ámbito se generan riesgos, la mayoría por consecuencia de un ambiente desordenado, sean materiales, herramientas o accesorios, colocados fuera de su respectivo lugar.

Es así que en el Laboratorio de mantenimiento correctivo, se ha visto en la necesidad de implementar las 5 “S”, mismas que permitirá crear un mejor ambiente de trabajo, en orden, limpieza y disminuir riesgos, accidentes y fomentar una cultura para el cuidado de los diferentes equipos y herramientas del laboratorio de reparaciones.

4.1.1 Aplicación del método de las 5 “S”.

SEIRI - *Desechar lo que no se necesita.* Para desarrollar la primera estrategia de las 5 “S” en el laboratorio se realizó los siguientes pasos:

- Inspección del estado de la infraestructura como son: estado de paredes, piso, puertas, ventanales e instalaciones eléctricas.

Figura 26. Estado inicial del laboratorio.



Fuente: Autor

- Levantamiento del inventario de los bienes y materiales existentes (ver tabla 11, 12, 13, 14).

- Clasificación del estado general de los bienes en necesarios (ver tabla 14) e innecesarios (ver tabla 11, 12, 13).

Nota: Se acordó con el Decano de la Facultad de Mecánica y docentes encargados del espacio físico destinado para la implementación del laboratorio de Mantenimiento Correctivo que lo innecesario correspondiente a los motores de combustión interna, mecanismos y sus partes, sea negociado por un motor de combustión interna y una caja de cambios armada.

SEITON - *Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar.* Con la segunda estrategia de las 5”s” se lo dividió en los siguientes pasos.

- Se mejoró el estado de las paredes quitando las impurezas, polvo con una espátula y escoba para luego pintar de color blanco hueso con una franja azul (ver figura 49), cambio de 21 ventanales rotos, en las instalaciones eléctricas se realizó una nueva conexión con una caja térmica con breakers individuales para las 4 lámparas, 3 toma corrientes y para el arranque del motor del compresor, se realizó la implementación del sistema neumático con su respectivo cuarto para el compresor.
- Se realizó la respectiva distribución de acuerdo al área del laboratorio que es de 52 m², para los diferentes equipos (ver tabla 33), herramientas, pupitres y mesas de trabajo (ver figura 49 y 50).
- La mesa con la plancha de mármol por sus cualidades físicas (resistencia, durabilidad) y su terminado estético se utiliza para el control de superficies, verificadores y comparación de niveles de ejes, planchas, etc. Por tal motivo se ubicó en un lugar accesible para su utilización.

Figura 27. Plancha de mármol



Fuente: Autores

- Se delineó los puestos de trabajo, con la implementación de las 4 mesas de trabajo con su respectivo tablero de herramientas, 12 pupitres y un casillero (ver figura 49 y 50).
- Se analizó los temas de prácticas que se desarrollan en la Escuela de Mantenimiento, de acuerdo a las necesidades se implantó los equipos primordiales para la realización de dichas prácticas de laboratorio, los equipos son: un taladro de pedestal, esmeril eléctrico, multímetro digital, tornillo de banco, pistola neumática y un compresor (ver tabla 33).

SEISO: Mantener limpio su puesto de trabajo y los equipos, prevenir la suciedad y el desorden. En la tercera estrategia se complementó con los siguientes ítems.

Fuera del laboratorio de Mantenimiento Correctivo.

- Identificamos las fuentes externas de suciedad por su ubicación el laboratorio está expuesto a una serie de factores naturales, ya que se encuentra junto a una cancha de ecua vóley de tierra y con la presencia del viento levanta el polvo, mismo que ingresa al interior del laboratorio debido al diseño de la infraestructura por el diseño del techo a la parte superior de los ventanales.

Dentro del laboratorio de Mantenimiento Correctivo.

- Identificamos suciedad en el piso, ventanales, parte de las paredes y puertas, se realizó la limpieza con la utilización de escobas y franelas, el piso se hizo un barrido de toda la basura existente para luego trapear con agua y dejar, todos éstos desechos se ubicó en un basurero de la facultad. Para mantener un laboratorio limpio y libre de basura se implantó 3 basureros.
- La colocación de tres depósitos de basura con su respectiva clasificación de los desechos, se ubicó a la entrada de la puerta principal (ver figura 37).

1. Basura general (negro).
2. Desechos reciclables (azul morado)

3. Desechos charata (naranja)

- Se ubicó las nuevas herramientas adquiridas en los tableros, los mismo que se diseño con una identificación específica para cada una de ellas para mantener organizadas (ver figura 50), las mesas, pupitres, equipos y casillero se ubicó en los lugares delineados para cada uno (ver figura 51).

Recomendaciones

- Mantener cada uno de los equipos en el área identificada para facilitar la limpieza y conservar la máquina.
- No sobrecargar las estanterías o zonas de almacenamiento.
- No dejar objetos tirados por el suelo y evitar que se derramen líquidos.
- Mantener siempre limpias, libres de obstáculos y debidamente señalizadas las zonas de paso.

Nota: Volver a dejar sistemáticamente en condiciones de limpieza y orden es labor de todos.

SEIKETSU: Preservar altos niveles de organización, orden y limpieza. La cuarta estrategia de las 5 “S” es la práctica continua de las tres metodologías anteriores para lo cual se realiza un instructivo de orden y limpieza (ver Anexo D).

SHITSUKE (DISCIPLINA): Crear hábitos basados en las 4 S's anteriores. En esta etapa se estable el seguimiento de las estrategias anteriores con el control del docente a los estudiantes con el siguiente checklist.

Tabla 24. Checklist para los estudiantes

Antes del ingreso al laboratorio de Mantenimiento Correctivo		
Calificación	Si	No
¿Se encuentra en estado de embriaguez?		
¿Tiene la ropa apropiada para realizar las prácticas?		
¿Conoce los instructivos de limpieza, orden y seguridad en el laboratorio?		
¿Está familiarizado con las estrategias de las 5 "s"?		
En el laboratorio de mantenimiento correctivo		
¿Utiliza adecuadamente los elementos de protección personal?		
¿Manipula correctamente las herramientas y equipos en el desarrollo de la práctica?		
¿Realiza la limpieza de las herramientas, equipos y mesas de trabajo?		
¿Ubica las herramientas en su lugar designado?		
¿Respetas las normas de seguridad establecidas?		
Fuera del laboratorio de mantenimiento correctivo		
¿Clasifica adecuadamente los desechos producidos en el laboratorio?		
Sugerencias:		

Fuente: Autores

Nota: En caso de pérdida o daño de partes de los equipos, herramientas y materiales serán sancionados con la reposición de los mismos, sugiriendo que se adquiera en la misma marca para mantener la igualdad en todos los tableros.

El diseño de esta lámina permitirá recordar las buenas prácticas en el laboratorio de Mantenimiento Correctivo.

Figura 28. Las 10 razones para aplicar las 5 "S"



Fuente: Autores

4.1.2 Auditoría de las 5 "S". La auditoría se realizara cada 6 meses para controlar a los docentes que utilizan las instalaciones del laboratorio verificando los cumplimientos del mismo, para su ejecución lo realizará el docente y las autoridades de la facultad.

