



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

Proyecto de investigación previo
a la obtención del título de
Ingeniero Mecánico.

Título del Proyecto de Investigación:

**“EVALUACIÓN DE LAS MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS DEL
LABORATORIO DE INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL
DE QUEVEDO”**

Autor:

Moreta Vaca Raúl Alexander

Director del Proyecto de Investigación:

Ing. Omar Arturo Cevallos Muñoz, M.Sc.

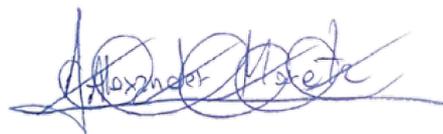
Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2022

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Raúl Alexander Moreta Vaca**, declaro que la investigación aquí descrita es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.



Raúl Alexander Moreta Vaca

C.C. # 1206773499



CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **Ing. Omar Arturo Cevallos Muñoz, M.Sc.**, docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Moreta Vaca Raúl Alexander**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado **“EVALUACIÓN DE LAS MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS DEL LABORATORIO DE INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO”**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Mecánico**, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.



Firmado electrónicamente por:
**OMAR ARTURO
CEVALLOS MUNOZ**

Ing. Omar Arturo Cevallos Muñoz, M.Sc.

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

El suscrito, Ing. Omar Cevallos Muñoz, designado como Docente Tutor para el Trabajo de Investigación según resolución Cuarta Resolución del Acta 19 de fecha 28 de Julio del 2022 del Comité Académico de la Carrera de Ingeniería Mecánica , y ratificada la misma según resolución Décima Tercera del Consejo Directivo de la Facultad en Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, realizada el 01 de Agosto del 2022, tiene a bien Certificar que el Trabajo de Investigación denominado “EVALUACIÓN DE LAS MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS DEL LABORATORIO DE INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO”, presentado por el estudiante MORETA VACA RAÚL ALEXANDER egresado de la carrera de Ingeniería Mecánica, este cumple con lo señalado en el Reglamento de la Unidad de Titulación Especial de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y cumple con el requerimiento de análisis de URKUND que de acuerdo al Informe del Sistema Antiplagio este corresponde a un porcentaje del 7%.



Document Information

Analyzed document	Tesis Raúl Alexander Moreta Vaca.pdf (D144375700)
Submitted	9/19/2022 4:44:00 PM
Submitted by	
Submitter email	raulmoreta2017@uteq.edu.ec
Similarity	7%
Analysis address	ocevallos.uteq@analysis.arkund.com



Firmado electrónicamente por:

**OMAR ARTURO
CEVALLOS MUNOZ**

Ing. Omar Arturo Cevallos Muñoz, M.Sc.

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

Título del Proyecto de Investigación:

“Evaluación de las máquinas y herramientas del Laboratorio de Industrial de la
Universidad Técnica Estatal de Quevedo”

Presentado al Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero
Mecánico.

Aprobado por:



Firmado electrónicamente por:

**JORGE JAVIER
ACOSTA
MANOSALVAS**

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Jorge Javier Acosta Manosalvas



Firmado electrónicamente por:

**CRISTIAN PAUL
TOPA
CHUQUITARCO**

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Cristian Paul Topa Chuquitarco

1804259743 DIEGO
JAVIER PUNINA
GUERRERO

Digitally signed by 1804259743 DIEGO JAVIER PUNINA
GUERRERO
DN: cn, c=EC, o=DIEGO JAVIER PUNINA GUERRERO
1.4.1.1.1=1804259743, email=DIEGO.JAVIER.PUNINA.GUERRERO@UTQ.QUEVEDO.EDUC.EC
1.4.1.3=1804259743, email=DIEGO.JAVIER.PUNINA.GUERRERO@UTQ.QUEVEDO.EDUC.EC

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Diego Javier Punina Guerrero

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR

2022

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por brindarme fuerzas, capacidad y sabiduría para seguir adelante con todos los obstáculos presentados en mi vida y poder lograr mis objetivos a lo largo de mi carrera universitaria.

A mis padres Raúl Moreta Soria y Nancy Vaca quienes, con su esfuerzo incondicional, amor, paciencia, consejos y motivación me apoyaron en todo aspecto a continuar con mis estudios universitarios a pesar de las dificultades e hicieron de mí una persona de bien.

A mis hermanos Andrés y Analía por su cariño, comprensión y apoyo incondicional en todo momento.

A todos mis familiares que junto con sus palabras de motivación, apoyo y consejos me animaron a seguir adelante, a todos mis amigos de la carrera por brindarme su ayuda cuando más la necesitaba.

Agradecer a todos los docentes de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo que me compartieron sus conocimientos y experiencia, al Ing. Javier Wong, Supervisor del Laboratorio Industrial de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería por brindarme su tiempo y experiencia para el desarrollo de las diferentes actividades que requería mi trabajo de investigación.

Gracias a mi tutor de tesis el Ing. Omar Cevallos Muñoz por su apoyo, paciencia y guía para culminar mi Proyecto de Investigación.

Raúl Alexander Moreta Vaca

DEDICATORIA

El presente Proyecto de Investigación se lo dedico principalmente a mis padres por apoyarme y acompañarme siempre en mi proceso de educación y vida, por sus consejos y enseñanzas que ayudaron a fortalecerme como persona y profesional, a mis queridos hermanos menores por sus muestras de cariño y apoyo que generaron en mí una fuente de motivación para seguir adelante y ser un ejemplo de bien para ellos, y a toda mi familia en general, por sus consejos y apoyo incondicional cuando siempre necesitaba una ayuda en el transcurso de mi vida y carrera universitaria.

Raúl Alexander Moreta Vaca

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se detalla la evaluación realizada a las máquinas y herramientas del Laboratorio Industrial en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, y, se analizó el estado actual de cada máquina/herramienta en los siguientes laboratorios: Laboratorio de Mecánica, Laboratorio de Redes, Laboratorio de Ciencias Básicas y Laboratorio de Materiales.

Para poder determinar el estado de cada activo físico se utilizó la investigación de campo en el lugar de estudio correspondiente, para de esta forma diagnosticar las falencias, averías, fallas de cada activo y proponer soluciones de mejora para una mejor operatividad de cada máquina/herramienta con la finalidad de alargar la vida útil de cada máquina y mejorar la disponibilidad de estos con el fin de que puedan realizar las respectivas prácticas los estudiantes.

Para analizar cada componente de las máquinas/herramientas de los diversos laboratorios se utilizaron diferentes metodologías de mantenimiento tales como: Análisis de Criticidad, la cual es una herramienta que asigna una ponderación de criticidad a cada activo dependiendo de sus riesgos potenciales que podrían afectar la operatividad de cada máquina/herramienta con la finalidad de priorizar sus actividades y frecuencias de mantenimiento, también se empleó el Análisis de Modo y Efecto de Fallas (AMEF), método que permite analizar cómo se genera una falla y sus efectos correspondientes todo ello con la finalidad de determinar acciones que reduzcan la frecuencia de estas fallas.