Tabla 25. Auditoría de las 5 "S" del laboratorio de reparaciones

Auditoría de las 5 S's					
Área: Lab Reparaciones		Fecha:	Calificación		
Ing. Encargado:		Calificación:	No cumple = 0		
Auditor(es):			Cumple de forma regular = 1		
			Cumple muy bien = 2		
1ra. S "Seiri"					
Objetivo: Identificar lo necesario y lo innecesario, seleccionando lo primero y eliminando lo segundo.					
Ítem	Aspecto	Se debe verificar	0	1	2
1	Separar lo que sirve de lo que no sirve.	Que no existan elementos rotos, deteriorados, obsoletos.			
2	Separar lo necesario de lo innecesario, eliminar lo innecesario.	Que no existan elementos innecesarios o sin función, solo estrictamente elementos necesarios.			
3	Seguridad en el área.	Que no existan condiciones en el área (pisos mojados, filos cortantes, objetos que puedan caer, golpear o tropezar).			
4		¿Están claramente visibles las señales de seguridad, emergencia, extinguidor?			
5	Aprovechamientos de recursos.	Reducción de espacios, reducción de búsqueda de herramientas y materiales.			
PUNTOS POSIBLES = 10			PUNTOS GANADOS		
2 da. S "Seiton"					
Objetivo: Definir un lugar para cada artículo necesario manteniéndolo en su lugar para su fácil localización.					
Ítem	Aspecto	Se debe verificar	0	1	2
1	Asignación de un lugar para cada cosa	Asignar un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar			
2	Distribución del laboratorio.	La mejor distribución de muebles de trabajo, equipos y herramientas.			
3	Control visual.	Se puede identificar daños en los muebles y la falta de herramientas en el en el tablero			
PUNTOS POSIBLES = 6			PUNTOS GANADOS		
3 da. S "Seiso"					
Objetivo: Mantener aseada y en óptimas condiciones el área de trabajo.					
Ítem	Aspecto	Se debe verificar	0	1	2
1	Limpieza del área, equipos y herramientas.	Realizar la limpieza del área, muebles, equipos y herramientas.			
2	Conservación y mantenimiento	Que estén en buen estado las instalaciones, muebles, equipos y herramientas.			
3		El proceso de limpieza se debe aprovechar para inspeccionar fallas, defectos con la finalidad de corregir las anomalías o programar su mantenimiento.			
PUNTOS POSIBLES = 6			PUNTOS GANADOS		

4ta. S "Seiketsu"					
Objetivo: Definir el modelo a seguir. Un lugar de trabajo en perfectas condiciones.					
Ítem	Aspecto	Se debe verificar	0	1	2
1	Difusión.	Que los estándares establecidos sean del conocimiento del estudiante e ingeniero.			
2	Unificar	Elaboración de las 5 S's.			
PUNTOS POSIBLES = 4 PUNTOS GANADOS					
5ta. S "Shitsuke"					
Objetivo: Seguimiento con auditorias y tener el hábito de orden y limpieza para que nunca se pierda.					
Ítem	Aspecto	Se debe verificar	0	1	2
1	Responsabilidad.	Que cada uno de los estudiantes conozca cuáles son sus responsabilidades referentes a las S's sobre lo que tiene que hacer, cuándo, dónde y cómo hacerlos.			
2	Difusión.	¿Los estudiantes, Ingenieros conocen la calificación del laboratorio y la causas de no conformidades?			
3	Seguimiento.	¿Se cumple las acciones de las 5 S's?			
PUNTOS POSIBLES = 6			PUNTOS GANADOS		
CALIFICACIÓN = (Total de puntos ganados/Total de puntos posibles)*100					
Observaciones: Toda no conformidad debe anotarse en observaciones con responsable(s) y fecha de compromiso.					

Fuente: Autores

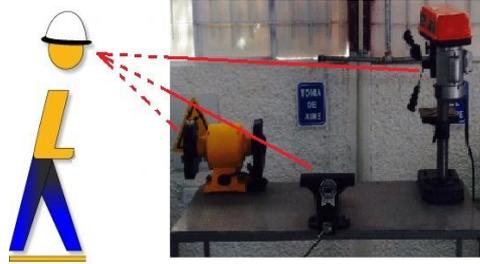
Nota: La auditoría lo realizará el Director de la Escuela o un delegado asignado al docente responsable del laboratorio de mantenimiento correctivo.

4.2 Implementación del Mantenimiento Autónomo

El Mantenimiento Autónomo está compuesto por un conjunto de actividades que realizan los estudiantes en los equipos que operan al realizar las prácticas, incluyendo inspección, lubricación, limpieza, intervenciones menores, cambio de repuestos y piezas menores, estudiando posibles mejoras, analizando y solucionando problemas del equipo y proponiendo acciones que conduzcan a mantener el equipo en las mejores condiciones de funcionamiento. Estas actividades deben realizarse siguiendo estándares previamente preparados con la colaboración del docente o el encargado del laboratorio. Los estudiantes deben ser entrenados y deben contar con los conocimientos necesarios para dominar los equipos que operan.

El desarrollo del Mantenimiento Autónomo sigue una serie de etapas o pasos (siete), los cuales pretenden crear progresivamente una cultura de cuidado permanente del sitio de trabajo.

Figura 29. M antenimiento Autónomo



Fuente: Autores

4.2.1 Desarrollo de las etapas del M antenimiento Autónomo. El estudiante al conocer la implementación y el alcance del M antenimiento Autónomo desarrollará los 7 pasos o etapas.

Etapa 1. Limpieza e Inspección. Antes de realizar la práctica el estudiante debe inspeccionar el estado de los equipos, herramientas y bancos de trabajo en caso de no existir fallas empezar con el desarrollo de la misma, en caso de existir una falla comunicar al docente o encargado.

Durante el desarrollo de la práctica el estudiante debe mantener el orden, siguiendo el instructivo de limpieza para obtener un ambiente de trabajo óptimo (ver Anexo D).

Al final de la práctica el estudiante debe realizar la limpieza de las herramientas, equipos y puesto de trabajo, ubicando los desechos en los basureros correspondientes que se encuentra junto a la entrada principal del laboratorio.

Etapa 2. Establecer medidas preventivas contra las causas de deterioro forzado y mejorar el acceso a las áreas de difícil limpieza. Instruir al estudiante de la manipulación de los diferentes equipos, herramientas y materiales para el correcto desempeño de las prácticas (ver Anexo F - K).

Al término de cada práctica los estudiantes deben aplicar el instructivo que se desarrolló en la cuarta "S" (ver Anexo D).

Etapa 3. Preparación de estándares para la limpieza e inspección. Antes de realizar la práctica el estudiante debe inspeccionar el estado de los equipos a utilizar, verificando el apriete de las carcasas, anclajes y verificar el nivel de aceite en el (ver Anexo F - J).

Al final de la práctica el estudiante debe realizar la limpieza ya que es muy importante para detectar fallas, y aseguramiento de los pernos, en caso de existir realizar el apriete correspondiente (ver Anexo D).

Etapa 4. Inspección general orientada. En el proceso de inspecciones que realizan los estudiantes durante la limpieza de los equipos, herramientas y puesto de trabajo, arrojan resultados positivos, identificando deterioros prematuros en los sistemas de los equipos, herramientas, elementos y partes mecánicas, esto permite realizar acciones preventivas para evitar la reincidencia de los problemas identificados.

El siguiente reporte nos permite detectar el estado o deterioro de las mesas de trabajo, herramientas y equipos para realizar acciones de mantenimiento preventivo.

Tabla 26. Reporte de estado de herramientas y equipos.

Reporte de Estado de Herramientas y Equipos				
Herramienta y equipos	Estado			Acción a tomar
	Bueno	Regular	Malo	
Mesas de trabajo				
Casillero				
Herramientas de apriete				
Elementos de lubricación				
Herramientas de corte				
Herramienta de impacto				
Tornillo de banco				
Llave neumático de impacto				
Esmiril eléctrico				
Taladro pedestal				
Compresor				
Observaciones:				

Fuente: Autores

Etapa 5. Inspección autónoma. En esta etapa se evalúa los resultados obtenidos de la inspección, limpieza, lubricación y apriete. El docente conjuntamente con los estudiantes analizarán las acciones de inspección, para detectar con facilidad los problemas en lugares de difícil acceso, las modificaciones y mejoras realizadas darán resultados de alto impacto en el trabajo de limpieza, inspección, lubricación y apriete (ver Anexo L y M).

Figura 30. Mantenimiento Autónomo

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO			
LIMPIEZA	INSPECCIÓN	LUBRICACIÓN	APRIETE
			
Mantener limpio su puesto de trabajo y laboratorio.	Detectar las averías en herramientas y equipos.	Lubricar periódicamente los equipos.	Verificar el apriete de carcasas, mecanismos y anclajes.

Fuente: Autores

Etapa 6. Estandarización. Los estudiantes que utilizan los equipos durante la ejecución de las prácticas son capaces de detectar las anomalías a través de chequeos y operaciones apropiadas, cualquier anomalía será informado inmediatamente al docente, el mismo que tomará acciones correctivas, sea ésta en la reposición de las herramientas, elementos de trabajo o el mantenimiento preventivo en los equipos, el mismo que será planificado para su ejecución con los estudiantes en el laboratorio (ver Anexo E).

Etapa 7. Control autónomo total. El estudiante podrá sugerir la adquisición de equipos y herramientas para mejorar la realización de las prácticas técnicas.

Se integrará al estudiante en el mantenimiento programado del laboratorio a través de discusiones y analizando los resultados obtenidos en las inspecciones diarias. Esto nos conllevará a la mejora del laboratorio, reflejando en el desarrollo y aprendizaje del estudiante.