Mediante las diferentes metodologías de mantenimiento utilizadas y el diagnóstico correspondiente se repotenciaron algunas máquinas, herramientas e instrumentos del Laboratorio de Mecánica y Laboratorio de Ciencias Básicas, en los laboratorios de Materiales y Redes se realizaron actividades de servicio, debido a que estos activos no presentan fallas graves.

Después de analizar las fallas de cada activo físico en los cuatro laboratorios se propone un plan de mantenimiento, con la finalidad de mejorar las condiciones de conservación y cuidado de los mismos, a su vez se realiza una propuesta de distribución para las máquinas y herramientas de los laboratorios de Mecánica y Materiales.

Palabras claves: Estado actual, criticidad, mantenimiento, severidad, ocurrencia, fallas.

ABSTRACT

This research paper details the evaluation carried out on the machines and tools of the Industrial Laboratory at the State Technical University of Quevedo, and analyzed the current state of each machine / tool in the following laboratories: Mechanics Laboratory, Network Laboratory, Basic Sciences Laboratory and Materials Laboratory.

In order to determine the state of each physical asset, field research was used at the corresponding study site, in order to diagnose the shortcomings, breakdowns, failures of each asset and propose improvement solutions for a better operability of each machine / tool in order to extend the useful life of each machine and improve the availability of these so that students can carry out the respective practices.

To analyze each component of the machines / tools of the various laboratories, different maintenance methodologies were used such as: Criticality Analysis, which is a tool that assigns a criticality weighting to each asset depending on its potential risks that could affect the operability of each machine / tool in order to prioritize its activities and maintenance frequencies, Failure Mode and Effect Analysis (AMEF) was also used, a method that allows analyzing how a failure is generated and its corresponding effects all in order to determine actions that reduce the frequency of these failures.

Through the different maintenance methodologies used and the corresponding diagnosis, some machines, tools and instruments of the Mechanics Laboratory and Basic Sciences Laboratory were repowered, service activities were carried out in the Materials and Networks laboratories, because these assets do not present serious failures.

After analyzing the failures of each physical asset in the four laboratories, a maintenance plan is proposed, in order to improve the conditions of conservation and care of the same, in turn a distribution proposal is made for the machines and tools of the Mechanics and Materials laboratories.

Keywords: Current status, criticality, maintenance, severity, occurrence, failures.

TABLA DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO	iv
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT	ix
CÓDIGO DUBLIN.....	xxiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	1
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1. Problema de investigación.....	3
1.1.1. Planteamiento del problema.....	3
1.1.2. Formulación del problema	4
1.1.3. Sistematización del problema	4
1.2. Objetivos	5
1.2.1. Objetivo General.....	5
1.2.2. Objetivos Específicos.....	5
1.3. Justificación	6
CAPÍTULO II.....	3
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	3
2.1. Marco conceptual.....	8
2.1.1. Antecedentes	8
2.1.2. Mantenimiento.....	8
2.1.3. Objetivos del mantenimiento	8

2.1.4. Funciones del mantenimiento	8
2.1.5. Importancia del mantenimiento	9
2.1.6. Ingeniería de mantenimiento.....	9
2.1.7. Actividades de la Ingeniería de Mantenimiento	10
2.1.8. Tipos de mantenimiento	11
2.2. Marco referencial	13
2.2.1. Listado de equipos.....	13
2.2.2. Codificación	13
2.2.3. Distribución en planta	14
2.2.4. Importancia de la distribución en planta.....	14
2.2.5. Ventajas de la distribución en planta.....	14
2.2.6. Objetivos de la distribución en planta.....	14
2.2.7. Factores que influyen en la selección de las distribuciones	15
2.2.8. Tipos de distribución en planta	16
2.2.9. Causas para una redistribución	17
2.2.10. Norma UNE-EN 349. Seguridad de máquinas. Distancias de seguridad para evitar aplastamientos.....	18
2.2.11. Ficha técnica	22
2.2.12. Análisis de criticidad.....	23
2.2.13. Análisis de Modo y Efecto de fallas	26
2.2.14. Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM).....	29
2.2.15. Plan de mantenimiento	30
2.2.16. Asignación de frecuencias y actividades de mantenimiento	30
2.2.17. Planificación del mantenimiento	31
2.2.18. Órdenes de trabajo.....	32
2.2.19. Reporte de las actividades de mantenimiento.....	32
CAPÍTULO III.....	8

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
3.1. Localización.....	34
3.2. Tipo de investigación.....	34
3.2.1. Investigación de campo	34
3.2.2. Investigación documental.....	34
3.3. Métodos de investigación	35
3.3.2. Método bibliográfico.....	35
3.3.3. Método de observación.....	35
3.4. Fuentes de recopilación de información	35
3.4.1. Fuentes primarias.....	35
3.4.2. Fuentes secundarias.....	35
3.5. Diseño de la investigación	35
3.6. Instrumentos de investigación	36
3.7. Tratamiento de los datos	36
3.8. Recursos humanos y materiales	36
3.8.1. Recursos humanos.....	36
3.8.2. Recursos materiales.....	36
CAPÍTULO IV	34
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
4.1. Inventario de las máquinas y herramientas del Laboratorio Industrial	39
4.1.1. Inventario de las máquinas y herramientas del Laboratorio de Mecánica	40
4.1.2. Inventario de las máquinas y herramientas del Laboratorio de Redes.....	40
4.1.3. Inventario de las máquinas y herramientas del laboratorio de Ciencias Básicas.	41
4.1.4. Inventario de las máquinas y herramientas del laboratorio de Materiales.	49
4.2. Distribución de las máquinas y herramientas del laboratorio industrial	49
4.2.1. Distribución de las máquinas y herramientas del laboratorio de Mecánica.....	50
4.2.2. Distribución de las máquinas y herramientas del laboratorio de Materiales.....	50