Tabla 27. Formato de sugerencias.

Formato de sugerencias			
Fecha:	Lugar:		
Sus sugerencias nos ayudarán en la mejora del laboratorio. Gracias por su aporte.			
ESTADO DE BIENES DEL LABORATORIO			
	BUENO	REGULAR	MALO
HERRAMIENTAS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
EQUIPOS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
EQUIPOS DE ESTUDIO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Requerimientos para el desarrollo de las prácticas.			
Sugerencias:			

Fuente: Autores

Las sugerencias se analizarán, para mejorar el laboratorio, las mismas que se notificarán al director de escuela para su implementación.

4.3 Implementación de un plan de seguridad e higiene industrial en el laboratorio de Mantenimiento Correctivo

En la realización de las diferentes prácticas el estudiante está expuesto continuamente a diferentes situaciones de riesgo (ver tabla 28), la señalización nos indica la presencia del riesgo y las medidas a adoptar ante los mismos con la utilización de los EPP y cumpliendo con las demás señales implementadas en el laboratorio de reparaciones.

4.3.1 Propuesta para la señalización en el laboratorio de Mantenimiento Correctivo. Para la implementación de la señalización en los puestos o lugares de trabajo se basó en las norma INEN 439, utilizando símbolos, formas y colores.

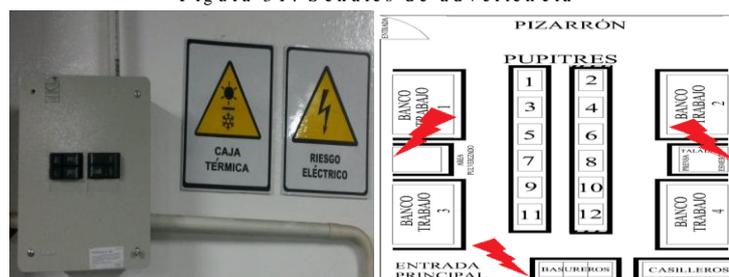
Clases de señales y su utilización.

En el laboratorio de Mantenimiento Correctivo se indica toda la señalización y la ruta de evacuación con simbología de los riesgos existentes (ver Anexo P).

Señales de advertencia:

Esta señal advierte del peligro existente en la caja térmica y toma corrientes por que produce descargas eléctricas.

Figura 31. Señales de advertencia



Fuente: Autores

Señales de prohibición:

Esta señal prohíbe el ingreso o realización de las actividades en el laboratorio de mantenimiento correctivo.

Figura 32. Señales de prohibición

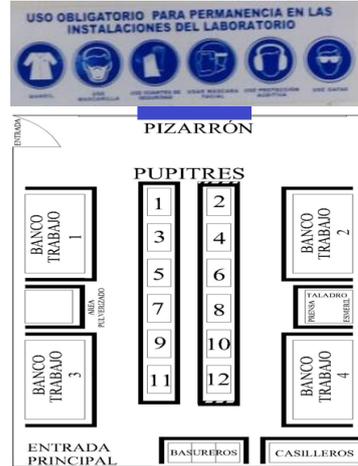


Fuentes: Autores

Señales de obligación:

Los estudiantes tienen la obligación de utilizar los EPP indicados en los diferentes puestos de trabajo. Para evitar lesiones por las prácticas.

Figura 33. Señales de obligación

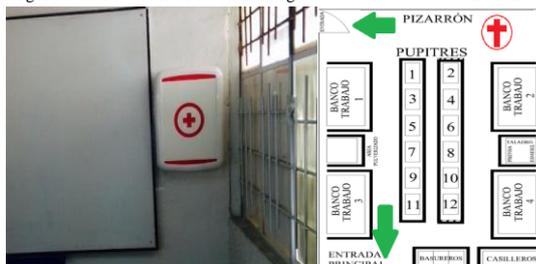


Fuentes: Autores

Señales de seguridad o salvamiento

En esta señal nos indica la salida de emergencia y el botiquín de primeros auxilios.

Figura 34. Señales de seguridad o salvamiento

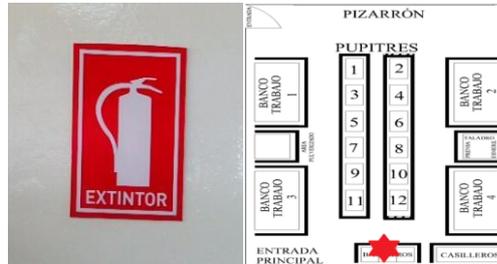


Fuente: Autores

Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios

El extintor para la lucha contra incendios se ubicó en un lugar de fácil acceso, facilitando su utilización en una emergencia.

Figura 35. Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios



Fuente: Autores

4.3.2 Estudios de Equipos de Protección Personal (EPP) en el laboratorio de mantenimiento correctivo. En la siguiente tabla mencionamos los riesgos presentes en los equipos y herramientas del laboratorio de Mantenimiento Correctivo.

Tabla 28. Riesgos en el laboratorio de Mantenimiento Correctivo

Área de trabajo	Riesgo probable
Compresor	<ul style="list-style-type: none"> • Quemaduras. • Electrocuación. • Ruido. • Atrascamiento
Taladro Pedestal	<ul style="list-style-type: none"> • Proyección de Partículas. • Caída de piezas. • Cargas suspendidas. • Ruido. • Atrascamiento
Esmil Eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> • Proyección de partículas a la zona de los ojos. • Atrascamiento • Electrocuación. • Ruido.
Llave Neumática de Impacto	<ul style="list-style-type: none"> • Atrascamientos. • Cortes.
Prensa fija	<ul style="list-style-type: none"> • Atrascamientos. • Cortes. • Golpes
Herramientas de fijación	<ul style="list-style-type: none"> • Atrascamientos. • Cortes. • Pinchazos • Golpes

Fuente: Autores

Equipos de Protección Personal (EPP). Para la ejecución de las prácticas en el laboratorio de mantenimiento correctivo se elaboró una tabla con los riesgos presentes en

los equipos y herramientas, ver la tabla 28, los estudiantes deben estar conscientes de los accidentes que pueden ocurrir durante el trabajo con los equipos y manipulación de las herramientas.

En la tabla 29 indicamos los EPP que los estudiantes utilizaran en el laboratorio de mantenimiento correctivo con cada equipo y herramientas.

Tabla 29. Equipos a utilizar en las máquinas del laboratorio de Mantenimiento Correctivo

EPP	Mandil	Gafas	Tapones	Guantes	Zapatos de protección
Compresor	x		x	x	x
Taladro Pedestal	x	x	x		x
Esméril Eléctrico	x	x	x	x	x
Llave Neumática de Impacto	x	x	x	x	x
Tornillo de banco	x		x	x	x
Herramientas de apriete	x			x	x

Fuente: Autores

4.3.3 Selección del extintor sugerido contra incendio en el laboratorio.

Mediante un análisis se ha identificado los diferentes tipos de incendios que puede producir:

- Fuegos Clase A, producidos por: madera, guaipe, cartón, papel, gomas y ciertos plásticos.
- Fuegos Clase B, producidos por: líquidos y gases inflamables, como gasolina, tinera, disolventes y pintura.
- Fuego Clase C, producido por: equipos, lámparas y conexiones eléctricas.

Para la adquisición del extintor en el laboratorio, es importante conocer los posibles tipos de incendios y el área del laboratorio. Esta información nos permitirá seleccionar el extintor mediante la norma NFPA 10.

Tabla 30. Selección de extintores

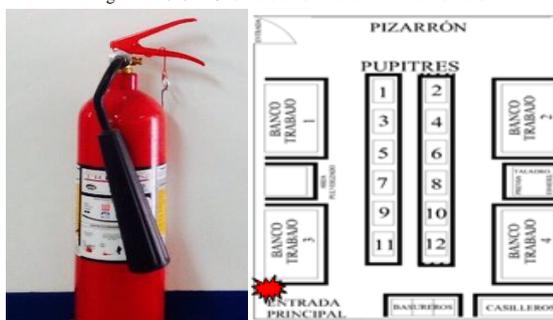
Zona o sección	Área protegida	Capacidad (lb)	Tipo de extintor
Laboratorio de M tto. correctivo	52 m ²	5	CO ₂

Fuente: Autores

El extintor seleccionado es de CO₂ debido a la existencia de fuegos de clase A, B y C, la probabilidad de incendio es baja, por lo tanto su capacidad es de 5 (lb) que tranquilamente abarca el área del laboratorio de Mantenimiento Correctivo.