4.3. Codificación.....	51
4.3.1. Codificación de las máquinas y herramientas del laboratorio de Mecánica.	52
4.3.2. Codificación de las máquinas y herramientas del Laboratorio de Redes.....	52
4.3.3. Codificación de las máquinas y herramientas del laboratorio de Ciencias Básicas.	53
4.3.4. Codificación de las máquinas y herramientas del laboratorio de Materiales.....	54
4.4. Evaluación de la documentación actual de las máquinas y herramientas del laboratorio industrial.	54
4.4.1. Evaluación de la documentación actual de las máquinas y herramientas del laboratorio de Mecánica	55
4.4.2. Evaluación de la documentación actual de las máquinas y herramientas del Laboratorio de Redes.....	56
4.4.3. Evaluación de la documentación actual de las máquinas y herramientas del laboratorio de Ciencias Básicas	57
4.4.4. Evaluación de la documentación actual de las máquinas y herramientas del laboratorio de Materiales	58
4.5. Evaluación del estado actual de las máquinas y herramientas del laboratorio industrial. ..	59
4.5.1. Evaluación del estado actual de las máquinas y herramientas del laboratorio de Mecánica	59
4.5.2. Evaluación del estado actual de las máquinas y herramientas del laboratorio de Redes	61
4.5.3. Evaluación del estado actual de las máquinas y herramientas del laboratorio de Ciencias Básicas	62
4.5.4. Evaluación del estado actual de las máquinas y herramientas del laboratorio de Materiales	63
4.6. Fichas técnicas de las máquinas y herramientas del Laboratorio Industrial.....	65
4.6.1. Fichas técnicas de las máquinas y herramientas del Laboratorio de Mecánica.....	65
4.6.2. Fichas técnicas de las máquinas y herramientas del laboratorio de Redes.....	80
4.6.3. Fichas técnicas de las máquinas y herramientas del laboratorio de Ciencias Básicas ..	84
4.6.4. Fichas técnicas de las máquinas y herramientas del laboratorio de Materiales.....	87

4.7. Análisis de Criticidad de las máquinas y herramientas del laboratorio industrial	96
4.7.1. Análisis de Criticidad de las máquinas y herramientas del laboratorio de Mecánica..	96
4.7.2. Análisis de Criticidad de las máquinas y herramientas del laboratorio de Redes	98
4.7.3. Análisis de Criticidad de las máquinas y herramientas del laboratorio de Ciencias Básicas	99
4.7.4. Análisis de Criticidad de las máquinas y herramientas del laboratorio de Materiales	100
4.8. Análisis de Modo y Efecto de Fallas de las máquinas y herramientas del Laboratorio Industrial	102
4.8.1. Análisis de Modo y Efecto de Fallas de las máquinas y herramientas del laboratorio de Mecánica	102
4.8.2. Análisis de Modo y Efecto de Fallas de las máquinas y herramientas del laboratorio de Redes.....	113
4.8.3. Análisis de Modo y Efecto de Fallas de los instrumentos del laboratorio de Ciencias Básicas	116
4.8.4. Análisis de Modo y Efecto de Fallas de las máquinas y herramientas del laboratorio de Materiales	117
4.9. Tipos de actividades de mantenimiento realizadas en el laboratorio industrial	122
4.9.1. Tipos de actividades de mantenimiento realizadas en el laboratorio de Mecánica...	122
4.9.2. Tipos de actividades de mantenimiento realizadas en el laboratorio de Redes	129
4.9.3. Tipos de actividades de mantenimiento realizadas en el laboratorio de Ciencias Básicas	130
4.10. Tipos de actividades de mantenimiento realizadas en el laboratorio de Materiales.....	133
4.11. Formato Historial de fallas	138
4.12. Formato Orden de trabajo.....	138
4.13. Formato de solicitud de servicio de mantenimiento externo.....	140
4.13. Plan de mantenimiento para las máquinas y herramientas del Laboratorio Industrial ..	141
4.13.1. Plan de mantenimiento para las máquinas y herramientas del laboratorio de Mecánica	141

4.13.2. Plan de mantenimiento para las máquinas y herramientas del laboratorio de Redes	144
4.13.3. Plan de mantenimiento para los instrumentos del laboratorio de Ciencias Básicas	145
4.13.4. Plan de mantenimiento para las máquinas y herramientas del laboratorio de Materiales.....	146
4.17. Discusión.....	148
CAPÍTULO V.....	151
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	151
5.1. Conclusiones	152
5.2. Recomendaciones	153
CAPÍTULO V.....	154
BIBLIOGRAFÍA	154
CAPÍTULO VII.....	158
ANEXOS	158

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Alcance por encima de las estructuras de protección. Riesgo bajo.	20
Tabla 2. Alcance por encima de las estructuras de protección. Riesgo alto.	20
Tabla 3. Espacios mínimos para diferentes partes del cuerpo.	21
Tabla 4. Formato de ficha técnica.....	23
Tabla 5. Criterios y ponderaciones para determinar la criticidad.	24
Tabla 6. Categorización de la criticidad.	25
Tabla 7. Grado de severidad.	27
Tabla 8. Grado de ocurrencia.....	28
Tabla 9. Grado de detección de control.	28
Tabla 10. Prioridad del NPR.....	29
Tabla 11. Pasos adicionales para la metodología RCM.	30
Tabla 12. Inventario de las máquinas y herramientas en el laboratorio de Mecánica.	40
Tabla 13. Listado de las máquinas y herramientas en el laboratorio de Redes.	40
Tabla 14. Inventario de los instrumentos de los equipos de Mecánica.	41
Tabla 15. Inventario de los instrumentos de los equipos de Electricidad y Electrónica. ...	43
Tabla 16. Inventario de los instrumentos de los equipos de Termología.	47
Tabla 17. Inventario de los equipos del Laboratorio de Ciencias Básicas.	48
Tabla 18. Inventario de las máquinas y herramientas del Laboratorio de Materiales.	49
Tabla 19. Codificación de las máquinas y herramientas del laboratorio de Mecánica.....	52
Tabla 20. Codificación de las máquinas y herramientas del laboratorio de Redes.	52
Tabla 21. Codificación de las máquinas/herramientas del laboratorio de Ciencias Básicas.....	53
Tabla 22. Codificación de las máquinas/herramientas del laboratorio de Materiales.	54
Tabla 23. Ponderación para determinar el estado de la documentación actual.	54
Tabla 24. Documentación actual del laboratorio de Mecánica.....	55
Tabla 25. Documentación actual del laboratorio de Redes.	56
Tabla 26. Documentación actual del laboratorio de Ciencias Básicas.	57
Tabla 27. Documentación actual del laboratorio de Materiales.	58
Tabla 28. Ponderación para evaluar el estado actual de los activos físicos.....	59
Tabla 29. Evaluación de las máquinas/herramientas del Laboratorio de Mecánica.	59
Tabla 30. Evaluación de las máquinas/herramientas del Laboratorio de Redes.....	61
Tabla 31. Evaluación de los instrumentos del Laboratorio de Ciencias Básicas.....	62