Ubicación del extintor. El extintor está ubicado en un lugar de fácil acceso y visible. La ubicación del extintor se puede visualizar de mejor manera en la figura 36.

Figura 36. Ubicación de extintores



Fuente: Autores

Para la ubicación del extintor se aplicó los siguientes aspectos:

- La ubicación está establecida a 1,50 m. de altura de la base del piso a la válvula del aparato según recomendaciones del cuerpo de bomberos de Riobamba.
- Está ubicado a la entrada y salida principal del laboratorio, por su accesibilidad para su manipulación en caso de emergencia.

4.3.4 Propuestas para mejorar la clasificación de desechos. Para una adecuada y ordenada recolección de los residuos generados durante la realización de las prácticas, se ha implementado recipientes de basura, identificado por colores de acuerdo al tipo de residuos y se ha ubicado en un lugar de fácil acceso.

Se analizó de acuerdo a la norma NTE INEN 2841 y las prácticas de laboratorio los diferentes tipos de residuos que se generarán, estos son:

Residuos no reutilizables (no peligrosos)

Los desechos orgánicos, restos de alimentos, polvos y demás residuos que aparecen durante la limpieza se ubicarán en un basurero de color negro identificado de la siguiente manera.

- Basurero de color negro: Para desechos generales.

Residuos no reutilizables (reciclables)

Los residuos reciclables como botellas plásticas y fundas se ubicarán en un basurero de color plomo identificado de la siguiente manera.

- Basurero de color azul morado: Para desechos reciclables.

Residuos reutilizables (no peligrosos)

Los residuos para metales como pernos, tuercas, rodamientos, ejes, viruta, alambre, restos de elementos rotos, aluminio, etc. Se ubicarán en un basurero de color azul morado identificado de la siguiente manera.

- Basurero de color naranja: Para desechos de Chatarra.

Figura 37. Ubicación de los basureros en el laboratorio



Fuente: Autores

CAPÍTULO V

5. MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

5.1 Procesos de mantenimiento.

Para realizar mantenimiento, limpieza en los puestos de trabajo y equipos del laboratorio de Mantenimiento Correctivo se debe llevar un registro de los estudiantes y del docente a cargo de la práctica.

5.1.1 Políticas

El docente y/o encargado del laboratorio de Mantenimiento Correctivo es la persona que tiene la responsabilidad de la implantación de la política de un Mantenimiento Autónomo, debe comprometerse a aportar con los medios necesarios para garantizar la seguridad de los estudiantes; y, también a mejorar de manera continua las condiciones en las que se desarrollan las actividades y prácticas de laboratorio. Debe tener la experiencia necesaria que le permita prever, reconocer y solucionar cualquier problema técnico que se presente durante la ejecución de la práctica.

Responsabilidades del docente:

- Implementar y hacer cumplir el Manual de Mantenimiento del laboratorio de Mantenimiento Correctivo.
- Controlar la realización de las prácticas cumpliendo las políticas y normas del laboratorio de Mantenimiento Correctivo.
- Evaluar los logros del programa de prácticas realizadas y de acuerdo a los resultados de la evaluación tomar acciones de mejora y/o correctivas correspondientes.
- Resolver satisfactoriamente los problemas que se presenten en el laboratorio, a través de su intervención directa y conjuntamente con los estudiantes.

- Coordinar las actividades de mantenimiento y el cuidado de los equipos del laboratorio de Mantenimiento Correctivo.
- Comprobar que se cumplan las estrategias de las 5 S's japonesas.
- Ejecutar los planes del Mantenimiento Autónomo.
- Supervisar los procedimientos operativos de los equipos y herramientas.
- Revisar, inspeccionar la estructura del laboratorio, equipos, conexiones eléctricas, neumáticas y herramientas.
- Mantener una actualización permanente de los bienes del laboratorio de Mantenimiento Correctivo y de sus actividades.

Responsabilidades de los estudiantes:

- Cumplir con pasos del Mantenimiento Autónomo, informar cualquier novedad al docente y/o encargado del laboratorio, deben cumplir las 5 S's japonesas y las normas seguridad, utilizando los EPP correspondiente para cada actividad, no realizar ninguna actividad si no está seguro.
- Revisar e inspeccionar la estructura del laboratorio, equipos, conexiones eléctricas, neumáticas y herramientas antes y después de la realización de cada práctica.
- Informar cualquier novedad al docente y/o encargado del laboratorio.
- Realizar las actividades de mantenimiento de los equipos de laboratorio conjuntamente o bajo la supervisión del docente y/o del encargado.
- Informar de las necesidades que tiene el laboratorio para su implementación.
- Cumplir con las normas de higiene, seguridad, metodología de las 5 "S's" y los pasos del mantenimiento autónomo.

Tabla 32. Componentes funcionales (Herramientas).

CÓDIGO	CANTIDAD	HERRAMIENTAS	MARCA	DESCRIPCIÓN
JGD 01, 02, 03, 04.	4 Juegos	Dados	Stanley	Dado número: 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28 y 30.
JLL 01 02,03, 04.	4 Juegos	Llaves Mixtas	Stanley	Llave número: 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 19, 21, 22 y 24.
HEX 01, 02,03, 04.	4 Juegos	Llaves hexagonales	Stanley	Llaves hexagonales en mm de 10 piezas.
TRX 01, 02,03, 04.	4 Juegos	Llaves torx	Stanley	Llaves torx de 8 piezas.
DS 01, 02, 03, 04.	4 juegos	Desarmadores	Stanley	Desarmadores básicos de 6 piezas.
LLF 01, 02, 03, 04.	4 Unidades	Llave francesa	Stanley	Llave ajustable de 12'' cromada.
TRM 01, 02, 03, 04.	4 Unidades	Torquímetro	Stanley	Mando de ½ de 150lb
EXM 01, 02, 03, 04.	4 Unidades	Extractor Mecánico	Truper	Santiago de 3 patas de 6''.
ESC 01, 02, 03, 04.	4 Unidades	Escuadra metálica	Stanley	Escuadra metálica de 12''.
LIM 01, 02, 03, 04.	4 Unidades	Lima	M incraft	Lima gruesa de 10''
CPR 01, 02, 03, 04.	4 Unidades	Calibrador pie de rey	Truper	Calibrador pie de rey de 6''.
CAL 01, 02, 03, 04.	4 Unidades	Calibrador laminas	Stanley	Calibrador de láminas de 32 hojas: 0.01mm - 0.25 mm.
MAB 01, 02, 03, 04.	4 Unidades	Martillo de bola	Stanley	Martillo de bola de 16 oz con mango de madera.
MAG 01, 02, 03, 04.	4 Unidades	Mazo de goma	Stanley	Mazo de goma de 20 oz con mango de madera.
ALC 01, 02, 03, 04.	4 Unidades	Alicate	Stanley	Alicate de 8'', cubierto con aislante.
PLA 01, 02, 03, 04.	4 Unidades	Playo	Stanley	Playo articulado de 6'' cubierto con aislante.
FLM 01, 02, 03, 04.	4 Unidades	Flexómetro	Stanley	Flexómetro con cinta de 5 metros.
ENG 01, 02, 03, 04.	4 Unidades	Engrasador	Truper	Engrasador de palanca de 14 oz.
ACE 01, 02, 03, 04.	4 Unidades	Aceitera	Truper	Aceitera flexible de 500ml.
ARS 01, 02, 03, 04	4 Unidades	Arco/Sierra	Stanley	Arco /Sierra de 12''.

Fuente: Autores

Tabla 33. Componentes funcionales (Equipos).

C Ó D I G O	C A N T I D A D	E Q U I P O S	M A R C A	D E S C R I P C I Ó N
COM 01	1 Unidad	Compresor	Campbell	Caudal 90 PSI Motor 5.0 HP P máx. 175 Psi
TAL 01	1 Unidad	Taladro	Truper	Potencia 1/3 HP Voltaje 120 V Velo 760/3070 rpm
ESM 01	1 Unidad	Esmiril Eléctrico	Dewalt	Potencia 5/8 HP Voltaje 120 V Velo 1700 rpm
PIS 01	1 Unidad	Pistola Neumática	Schulz	Torque 10 N.m Potencia 320 W 7000 rpm
MDI 01	1 Unidad	Multímetro Digital	Truper	Mide: V cc, V ca, Icc, resistencia y temperatura.
ENT 01	1 Unidad	Tornillo de banco	Stanley	

Fuente: Autores

Tabla 34. Componentes funcionales (Muebles/Enseres).