Tabla 32. Evaluación de las máquinas/herramientas del Laboratorio de Materiales.	63
Tabla 33. Ficha técnica de cizalla.	65
Tabla 34. Ficha técnica de compresor de tubo horizontal.	66
Tabla 35. Ficha técnica de compresor de tubo horizontal.	67
Tabla 36. Ficha técnica de compresor de tubo vertical.	68
Tabla 37. Ficha técnica de la dobladora.	69
Tabla 38. Ficha técnica de engrasadora neumática.	70
Tabla 39. Ficha técnica de engrasadora neumática.	71
Tabla 40. Ficha técnica de engrasadora manual.	72
Tabla 41. Ficha técnica de esmeril.	73
Tabla 42. Ficha técnica del generador eléctrico.	74
Tabla 43. Ficha técnica de prensas de banco.	75
Tabla 44. Ficha técnica de soldadora eléctrica.	76
Tabla 45. Ficha técnica de soldadora eléctrica.	77
Tabla 46. Ficha técnica de taladro manual.	78
Tabla 47. Ficha técnica de taladro pedestal.	79
Tabla 48. Ficha técnica de fuentes de alimentación DC.	80
Tabla 49. Ficha técnica de generadores de funciones.	81
Tabla 50. Ficha técnica de multímetros.	82
Tabla 51. Ficha técnica de osciloscopios.	83
Tabla 52. Ficha técnica de los equipos de Mecánica.	84
Tabla 53. Ficha técnica de los equipos de Electricidad y Electrónica.	85
Tabla 54. Ficha técnica de los equipos de Termología.	86
Tabla 55. Ficha técnica de esmeriladora angular.	87
Tabla 56. Ficha técnica de fresadora CNC.	88
Tabla 57. Ficha técnica de impresora 3D.	89
Tabla 58. Ficha técnica de impresora 3D.	90
Tabla 59. Ficha técnica de impresora 3D.	91
Tabla 60. Ficha técnica de instrumento deformador de barras.	92
Tabla 61. Ficha técnica de Mini CNC.	93
Tabla 62. Ficha técnica de mufla.	94
Tabla 63. Ficha técnica de taladro manual.	95
Tabla 64. Criticidad de las máquinas y herramientas del laboratorio de Mecánica.	96
Tabla 65. Criticidad de las máquinas y herramientas del laboratorio de Redes.	98

Tabla 66. Criticidad de las máquinas y herramientas del laboratorio de Ciencias Básicas.	99
Tabla 67. Criticidad de las máquinas y herramientas del laboratorio de Materiales.	100
Tabla 68. AMEF de Cizalla.	102
Tabla 69. AMEF de Compresores de Tubo Horizontal.	103
Tabla 70. AMEF de Compresores de Tubo Vertical.	104
Tabla 71. AMEF de Dobladora.	105
Tabla 72. AMEF de Engrasadoras.	106
Tabla 73. AMEF de Esmeril.	107
Tabla 74. AMEF de Generador Eléctrico.	108
Tabla 75. AMEF de Prensas de Banco.	109
Tabla 76. AMEF de Soldadoras Eléctricas.	110
Tabla 77. AMEF de Taladro Manual.	111
Tabla 78. AMEF de Taladro Pedestal.	112
Tabla 79. AMEF de Generadores de Funciones y Osciloscopios.	113
Tabla 80. AMEF de Fuentes de Alimentación DC.	114
Tabla 81. AMEF de Multímetros.	115
Tabla 82. AMEF de los instrumentos del laboratorio de Ciencias Básicas.	116
Tabla 83. AMEF de Esmeriladora Angular.	117
Tabla 84. AMEF de Fresadora CNC.	118
Tabla 85. AMEF de Impresoras 3D.	119
Tabla 86. AMEF de Mini CNC.	120
Tabla 87. AMEF de Mufla.	121
Tabla 88. Deflexión de la barra aplicando diferentes pesos.	137
Tabla 89. Formato Historial de fallas.	138
Tabla 90. Formato Orden de trabajo.	139
Tabla 91. Formato de solicitud de servicio de mantenimiento externo.	140
Tabla 92. Plan de mantenimiento para las máquinas y herramientas del laboratorio de Mecánica.	141
Tabla 93. Plan de mantenimiento para las máquinas y herramientas del laboratorio de Redes.	144
Tabla 94. Plan de mantenimiento para los instrumentos del laboratorio de Ciencias Básicas.	145
Tabla 95. Plan de mantenimiento para las máquinas y herramientas del laboratorio de Materiales.	146

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Niveles para listado de equipos.....	13
Figura 2. Codificación para equipos.....	14
Figura 3. Distribución en Planta por Producto	16
Figura 4. Distribución en Planta por Proceso	17
Figura 5. Estructura de protección con aberturas reducidas.....	18
Figura 6. Distancias de seguridad para el alcance hacia arriba	19
Figura 7. Distancia de seguridad para el alcance por encima de una estructura de protección	19
Figura 8. Matriz de criticidad	25
Figura 9. Ubicación geográfica del Campus “La María”.....	34
Figura 10. Organigrama de la distribución de las máquinas y herramientas del laboratorio de Mecánica.....	50
Figura 11. Distribución de las máquinas y herramientas del laboratorio de Materiales. ...	50
Figura 12. Modelo de codificación para activos físicos.	51
Figura 13. Matriz de Criticidad de los activos físicos del laboratorio de Mecánica.	97
Figura 14. Matriz de Criticidad de los activos físicos del laboratorio de Redes.	98
Figura 15. Matriz de Criticidad de los activos físicos del laboratorio de Ciencias Básicas.	100
Figura 16. Matriz de Criticidad de los activos físicos del laboratorio de Materiales.	101
Figura 17. Portaelectrodo dañado de la soldadora eléctrica LMEC-SLD-01.....	122
Figura 18. Reemplazo de portaelectrodo a la soldadora eléctrica LMEC-SLD-01.....	122
Figura 19. Portaelectrodo dañado de la soldadora eléctrica LMEC-SLD-02.....	123
Figura 20. Soldadora eléctrica LMEC-SLD-02 sin enchufe.	123
Figura 21. Reemplazo de portaelectrodo y enchufe a la soldadora eléctrica LMEC-SLD-02	123
Figura 22. Compresor de tubo vertical LMEC-CPV-01 sin enchufe.	124
Figura 23. Instalación de un enchufe industrial al compresor de tubo vertical.....	124
Figura 24. Limpieza a los contactos del presostato.....	124
Figura 25. Compresor LMEC-CMP-01 sin tornillo en el presostato.	125
Figura 26. Ajuste del presostato mediante un tornillo.....	125
Figura 27. Instalación de acople de aire para el compresor LMEC-CMP-02.	125
Figura 28. Manómetro dañado de la engrasadora neumática LMEC-ENG-02.....	126