C Ó D I G O	C A N T I D A D	M U E B L E S / E N S E R E S	D E S C R I P C I Ó N
BTR 01, 02, 03, 04.	4	Bancos de trabajo	Sus dimensiones es: 2.0*1.0*0.85 metal
TPH 01, 02, 03, 04.	4	Tableros porta herramientas	Sus dimensiones es: 1.2*1.0*0.15 triplex
PUP 01	12	Pupitres	Pupitres de madera
CAS 01	1	Casillero	Casillero con 12 divisiones
BOT 01	1	Botiquín	
PIZ 01	1	Pizarrón	Dos pizarrones de tiza líquida.
PLM 01	1	Plancha de mármol	
EXT 01	1	Extintor	Extintor de CO2 de 15 lb.

Fuente: Autores.

5.3 Estrategias de mantenimiento.

Para el laboratorio se programará actividades generales como:

- Inspección visual.
- Limpieza y lubricación de equipos.
- Ajustes de carcasas, mecanismos y anclajes de los equipos.

El plan de mantenimiento del laboratorio de Mantenimiento Correctivo se detallará en la **anexo A**, se realizará semestralmente o de acuerdo a las frecuencias indicadas en el plan en coordinación del docente y/o encargado con los estudiantes.

5.4 Elaboración de un manual de mantenimiento.

Es un conjunto de procesos mediante tareas programadas con sus diferentes frecuencias de mantenimiento, pueden evitar accidentes en el estudiante durante la realización de las diferentes prácticas, para la cual, se ha realizado una identificación y estimación de riesgos que pueden ocurrir en las equipos durante su operación.

El docente y/o encargado del laboratorio deben conocer claramente el contenido del manual, para poder supervisar, capacitar y guiar al estudiante durante las prácticas o mantenimiento que estén realizando.

5.4.1 Procedimiento para ingresar al laboratorio.

- Ingresar con mandil abotonado, no holgado y con zapato cerrado.
- Leer las instrucciones de seguridad y cumplir los reglamentos del laboratorio.
- Dejar accesorios (maletas, bolsos) en el casillero del laboratorio.
- No ingresar con anillos, pulseras, cabello suelto, bebidas y alimentos.
- Prohibido el ingreso con gorras, bermudas o pantalones cortos.
- No ingresar con comida, bebida o cigarrillos al laboratorio de Mantenimiento Correctivo.
- Si no sabe el funcionamiento del equipo NO lo encienda.

5.4.2 Instructivo para realizar las prácticas.

- El docente o encargado del laboratorio debe verificar y constatar que todos los sistemas de seguridad (eléctrico, mecánico, neumático) deben estar bien instaladas para que protejan al estudiante durante la ejecución de la práctica.

- Antes de poner en marcha un equipo, deben conocer su funcionamiento y operación.
- Deben estar concentrados en el desarrollo de la práctica.
- Las piezas y herramientas, no deben tocarse con las manos sin protección, ya que pueden producir cortes y quemaduras.
- Las protecciones y seguridad de los equipos deben conservarse en perfectas condiciones.
- Nunca limpie, ajuste, engrase o meta mano en una máquina en marcha.
- Asegúrese de poner el equipo en estado (cero) antes de intervenir. Si el problema es rutinario o no sabe cómo solucionarlo, deténgase y comuníquela novedad al docente o encargado del laboratorio.
- Utilice las herramientas adecuadas para cada trabajo y asegúrese de que estén en buen estado, cuando no las utilice ubique en el tablero de herramientas.
- Revisar si están en buenas condiciones las protecciones de los equipos, si huele a quemado o escuche algún ruido o sonido extraño comuníquelo al docente.
- Está terminantemente prohibido fumar en el laboratorio.
- Si derrama algo, límpielo inmediatamente.
- No ingrese al laboratorio en estado de embriaguez o con alcohol.
- En caso de un accidente personal vaya al dispensario médico de la ESPOCH.

5.4.3 *Mantenimiento del laboratorio de Mantenimiento Correctivo.*

- Después de utilizar cada equipo, dejar limpiando y en orden.

- Se debe revisar cada herramienta a utilizar ya que algunas pueden tener rajaduras, señales de desgaste (aislamiento) o grietas.
- Luego de utilizar las herramientas se las debe ubicar en el tablero.
- Revisar y ajustar pernos de anclaje y tapas protectoras de los equipos.
- Inspeccionar todos los cables e interruptores eléctricos para detectar cortaduras, aislamientos rasgados, terminales expuestos y conexiones sueltas.
- Durante la práctica mantener el lugar de trabajo en orden y limpio.
- Mantener los accesorios de protección personal en óptimas condiciones de aseo, en un lugar seguro y de fácil acceso.
- Realizar el mantenimiento de los equipos de acuerdo al plan de mantenimiento programado (ver anexo A).
- Todo equipo que requiera reparación o mantenimiento se planificará en el laboratorio con los estudiantes.
- Al terminar la práctica, verifique que los equipos, lámparas estén apagadas.
- Ubicar los residuos generados de la práctica en los basureros indicados.

CAPÍTULO VI

6. RESULTADOS, EVALUACIÓN Y ESTADÍSTICAS DEL LABORATORIO

6.1 Análisis de funcionalidad del laboratorio

Como proceso inicial de estudio del laboratorio, se realizó una encuesta sobre el aprendizaje y ambiente laboral, cuyo objetivo fue conocer la existencia de herramientas apropiadas, mesas de trabajo, guías de laboratorios, el espacio físico y el ambiente de trabajo, para realizar las prácticas que se plantean y que se evaluarán.

Paralelo a la encuesta, se pudo observar la falta de herramientas, motores defectuosos y obsoletos, falta de organización, suciedad y no existe ningún tipo de señalización.

Figura 38. Hoja de encuestas del aprendizaje

ENCUESTA DEL APRENDIZAJE DEL LABORATORIO	
Con el fin de optimizar el aprendizaje y dar un aporte a nuestra Facultad:	
1.- ¿Actualmente están realizando prácticas de laboratorio?	Si _____ No _____
En el caso de si, diga cuales:	
2.- ¿El laboratorio tiene guía para las prácticas definidas?	Si _____ No _____
3.- ¿El ambiente de trabajo es adecuado?	Si _____ No _____
4.- ¿El tamaño del espacio físico es adecuado?	Si _____ No _____
5.- ¿Tiene herramientas adecuadas?	Si _____ No _____
6.- ¿Cuenta con el tiempo suficiente para cada práctica?	Si _____ No _____
COMENTARIOS Y SUGERENCIAS:	

¡Muchas gracias por sus sugerencias y comentarios!	

Fuente: Autores

6.1.1 Desarrollo de la encuesta del laboratorio de Mantenimiento Correctivo. La encuesta se realizó el día jueves 27 de noviembre del 2014, a los estudiantes de la asignatura de reparaciones de elementos industriales del séptimo semestre de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento.

Los resultados obtenidos en cuanto a la primera pregunta planteada en la encuesta:

¿Actualmente están realizando prácticas de laboratorio?

Tabla 35. ¿Actualmente están realizando prácticas de laboratorio?

Ítem s	No. de Encuestas	% de Eficiencia
Si	0	0
No	23	100
TOTAL	23	100

Fuente: Autores

Figura 39. ¿Actualmente están realizando prácticas de laboratorio?



Fuente: Autores

ANÁLISIS

En esta gráfica podemos observar que la respuesta del 100 % de los estudiantes no está realizando prácticas de laboratorio, éste resultado es debido a la fecha de realización de la encuesta (jueves 27 de noviembre del 2014), tienen un mes y medio de iniciación de clases.

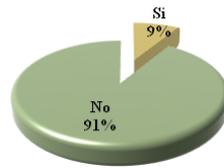
La segunda interrogante de la encuesta es: **¿El laboratorio tiene guía para las prácticas definidas?**

Tabla 36. ¿El laboratorio tiene guía para las prácticas definidas?

Ítem s	No. de Encuestas	% de Eficiencia
Si	2	9
No	21	91
TOTAL	23	100

Fuente: Autores

Figura 40. ¿El laboratorio tiene guía para las prácticas definidas?