Figura 29. Instalación de un nuevo manómetro para la engrasadora LMEC-ENG-02. ...	126
Figura 30. Parte de la manguera de la engrasadora manual dañada.	126
Figura 31. Reparación de la parte de la manguera dañada de la engrasadora manual.	127
Figura 32. Limpieza y engrasa de las prensas de banco.	127
Figura 33. Suciedad en el interior del generador eléctrico.	128
Figura 34. Corrosión y sulfato en los bornes de la batería.	128
Figura 35. Falta del módulo de control electrónico.	128
Figura 36. Falta de diésel en el tanque de combustible.	129
Figura 37. Prueba de funcionamiento del generador de funciones.	129
Figura 38. Prueba de funcionamiento del osciloscopio.	129
Figura 39. Prueba de funcionamiento de la fuente de alimentación DC.	130
Figura 40. Prueba de funcionamiento de multímetro.	130
Figura 41. Contadores digitales de los equipos de Mecánica.	130
Figura 42. Portapilas dañados en los contadores digitales de los equipos de Mecánica. .	131
Figura 43. Reparación de los contadores digitales de los equipos de Mecánica.	131
Figura 44. Reparación del multímetro dañado.	131
Figura 45. Orden y limpieza de los instrumentos de los 10 equipos de Mecánica.	132
Figura 46. Orden y limpieza de los instrumentos de los equipos de Electricidad y Electrónica.	132
Figura 47. Orden y limpieza de los instrumentos de los equipos de Termología.	132
Figura 48. Suciedad en las bandas de la boquilla.	133
Figura 49. Limpieza de boquilla en la impresora 3D Sindoh.	133
Figura 50. Calibración de cama de la impresora 3D Sindoh.	134
Figura 51. Prueba de funcionamiento de la impresora 3D Sindoh.	134
Figura 52. Corrosión en el cabezal.	134
Figura 53. Corrosión en las mordazas para la sujeción de piezas a mecanizar.	135
Figura 54. Software PathPilot.	135
Figura 55. Corrosión en el accesorio de husillo de la mini CNC.	135
Figura 56. Prueba de funcionamiento de Impresora 3D de Polibicarbonato.	136
Figura 57. Adaptación y prueba de encendido de la mufla.	136
Figura 58. Fisuras en el material refractario de la mufla.	136
Figura 59. Proceso de revisión interna de la mufla.	137
Figura 60. Prueba de funcionamiento del instrumento deformador de barras.	137

Figura 61. Resumen de la documentación actual de las máquinas y herramientas del Laboratorio Industrial.....	148
Figura 62. Resumen de la evaluación del estado actual de las máquinas y herramientas del Laboratorio Industrial.....	149
Figura 63. Resumen de matriz de criticidad de las máquinas y herramientas del Laboratorio Industrial.....	150

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Reemplazo de portaelectrodo a las soldadoras eléctricas.	159
Anexo 2. Prueba de funcionamiento de las engrasadoras neumáticas.	159
Anexo 3. Reparación de los contadores digitales.	159
Anexo 4. Materiales e insumos para el mantenimiento de los activos físicos del Laboratorio de Mecánica.	160
Anexo 5. Manómetro y acople para la engrasadora neumática.	160
Anexo 6. Facturas de los materiales e insumos utilizados para las actividades de mantenimiento.	160
Anexo 7. Distribución de máquinas y herramientas para el área de soldadura del Laboratorio de Mecánica.	161
Anexo 8. Distribución de máquinas y herramientas para el área de mecánica general del Laboratorio de Mecánica.	161
Anexo 9. Distribución de máquinas y herramientas para el área de mecanizado del Laboratorio de Materiales.	162
Anexo 10. Distribución de máquinas y herramientas para el área de impresión 3D del Laboratorio de Materiales.	162
Anexo 11. Distribución de máquinas y herramientas para el área de mecánica de materiales del Laboratorio de Materiales.	163
Anexo 12. Partes del motor Perkins Type HL51103U del generador eléctrico.	163
Anexo 13. Planos de la propuesta de distribución para las máquinas y herramientas de los laboratorios de Mecánica y Materiales.	165

CÓDIGO DUBLIN

Título:	Evaluación de las máquinas y herramientas del Laboratorio de Industrial de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo			
Autor:	<u>Moreta Vaca, Raúl Alexander</u>			
Palabras clave:	Estado actual	Criticidad	Mantenimiento	Fallas
Fecha de publicación:	Diciembre, 2022			
Editorial:	Quevedo: UTEQ, 2022.			
Resumen:	<p>Resumen. - En el presente trabajo de investigación se detalla la evaluación realizada a las máquinas y herramientas del Laboratorio Industrial en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, y, se analizó el estado actual de cada máquina/herramienta en los siguientes laboratorios: Laboratorio de Mecánica, Laboratorio de Redes, Laboratorio de Ciencias Básicas y Laboratorio de Materiales.</p> <p>Para poder determinar el estado de cada activo físico se utilizó la investigación de campo en el lugar de estudio correspondiente, para de esta forma diagnosticar las falencias, averías, fallas de cada activo y proponer soluciones de mejora para una mejor operatividad de cada máquina/herramienta con la finalidad de alargar la vida útil de cada máquina y mejorar la disponibilidad de estos con el fin de que puedan realizar las respectivas prácticas los estudiantes. (...)</p> <p>Abstract. - This research paper details the evaluation carried out on the machines and tools of the Industrial Laboratory at the State Technical University of Quevedo, and analyzed the current state of each machine / tool in the following laboratories: Mechanics Laboratory, Network Laboratory, Basic Sciences Laboratory and Materials Laboratory.</p> <p>In order to determine the state of each physical asset, field research was used at the corresponding study site, in order to diagnose the shortcomings, breakdowns, failures of each asset and propose improvement solutions for a better operability of each machine / tool in order to extend the useful life of each machine and improve the availability of these so that students can carry out the respective practices.</p>			
Descripción	191 hojas: Dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM			
URL				

INTRODUCCIÓN

Ante el crecimiento de la población estudiantil de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, y con el fin de mejorar los procesos académicos, los Directivos disponen el traslado de sus instalaciones al nuevo campus “La María” vía al cantón Mocache, siendo la Facultad de Ciencias de la Ingeniería una de las beneficiadas por la amplitud que ofrecen las nuevas instalaciones en laboratorios y talleres.

El laboratorio industrial como sitio de aprendizaje experimental de lo tratado por las diferentes asignaturas, consta de diferentes laboratorios o talleres de mecánica (Laboratorio de Mecánica) donde se encuentran máquinas y herramientas, tales como: soldadoras eléctricas, compresores, prensas de banco, engrasadoras, esmeril, entre otras máquinas/herramientas, Laboratorio de Redes donde los activos físicos más utilizados son: generadores de funciones, osciloscopios, fuentes de alimentación DC y multímetros, Laboratorio de Ciencias Básicas cuenta con instrumentos para realizar prácticas de física y el Laboratorio de Materiales donde se encuentran máquinas, tales como: fresadora CNC, mufla, impresoras 3D, instrumento deformador de barras, entre otros.