Fuente: Autores

ANÁLISIS

El 91 % de los estudiantes han respondido como en el caso de la primera pregunta negativamente, debido a que no existen las herramientas para realizar las practicas.

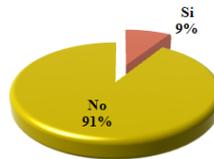
La interrogante número tres: **¿El ambiente de trabajo es adecuado?**

Tabla 37. ¿El ambiente de trabajo es adecuado?

Ítem s	N o. de Encuestas	% de Eficiencia
Si	2	9
No	21	91
T O T A L	23	100

Fuente: Autores

Figura 41. ¿El ambiente de trabajo es adecuado?



Fuente: Autores

ANÁLISIS

En la gráfica se muestra un porcentaje alto de negativa entorno al lugar de trabajo .

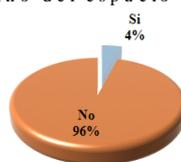
La interrogante número cuatro: **¿El tamaño del espacio físico es adecuado?**

Tabla 38. ¿El tamaño del espacio físico es adecuado?

Ítem s	N o. de Encuestas	% de Eficiencia
Si	1	4
No	22	96
T O T A L	23	100

Fuente: Autores

Figura 42. ¿El tamaño del espacio físico es adecuado?



Fuente: Autores

ANÁLISIS

Esta pregunta esta enlazada con la anterior por lo tanto el tamaño del espacio físico del laboratorio no es el adecuado para realizar las prácticas, esto se debe al desorden que existen en el mismo.

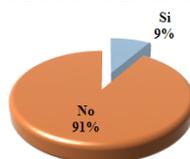
La interrogante número cinco: **¿Tiene herramientas adecuadas?**

Tabla 39. ¿Tiene herramientas adecuadas?

Ítem s	N o. de Encuestas	% de Eficiencia
Si	2	9
No	21	91
T O T A L	23	100

Fuente: Autores

Figura 43. ¿Tiene herramientas adecuadas?



Fuente: Autores

ANÁLISIS.

El 91 % de los estudiantes dicen no tener las herramientas necesarias y/o adecuadas en el laboratorio para el desarrollo de las prácticas.

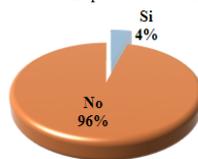
La interrogante número seis: **¿Cuenta con el tiempo suficiente para cada práctica?**

Tabla 40. ¿Cuenta con el tiempo suficiente para cada práctica?

Ítem s	N o. de Encuestas	% de Eficiencia
Si	1	4
No	22	96
T O T A L	23	100

Fuente: Autores

Figura 44. ¿Cuenta con el tiempo suficiente para cada práctica?



Fuente: Autores

ANÁLISIS

El tiempo de realización de las prácticas cuenta con el 96 % de no conformidad con el tiempo suficiente para la realización de las mismas, el docente debe elaborar el tema de la práctica tomando en cuenta la duración (tiempo) de su desarrollo.

6.2 Evaluación del medio ambiente laboral.

El ambiente laboral está conformado por el espacio físico limitado por el piso, techo y paredes, existen factores que afectan la integridad física y mental de los estudiantes como, iluminación inadecuada, paredes contaminadas y ruido, estas son condiciones inapropiadas que afectan directamente al ambiente laboral.

6.2.1 Riesgos de trabajo. Los principales riesgos que se pueden dar en el laboratorio de mantenimiento correctivo son: riesgos físicos, mecánicos y ergonómicos, los mismos que serán evaluados.

Riesgos Físicos. Para evitar riesgos y el mal desempeño del estudiante en el desarrollo de las prácticas se evaluará con toma de datos de las variables ambientales en diferentes puntos del laboratorio.

Ruido

Con un sonómetro digital se toman datos de cada uno de los equipos para determinar las cantidades de decibeles (dB) que existen.

Características del sonómetro:

- Digital sound meter 840029

- Frecuencia: 31.5 a 8000 Hz.
- Precisión: ± 1.5 dB.
- Rango: A ponderación - 30 a 130 dB.
C ponderación - 35 a 130 dB.

La medición se realizó el jueves 18 de diciembre de 2014 en la mañana desde las 9H00 hasta las 10H00.

Para realizar la medición del ruido se prendió, el taladro, esmeril y compresor.

Para calcular la dosis de exposición (D) utilizamos la siguiente fórmula:

$$D = \frac{C}{T}, \text{ donde:}$$

D = Dosis de exposición

C = Tiempo real de exposición del trabajador

T = Tiempo máximo de exposición permitido.

NPSeq = Nivel de presión sonora

La tabla 8 y 41 nos ayudará en la determinación del tiempo de exposición permitido y el tipo de riesgo.

Tabla 41. Tiempo de exposición diaria del artículo 75, decreto No. 594

NPSeq [db(A) lento]	Tiempo de exposición por día
	Horas
85	8
86	6.35
87	5.04
88	4.00
89	3.17
90	2.52
91	2.00
92	1.59
93	1.26
94	1.00
95	0.79
96	0.63
97	0.5
98	0.4
99	0.31
100	0.25

Fuente: http://www.dis.usm.cl/html/soul/normas_preencion/legislacion/ds594.pdf

Estos valores se entenderán para trabajadores expuestos sin protección auditiva.

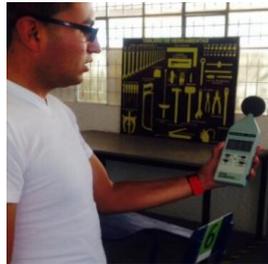
Tabla 42. Datos de los decibeles de los equipos

Puntos	NPS eq (dB)	Tiempo de exposición real (C)	Tiempo de exposición permitido (T)	Dosis de exposición (D)	Nivel de riesgo
Compresor	96	0.30	0.63	0.48	Verde
Talado Pedestal	94	0.25	1.00	0.25	Verde
Esm eril Eléctrico	97	0.25	0.5	0.5	Verde

Fuente: Autores

Las mediciones obtenidas en la tabla 42, se comparan con la tabla 41, para determinar la dosis de exposición y el color de seguridad, el riesgo es bajo en el laboratorio de mantenimiento correctivo de acuerdo a los datos arrojados de la medición del ruido. En la figura 45 y 46 observamos la realización de la medición del ruido en el laboratorio de Mantenimiento Correctivo.

Figura 45. Mediciones del ruido de los equipos del laboratorio de Mantenimiento Correctivo.



Fuente: Autores

Figura 46. Datos tomados del esmeril eléctrico.



Fuente: Autores

Ilum inación

La luz natural es aprovechada en cada puesto de trabajo debido a que sus ventanales son grandes, y para la noche cuenta con 4 lámparas fluorescentes, para su medición se

utilizó un luxómetro (medidor digital de luz), las unidades de las mediciones están en (lux).

Características del luxómetro:

- Digital lux meter HP-881A
- Rango de medición: 0.1 lux ~ 50,000 lux.
- Repetitividad: $\pm 2\%$.
- Tiempo de muestreo: 2.0 veces/s.

La medición se realizó el jueves 18 de diciembre de 2014 en la mañana desde las 9H00 hasta las 10H00, las condiciones meteorológicas con presencia de nubes y en la noche desde la 19H00 hasta las 20H00.

La tabla 6 y 43 nos ayudará en la determinación el nivel de iluminación (NI) recomendado.

Tabla 43. Nivel de iluminación recomendado según 2393 (IESS)

Iluminación Mínima	Actividades
20 luxes	Pasillos, patios y lugares de paso.
50 luxes	Operaciones en las que la distinción no sea esencial como manejo de materiales, desechos de mercancías, embalaje, servicios higiénicos.
100 luxes	Cuando sea necesaria una ligera distinción de detalles como: Fabricación de productos de hierro y acero, taller de textiles y de industrias manufacturera, sala de máquinas y calderos, ascensores.
200 luxes	Si es necesaria una distinción moderada de detalles, tales como: talleres, de metal mecánica, costura, industria de conserva, imprentas.
300 luxes	Siempre que sea esencial la distinción media de detalles, tales como: trabajos de montaje, pintura a pistola, tipografía, contabilidad, taquigrafía.
500 luxes	Trabajos en que sea indispensable una fina distinción de detalles, bajo condiciones de contraste, tales como: corrección de pruebas, fresado y torneado, dibujo.
1000 luxes	Trabajos en que exijan una distinción extremadamente fina o bajo condiciones de contraste difíciles, tales como: trabajos con colores o artísticos, inspección delicada, montaje de precisión electrónicos, relojería.