Por lo expuesto, las autoridades se ven en la obligación de tener laboratorios adecuados para las prácticas de los mismos, por lo cual este proyecto de investigación se basa en evaluar las máquinas y herramientas que se encuentran en el Laboratorio Industrial, el cual, permitirá obtener un diagnóstico de los equipos, detectando sus fallas o averías, y así brindar posibles soluciones, ya sea mediante lista de revisión permanente a los equipos y de metodologías de mantenimiento con el fin de determinar si los equipos se encuentran operativos, no operativos o si ya se encuentran obsoletos. Mediante consultas al personal designado para estas actividades, se conoció que no existe ningún tipo de información sobre los equipos que se encuentran en el taller, haciéndose necesario realizar un reinventario, codificaciones y fichas técnicas de las máquinas y herramientas donde se indiquen las características de cada equipo, siendo una de ellas en que el Laboratorio de Mecánica y Laboratorio de Materiales no se encuentran subdividido en áreas, por lo cual se plantearán a que áreas podrían pertenecer cada máquina, para lo cual se propone una evaluación del estado actual de cada equipo, y realizar diferentes actividades de mantenimiento a fin de alarga la vida útil de cada activo y elaborar diferentes propuestas de formatos de documentación para una mejor gestión de mantenimiento, tales como: historial de fallas, orden de trabajo, servicio externo de mantenimiento, entre otros.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

El Laboratorio Industrial, dispone de algunas máquinas y herramientas como parte del proceso enseñanza-aprendizaje, los cuales suelen estar en constante actividad debido a las prácticas de los estudiantes, y que, debido al traslado de estos activos físicos al nuevo campus universitario se desconoce el estado de funcionamiento o posibles daños que pudieron haberse dado.

Actualmente no se dispone de ninguna documentación sobre historial de fallos, inventarios, fichas técnicas, catálogos, actividades de mantenimiento realizadas anteriormente para cada máquina/herramienta y por lo general cuando se dañan estos equipos se desconoce cuáles fueron los fallos y posibles soluciones que podrían haberse dado, por lo cual se opta por dejar el equipo como está (dañado o sin un proceso de posible recuperación del mismo), por lo cual, no se pueden utilizar estas máquinas/herramientas y se generan inconvenientes en realizar las practicas estudiantiles, lo cual ocasiona que los estudiantes las realicen en otras instituciones de educación superior.

Con el presente proyecto de investigación se plantea evaluar el estado actual de cada máquina/herramienta, diagnosticar sus posibles falencias, para posteriormente proponer un plan de mantenimiento que ayude a alargar la vida útil de cada máquina/herramienta.

Diagnóstico.

En la actualidad el Laboratorio Industrial de la Facultad presenta un parcial paro de los equipos sin conocer su estado actual, ocasionando deficiencias en el proceso de aprendizaje práctico de los estudiantes, inclusive si no se realizan procesos de limpieza y lubricación en los equipos o cualquier actividad de mantenimiento, estos pueden deteriorarse aún más y el costo de reparación de estos será elevado, por lo cual, al evaluar el estado actual de los equipos del laboratorio permite conocer las características y capacidades de cada equipo y plasmar esa información en fichas técnicas o cualquier otro tipo de documentación, de esta forma se identifica los equipos y herramientas en que debe realizarse procesos de limpieza o lubricación para que posteriormente personal profesional pueda realizar las debidas reparaciones.

Pronóstico.

Si no se aplica una evaluación de las máquinas y herramientas para cada laboratorio se desconocerá cuáles son las razones por las cuales un activo no se encuentra funcionando y esto ocasiona que no se tome interés en dar mantenimiento a estos equipos, también existiría falta de información acerca de las características técnicas de cada máquinas y herramientas, ocasionando la no disponibilidad de estos activos para las prácticas de los estudiantes.

1.1.2. Formulación del problema

¿La evaluación de las máquinas y herramientas del taller de mecánica del laboratorio industrial mejorará la disponibilidad de las mismas?

1.1.3. Sistematización del problema

Se plantean las siguientes preguntas que forman parte del problema:

¿Cómo evaluar y analizar el estado actual de las máquinas y herramientas del Laboratorio Industrial para proponer distintas alternativas de solución?

¿El Laboratorio Industrial cuenta con la documentación correspondiente de las características de las máquinas y herramientas?

¿Cómo influye la falta de inspección a las máquinas y herramientas del Laboratorio Industrial?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

- Evaluar las máquinas y herramientas del Laboratorio Industrial en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Determinar las codificaciones y sectorización técnica para cada máquina y herramienta.
- Levantar la documentación técnica necesaria para las máquinas y herramientas del Laboratorio de Mecánica.
- Elaborar un plan de mantenimiento para las máquinas y herramientas del Laboratorio de Mecánica.
- Establecer las actividades y frecuencia de mantenimiento para cada máquina y herramienta.

1.3. Justificación

Actualmente la Universidad Técnica Estatal de Quevedo cuenta con una amplia variedad de carreras, debido a su gran acogida por estudiantes de diferentes ciudades, esto obliga a las autoridades de la universidad disponer de laboratorios y talleres equipados adecuadamente y en funcionamiento para el proceso de aprendizaje práctico en base a la planificación de las materias de cada carrera, en especial a los estudiantes de las carreras que oferta la Facultad de Ciencias de la Ingenierías, que es donde se enfoca el presente proyecto de investigación.

Con lo mencionado anteriormente se conoce que las máquinas y herramientas que se encuentran en el Laboratorio Industrial no se encuentran en funcionamiento para que los estudiantes puedan realizar sus prácticas y hasta cierto grado se desconoce si se encuentran o no operativas, debido a que no se realizan actividades de verificación del estado de cada equipo, por lo cual mediante este trabajo se propone identificar las posibles fallas y soluciones de las máquinas y herramientas del Laboratorio Industrial mediante una evaluación de cada equipo para de esta forma tratar de mejorar el estado operativo de cada equipo.

La importancia de realizar una evaluación en las máquinas y herramientas en el Laboratorio Industrial se basa en que no existe ninguna información o documentación técnica acerca de los equipos, como por ejemplo que especifiquen sus características, siendo necesario realizar actividades de mantenimiento (limpieza y lubricación), actividades que ayudan a alargar la vida útil de estos activos, y, dependiendo del grado de criticidad de cada equipo, en base a rutinas de mantenimiento dependiendo de la frecuencia necesaria de cada equipo, proponer su mejora o sustitución por uno nuevo.

La falta de mantenimiento a las máquinas y herramientas del taller puede ser un riesgo a la seguridad de los estudiantes, ya que estos son los que realizan actividades constantes en sus prácticas con estas máquinas, si estos no funcionan adecuadamente pueden generarse fallos o accidentes en su manipulación, por lo cual, es necesario investigar la documentación técnica de los equipos, para poder tener una idea de las partes y piezas que conforma cada máquina, para así poder proponer soluciones que permitan una adecuada operatividad de varias máquinas.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual

2.1.1. Antecedentes

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ) es una universidad pionera en la formación de distintos profesionales para el país, por lo cual, debido a la complejidad y exigencias en los cambios del sistema de Educación Superior en el Ecuador, la UTEQ se ve en la obligación de evaluar y reestructurar la parte administrativa, docencia, infraestructura y reordenamiento de carreras en base a los campos de conocimiento de cada una y agruparlas en las Facultades que correspondan, por lo cual, la carrera de Ingeniería Mecánica perteneciente a la Facultad de Ciencias de la Ingeniería ubicada anteriormente en el campus La Central, se trasladó al campus La María junto con su respectivos Laboratorio y Talleres, con el fin de que los estudiantes puedan realizar sus actividades académicas en un mejor entorno [1].

2.1.2. Mantenimiento

El mantenimiento se lo define como todas las acciones que tienen como objetivo principal preservar un activo físico o restaurarlo a un estado en el cual pueda realizar sus funciones requeridas [2].

2.1.3. Objetivos del mantenimiento

El mantenimiento se basa en la organización, por lo cual sus objetivos son los siguientes:

- Mejorar la disponibilidad del equipo, máquina o un sistema productivo.
- Reducción de los costos de mantenimiento.
- Mejorar la calidad y fiabilidad de las máquinas.
- Optimización de los recursos materiales y humanos.
- Prolongar la vida útil de las máquinas.
- Evitar paradas de producción de las máquinas [3].

2.1.4. Funciones del mantenimiento

Las funciones primordiales del mantenimiento se basan en cumplir las actividades necesarias para conservar y garantizar el funcionamiento de los equipos en su producción, sus funciones son:

- Preservar los equipos e instalaciones en condiciones óptimas para una mejor operatividad.
- Realizar un control del estado actual de cada equipo en base a su funcionamiento.

- Investigar soluciones para reducir las averías o fallas imprevistas.
- Mediante datos históricos disponibles, realizar una predicción de los repuestos que se necesitarán y su respectiva gestión.
- Ejecutar tareas, inspecciones y rutinas de reparación de las máquinas, equipos o instalaciones.
- Establecer la distribución y suministro de energía adecuado para cada activo.
- Reemplazar equipos obsoletos por nuevos.
- Control y seguimiento del mantenimiento planificado y sus costos previstos.
- Brindar equipamiento de seguridad adecuado al personal de trabajo [4].

2.1.5. Importancia del mantenimiento

El mantenimiento es considerado como una actividad obligatorio para garantizar la disponibilidad y conservación de los activos físicos, esto conduce a que los diferentes Laboratorios y Talleres dispongan de la programación del mantenimiento de sus equipos y herramientas de manera permanente, asegurando que el personal académico y estudiantes establecidos para realizar las prácticas en determinada área del conocimiento lo hagan bajo normas en seguridad, y se pueda contrastar con lo expresado en el aula [5].

2.1.6. Ingeniería de mantenimiento

La Ingeniería de Mantenimiento corresponde a las actividades, recursos y/o métodos necesarios para mantener la operatividad de los activos físicos en las mejores condiciones de conservación: La Ingeniería de Mantenimiento usualmente se la conoce como Terotecología la cual se deriva de la palabra griega Tero – Tereo, la cual significa: cuidar, guardar y revisar [6].

Los objetivos específicos principales de la Ingeniería de Mantenimiento utilizando un criterio económico para reducir los costos de producción son:

- Preservar el mejor estado de los activos físicos, para evitar paradas de producción.
- Prolongar la vida útil de los activos con un funcionamiento adecuado.
- Ejecutar las acciones correctivas de forma rápida.
- Proponer actividades de mejora para reducir posibles fallas.
- Realizar inspecciones de los activos de la industria y llevar un registro de esos controles.
- Controlar los costos de mantenimiento, mediante el uso adecuado de materiales, tiempo y servicios [6].

2.1.7. Actividades de la Ingeniería de Mantenimiento

Las principales actividades que se realizan en la Ingeniería de Mantenimiento son las que se presentan a continuación:

2.1.7.1. Inspección

Esta actividad consiste en analizar el funcionamiento y operatividad de los equipos, para determinar su estado actual y sus posibles fallas, antes de que generen paradas del equipo, los tipos de inspecciones son:

- Ligera: Se realiza de forma superficial con instrumentación reducida.
- Profunda: Es el tipo de inspección que utiliza instrumentación y herramientas complejas.
- Abierta: Se realizan inspecciones internas dentro del equipo, por lo cual, se debe desmontar el equipo.
- Cerrada: Inspección realizada con equipos de diagnóstico sin desarmar el equipo [6].

2.1.7.2. Servicio

El servicio radica en realizar actividades que puedan conservar las propiedades externas de los equipos, por lo cual, son actividades necesarias para ayudar a preservar los activos, las acciones de un servicio son: limpieza, desinfección, desoxidación y pintura [6].

2.1.7.3. Reparación

Esta actividad reside en corregir fallas, cambiar piezas o partes del equipo, que han sufrido daños debido a las funciones respectivas de cada sistema, para que puedan funcionar nuevamente de forma adecuada. Los tipos de reparaciones comunes son:

- Reparación mayor: Requiere gran cantidad de materiales y mano de obra [6].
- Reparación menor: Utiliza poca cantidad de herramientas, tiempo y mano de obra [6].

2.1.7.4. Modificación

Consiste en modificar el diseño correspondiente de un equipo, para simplificar de esta forma su operación y mantenimiento. Los tipos de modificaciones son:

De simplificación: Logran una operación más eficiente del activo, de esta forma se reducen considerablemente los costos de mantenimiento [6].

De adaptación: Aumenta la producción mediante el cambio de componentes [6].

Por necesidad: Debido a la obsolescencia de algunos activos o su dificultad para conseguir repuestos [6].

2.1.7.5. Fabricación

Esta actividad se sustenta en manufacturar piezas o partes de un respectivo repuesto que no se ha logrado conseguir, con el objetivo de mejorar la operatividad de los equipos [6].

2.1.7.6. Montaje

Esta actividad consiste en poner operativos equipos nuevos o reconstruidos [6].

2.1.7.7. Cambio

Es el reemplazo de equipos obsoletos, también se realiza cambios de equipos cuando el mantenimiento o reparación de los mismos sale costoso, esto ayuda a mejorar la productividad y eficiencia [6].

2.1.8. Tipos de mantenimiento

2.1.8.1. Mantenimiento correctivo

Este tipo de mantenimiento radica en realizar acciones correctivas en un equipo o sistema una vez que este ha presentado fallas, por lo cual se disminuyen las horas de producción, la característica principal de este tipo de mantenimiento es que se lo aplica cuando una falla ocurre de forma imprevista y sus gastos son impredecibles [7].

Ventajas del mantenimiento correctivo

Algunas de las ventajas comunes del mantenimiento correctivo son:

- Las reparaciones se realizan en un tiempo corto debido a que las fallas se generan de forma imprevista.
- No se requiere de un plan de mantenimiento debido a que se corrigen las fallas en el momento en que se las determina [8].

Desventajas del mantenimiento correctivo

Algunas de las desventajas del mantenimiento correctivo son:

- Incertidumbre de la disponibilidad de los equipos.
- Paradas de producción [8].