Fuente: www.prosigma.com.ec/pdf/nlegal/Decreto-Ejecutivo2393.pdf

Tabla 44. Datos de iluminación del laboratorio

Medición en la mañana			
Puesto de trabajo	Nivel de iluminación (lux)	Nivel de iluminación recomendado (lux)	Nivel de riesgo
Bancos de trabajo	205	200	verde 
Medición en la noche			
Puesto de trabajo	Nivel de iluminación (lux)	Nivel de iluminación recomendado (lux)	Nivel de riesgo
Bancos de trabajo	223	200	verde 

Fuente: Autores

Las mediciones obtenidas en la tabla 44, se comparan con la tabla 6 y 43 para determinar el nivel de iluminación (NI) recomendado, de acuerdo a la tabla 43, el nivel de iluminación mínima es de 200 luxes para laboratorios, las medidas en el laboratorio sobrepasan el nivel de iluminación recomendado, el nivel de riesgo es bajo de acuerdo al código de colores. En la figura 47 y 48 observamos la realización de la medición de iluminación en el laboratorio de Mantenimiento Correctivo.

Figura 47. Mediciones de iluminación en el laboratorio de Mantenimiento Correctivo.



Fuente: Autores

Figura 48. Mediciones de iluminación en un banco de trabajo.



Fuente: Autores

Temperatura

Con un termómetro digital se mide la temperatura en °C, en la tabla se detalla todas las mediciones realizadas en el laboratorio.

Características del termómetro:

- Termómetro digital infrarrojo DT 8750
- Rango: (-50 ~ 380) °C, (-58 ~ 716 °F)
- Tiempo de respuesta: 0.8 s.

La medición se realizó el jueves 18 de diciembre de 2014 en la mañana desde las 9H00 hasta las 10H00, las condiciones meteorológicas con presencia de nubes y en la noche

desde la 19H00 hasta las 20H00, sin lluvia.

La tabla 9 nos ayudará en la determinación del tipo de riesgo según el valor de temperatura. La tabla 45 indica las medidas obtenidas en el laboratorio de mantenimiento correctivo.

Tabla 45. Datos de temperatura del laboratorio

Medición en la mañana			
Puesto de trabajo	Temperatura ambiente (°C)	Nivel de temperatura recomendado (°C)	Nivel de riesgo
Lab. M tto. Correctivo	17	16 a 19	verde
Medición en la noche			
Lab. M tto. Correctivo	9	>24 O 16<	rojo

Fuente: Autores

Los resultados obtenidos de la medición de temperatura se indican en la tabla 45, el nivel de riesgo presente por exposiciones a bajas temperaturas es alto en la noche, característica del clima en la ciudad de Riobamba.

Riesgos Mecánicos. Los riesgos más comunes serán por el mal uso de las herramientas debido a la falta de conocimientos o jugar con las mismas, falta de atención durante la ejecución de la práctica, la no utilización de los EPP correspondientes a cada trabajo y por el incumplimiento a las señales ubicadas en el laboratorio, los riesgos comunes son:

- Caída de objetos
- Golpes contra objetos
- Atrapamientos
- Proyección de partículas
- Exposición a cortes
- Contacto eléctrico
- Superficies calientes

Riesgos ergonómicos. La ergonomía analiza las condiciones de trabajo en sus aspectos físicos y psíquicos con el fin de obtener la máxima adaptación, armonía y eficacia del estudiante en el desarrollo de las prácticas, para lo cual se implementó 4 mesas de trabajo con sus respectivos tableros de herramientas, 12 pupitres, una plancha de

mármol, red de aire, un mostrador con 12 casilleros, un banco de trabajo que consta con un taladro de pedestal, esmeril y un tornillo de banco. (INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD, 2010).

El puesto de trabajo. Para el desarrollo de las prácticas se ubicó el puesto de trabajo considerando los siguientes aspectos, iluminación, ventilación, comodidad y el espacio físico adecuado para cada estudiante. (GARCÍA, 1997).

Para realizar las prácticas el estudiante permanecerá en diferentes posiciones, sentado, de pie y realizará levantamiento de cargas.

Trabajo sentado

El estudiante permanecerá sentado en una posición recta durante el tiempo que el docente imparta las instrucciones, sugerencias y recomendaciones para el desarrollo de la práctica.

En la siguiente figura 49 podemos observar la ubicación de los pupitres.

Figura 49. Ubicación de los pupitres



Fuente: Autores

Trabajo de pie

El estudiante pasará un tiempo aproximado de una hora y media de pie durante la realización de la práctica, tiempo que no provocara ningún malestar ni cansancio, se ha considerado la diferencia de estaturas de los estudiantes, para lo cual se ha diseñado mesas de trabajo que tengan la comodidad y cumpla con la ergonomía, las mesas de trabajo tienen las siguientes dimensiones:

Alto = 0,85 m

Ancho = 1,00 m

Largo = 2,00 m

Las mesas están fabricadas de metal forrado con una plancha de acero inoxidable, contiene una gaveta para usos múltiples, facilitando el orden y la organización de las cosas. En la figura 50 podemos observar las mesas de trabajo.

Figura 50. Mesas de trabajo



Fuente: Autores

Los equipos y las herramientas manuales.

Los equipos que se utilizarán para el desarrollo de las prácticas son: taladro de pedestal, esmeril eléctrico y el tornillo de banco están ubicados a una altura apropiada, las herramientas están ubicadas en forma ordenada, numeradas y señalizadas en un tablero, adoptando comodidad, confort y seguridad en el estudiante para evitar posibles accidentes durante la práctica. En la figura 51 podemos observar los equipos y tablero de herramientas.

Figura 51. Tableros de herramientas



Fuente: Autores

6.3 Evaluación de riesgos.

6.3.1 Análisis de Matriz de Riesgo. Para el análisis del riesgo mecánico se aplica el método matemático William T. Fine, que consiste en una evaluación numérica considerando tres factores: las consecuencias de un posible accidente debido al riesgo, la exposición a la causa básica y la probabilidad de que ocurra la secuencia del accidente y las consecuencias del mismo.

Los valores numéricos asignados a cada factor están basados en el juicio del investigador a través de una tabla de valoración de riesgos, que indica los valores asignados a diversas situaciones de riesgos mecánicos.

Inmediatamente con estos valores se procede a determinar el grado de peligrosidad que existe en laboratorio de reparaciones.

Ecuación del grado de peligrosidad

La del grado de peligrosidad (G P) se calcula como se indica a continuación.

$$G P = \text{probabilidad} * \text{consecuencia} * \text{exposición}$$

Se evalúa el área de mayor riesgo como, taladro de pedestal, esmeril eléctrico, tornillo de banco, pistola neumática, herramientas y todo el entorno general debido a que se encuentran ubicadas dentro del laboratorio de Mantenimiento Correctivo. En la tabla 46 se observa la valoración que se toma para la matriz de riesgo.

Tabla 46. Valoración de riesgos

Factor	Clasificación	Valoración Numérica
Consecuencias (C)	Catástrofe, numerosas muertes, daños por encima de	100
	Varias muertes, daños desde	50
	Muerte, daños desde	25
	Lesiones graves, invalidez, permanente o daño de	15
	Lesiones con baja, daños desde	5
	Lesiones sin baja, daños desde	1

Factor	Clasificación	Valoración Numérica
Exposición (E)	Continuamente, muchas veces al día.	10
	Frecuentemente, aproximadamente una vez al día.	6
	Ocasionalmente, de una vez a la semana a una vez al mes.	3
	Irregularmente, de una vez al mes a una vez al año.	2
	Raramente, cada bastantes años.	1
	Remotamente, no se sabe que haya ocurrido pero no se descarta.	0,5
Probabilidad (P)	Es el resultado más probable y esperado.	10
	Es completamente posible, no será nada extraño.	6
	Sería una secuencia o una coincidencia rara pero posible, ha ocurrido.	3
	Coincidencia muy rara, pero sabe que ha ocurrido.	1
	Coincidencia extremadamente remota pero concebible.	0,5
	Coincidencia prácticamente imposible, jamás a ocurrido.	0,1

Fuente: <http://www.prosigma.com.ec/pdf/nlegal/Decreto-Ejecutivo2393.pdf>

6.3.2 Tabla matriz de riesgo para el laboratorio de Mantenimiento Correctivo.

La matriz de riesgo (Anexo B) indica la valoración del grado de peligrosidad en el laboratorio de Mantenimiento Correctivo, el grado de peligrosidad es baja debido a que los estudiantes no están expuestos a realizar prácticas complejas.

CAPÍTULO VII

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

La utilización exacta y sistémica de la metodología de las 5S (condiciones de orden, limpieza y seguridad) mejoran considerablemente el óptimo desarrollo de las prácticas de laboratorio, ya que los puestos de trabajo se mantienen despejados, sin objetos y sin residuos. Además, se mantiene las herramientas de manera ordenada, evitando la pérdida y el excesivo transporte para la búsqueda de las mismas.

La sostenibilidad de la implantación en el tiempo, depende en gran medida de la Disciplina, o sea, de la adecuada implementación de la quinta "S", para ello, es de vital importancia establecer adecuadamente instructivos e informativos colocándolos en cada puesto de trabajo del laboratorio, para recordarles a los estudiantes de su obligación y así crear hábitos de trabajo sistemáticos.

Este plan de mantenimiento autónomo involucra la participación activa de los estudiantes, incluyendo al docente o encargado, quienes fomentan regularmente esta actitud a los estudiantes por medio de reuniones, donde se hable del progreso del plan y de medidas que se deben seguir para mantenerlo o mejorarlo.

Contar con una buena señalización en el laboratorio, ayuda a reducir los riesgos laborales e informa la localización de elementos útiles en situaciones de riesgo, como es el caso de extintores, salida de emergencia entre otros.

La seguridad industrial no solamente se limita al uso de equipos de seguridad, como guantes, caretas, gafas, mandil, zapatos. Sino que también responde a la coordinación de los planes estratégicos contra riesgos, como la instrucción a los estudiantes en el correcto uso del equipo de protección precautelando la integridad física.

7.2 Recomendaciones

Como se mencionó en este trabajo, es necesario aplicar las 5 S al iniciar este proceso, no solo por el orden y aseo sino por la disciplina que esto genera en los estudiantes, este es el primer paso para saber si está o no preparado para implementar el mantenimiento autónomo y que fallas se pueden estar presentando para darle solución oportuna.

Aplicar el plan de mantenimiento planificado presentado en este texto, el mismo que ejecutarán los estudiantes semestralmente.

El docente encargado del laboratorio de mantenimiento correctivo debe hacer cumplir a los estudiantes con el procedimiento para el ingreso al mismo, con el instructivo para el desarrollo de las prácticas y con los procesos de mantenimiento.

Si los estudiantes no conocen el funcionamiento de un equipo, la utilización de una herramienta o detectaron alguna anomalía en el laboratorio de mantenimiento correctivo comunicar de inmediato al docente o encargado.

Ejecutar la propuesta de clasificación de desechos, con el fin de que exista una adecuada y ordenada recolección de los mismos.

BIBLIOGRAFÍA

MATEUS GAVIRIA, E.S`S: Un Método Eficaz para el Éxito en la Organización y Productividad Empresarial.

MATEUS GAVIRIA, Erika. 2012. 26, 2012, Revista Metal Actual. Revista Especializada de la Industria Metal Mecánica en Colombia, págs. 82 - 87.

MATEUS GAVIRIA, Erika. 2012. 26, 2012, Revista Metal Actual. Revista Especializada de la Industria Metal Mecánica en Colombia, págs. 82 - 87.

CÁRCEL CARRASCO, Javier. 2014. La gestión del conocimiento en la ingeniería del mantenimiento industrial. España, Universidad politecnica de valencia : OmniaScience, 2014. ISBN: 978-84-941872-7-8..

CORTÉS DÍAS, José María. 2012. Seguridad e Higiene del Trabajo. Madrid, : Editorial Tébar, S.L., 2012. págs. pp. 191-195. Vol. 10. ISBN: 978-84-7360-478-9..

CUATRECASAS, Louis. 2000-2003. TPM Hacia la Competividad a través de la Eficiencia de los Equipos de Producción. [aut. libro] LOUIS. CUATRECASAS. [ed.] 2000-2003. TPM Hacia la Competividad a través de la Eficiencia de los Equipos de Producción. España : s.n., 2000-2003, págs. 111-112.

DORBESSAN, José Ricardo. 2006. Las 5S, herramientas de cambio. Convierten la organización en una organización de aprendizaje. Primera. Buenos Aires : Editorial Universitaria de la U.T.N., 2006. págs. 19 - 20. ISBN (Publicación electrónica 2006) 978-950-42-0076-5.

FERRARI GOELZER, Berenice I. 2001. [aut. libro] Robert F. Herrick. ENCICLOPEDIA DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO. s.l. : Enciclopedia de la OIT., 2001., Vol. 1., págs. 30.3 - 30.4.

GALLARA, Ivan. 2009. MANTENIMIENTO INDUSTRIAL. [aut. libro] Pontelli. GALLARA. MANTENIMIENTO INDUSTRIAL. CÓRDOBA : JORGE SARMIENTO, 2009, Vol. 1, págs. 177-182.

GARCÍA, Molina. 1997. Evaluacion de riesgos laborales asociados a la carga física IBV. 1997. págs. 17-22.

HERNÁNDEZ ZÚÑIGA, Alfonso. 2003. Seguridad e higiene industrial. México : Editorial Limusa, 2003. pág. 23.

HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL. **RODRÍGUEZ MEDINA, Rene Antelmo. 2011.** [ed.] TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DEL ORIENTE DEL ESTADO DE MÉXICO. DIVISIÓN DE INGENIERÍA INDUSTRIAL. s.l. : Tecnológico de Estudios Superiores Oriente del Estado de México, Julio de 2011, CUADERNILLO DE APUNTES DE LA ASIGNATURA : .

INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD, Resolución 741. 2010. INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD. INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD. [En línea] INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD, 2010.

[Citado el: 31 de 12 de 2014.] <http://www.prosigma.com.ec/pdf/nlegal/Decreto-Ejecutivo2393.pdf>.

KEYSER, Beatriz. 2012. Higiene y seguridad industrial. (U. d. Internacional, Editor). School of Business and Economics, Atlantic International University. [En línea] 02. de 2012. [Citado el: 20 de 11. de 2014.] <http://www.aiu.edu/publications/student/spanish/180-207/higiene-y-seguridad-industrial.html>.

MANGOSIO, Jorge E. 2008. Higienene y Seguridad en el Trabajo. 2008. Vol. 1.

Mantenimiento Autónomo y Desarrollo Organizacional. **ÁLVAREZ LAVERDE, Humberto. 1996.** s.l. : Editado por: AMS, Ltda, 1996, Manual de entrenamiento para coordinadores TPM, págs. 1 - 2.

MINISTERIO TRABAJO, LOUIS. 2006. MINISTERIO DE TRABAJO E IMIGRACIÓN. MINISTERIO DE TRABAJO E IMIGRACIÓN. [En línea] 2006. [Citado el: 02 de 11 de 2014.] <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/GuiasTecnicas/Ficheros/lugares.pdf>. REAL DECRETO 486/1997,.

NTE INEN 439, M. 1984. Colores, señales y Símbolos de seguridad. [En línea] 1984. [Citado el: 10 de 05 de 2014.] <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0439.1984.pdf>.

REY SACRISTÁN, Francisco. 2009. Libro electrónico "Las 5 S. Orden y limpieza en el puesto de trabajo". [En línea] Fundación Confemetal, 2 de Noviembre de 2009. [Citado el: 14 de 06 de 2014.] <https://books.google.com.ec/books?id=NJtWepnesqAC&pg=PA24&dq=5+s+japonesas&hl=es&sa=X&ei=9K7GVIHmIcujNruMgkg&ved=0CDMQ6AEwBA#v=onepage&q&f=false>. ISBN: 84-96169-54-5.

ROSAS, Justo. 2010. LAS 5`S HERRAMIENTAS BASICAS DE MEJORA DE LA CALIDAD DE VIDA. MEJORA DE LA CALIDAD DE VIDA. [En línea] 2010. [Citado el: 10 de 05 de 2014.] <http://www.ponce.inter.edu/empleo/OPUSCULOS/EMPLEO/LAS%205%20S%20en%20el%20Area%20de%20Empleo.pdf>.