2.1.8.2. Mantenimiento preventivo

Conocido también como planificado, se basa en intervenciones de mantenimiento previamente programadas, con la finalidad de reducir y evitar el número de fallas durante la productividad de las máquinas, por lo cual se ahorran costos considerables. Las actividades que se realizan en este tipo de mantenimiento son: limpieza, lubricación, ajustes, entre otros,

además, la ventaja de este mantenimiento frente al correctivo es que se reducen los paros de tiempo o producción, debido a que se planifica un periodo de inspección y reparación de máquinas, equipos, instalaciones o sistemas [8].

Ventajas del mantenimiento preventivo

Algunas de las ventajas del mantenimiento preventivo son:

- Prolonga la vida útil de los activos físicos.
- Disminuyen los costos de mantenimiento.
- Reducen los tiempos de espera de reparaciones.
- Mejor uso de los recursos [8].

Desventajas del mantenimiento preventivo

Algunas de las desventajas del mantenimiento preventivo son:

- Se requiere personal de trabajo con experiencia.
- Inversión inicial de la estructura del plan de mantenimiento [8].

2.1.8.3. Mantenimiento predictivo

Este mantenimiento radica en el diagnóstico y detección de averías antes de que se produzcan, mediante la medición de parámetros de cada equipo, indicando las posibles fallas que podrían presentar los sistemas y mediante ese análisis realizar acciones preventivas y correctivas cuando se alcancen valores críticos de la medición respectiva en las máquinas diagnosticadas [9].

Ventajas del mantenimiento predictivo

Algunas de las ventajas del mantenimiento predictivo son:

- Existe información detallada del estado del activo.
- Mayor confiabilidad contra las fallas inesperadas [9].

Desventajas del mantenimiento predictivo

Algunas desventajas del mantenimiento predictivo son:

- Alto costo de los equipos de medición.
- Se requiere de personal calificado para manejar los instrumentos de medición [9].

2.2. Marco referencial

2.2.1. Listado de equipos

Para poder realizar el análisis de equipos de un laboratorio, taller o empresa, se debe elaborar una lista ordenada de los equipos que se encuentran en la misma, por lo cual, para elaborar una correcta lista de equipos se la debe expresar mediante una organización jerárquica (norma ISO 14224), donde se denoten las relaciones de dependencia de cada activo [10].

Se especifican los siguientes niveles para un listado de equipos:



Figura 1. Niveles para listado de equipos [11].

2.2.2. Codificación

Una vez que la lista de equipos se encuentra elaborada se debe identificar cada equipo con un código único, ya que esto facilita su localización, referencia en ordenes de trabajos, permite la elaboración de registros históricos de fallos e intervenciones, permite el cálculo de indicadores referidos a áreas, equipo, sistemas, elementos, entre otros [10].

La información útil que debería contener el código de un equipo debería ser la siguiente:

- Planta a la que pertenece el equipo.
- Área a la que pertenece dentro de la planta.
- Tipo de equipo [10].

Se define la siguiente estructura para los códigos de los equipos:

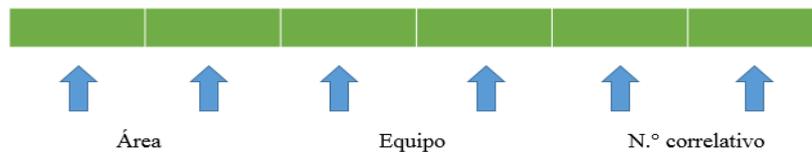


Figura 2. Codificación para equipos [10].

2.2.3. Distribución en planta

La distribución de un activo físico (máquina, herramientas, entre otros) y áreas de trabajo, es un inconveniente inevitable en plantas industriales, al ubicar un equipo en una planta ya se genera un problema de orden [12].

2.2.4. Importancia de la distribución en planta

Con la distribución en planta se obtiene un funcionamiento óptimo de las instalaciones, por lo general, una distribución en planta se realiza cuando se tienen activos físicos en un espacio establecido, por lo cual, algunos puntos importantes son:

- Ordenamiento adecuado de las áreas de trabajo.
- Reducción de costos de fabricación [12].

2.2.5. Ventajas de la distribución en planta

Se busca encontrar un ordenamiento de los equipos y áreas de trabajo, que sean económicas para el proceso de trabajo, también que sea segura y eficaz para los empleados. Las ventajas de aplicar una correcta distribución en planta son:

- Aumento de la seguridad de los trabajadores.
- Mayor uso de los activos.
- Reducción de las distancias a recorrer por las herramientas, materiales y trabajadores.
- Uso efectivo del espacio disponible dependiendo de la necesidad.
- Localización de lugares para procesos de inspección.
- Mejora de las condiciones de trabajo [13].

2.2.6. Objetivos de la distribución en planta

Los objetivos que se obtiene al implementar una correcta distribución en planta son:

Unidad: Obtener la integración de todos los factores, elementos y activos físicos, que se encuentran directamente relacionados con la unidad productiva [13].

Circulación mínima: Pretender que las distancias efectuadas en el trabajo por el personal de trabajo, materiales u operación sea la adecuada en base a su economía y espacio de trabajo [13].

Seguridad: Asegurar la seguridad, comodidad y satisfacción del personal, para disminuir los accidentes de trabajo [13].

Flexibilidad: Una distribución en planta necesitará una redistribución dependiendo de las diferentes operaciones que se realicen dentro de la planta, por lo cual, se recomienda adoptar una distribución flexible [13].

2.2.7. Factores que influyen en la selección de las distribuciones

Para realizar una adecuada distribución, se requiere conocer todos de los factores que se encuentran implicados en la misma, de igual forma sus interrelaciones. La influencia e importante de los mismos es fundamental para una organización concreta; en cualquier caso, la solución que se elija para la distribución en planta debe conseguir un equilibrio entre las características y consideraciones de todos los factores, de forma que se obtengan las máximas ventajas [12].

Los factores son:

Los materiales: Se considera el tamaño, forma, volumen, peso, características químicas y físicas de los mismos, ya que estos factores influyen en los métodos de productividad, manipulación y de almacenamiento [12].

La maquinaria: Se considera su tipología y número existente (cantidad) de cada tipo de equipo, su espacio requerido, forma, altura y peso [12].

La mano de obra: Se considera la seguridad de los empleados, juntamente con otros factores, tales como: ventilación, luminosidad, ruido, temperaturas, entre otros [12].

El movimiento: Se intenta que sean mínimas y que se combine en lo posible con otras operaciones [12].

Las esperas: Consigue que la circulación de los materiales para los procesos de producción sea fluida [12].

Los servicios auxiliares: Permiten y facilitan desarrollar las actividades principales en la planta, tales como: vías de acceso, supervisión, entre otros [12].

El edificio: Considera el espacio conveniente en base a las características del mismo (tomas de corriente, desagües, altura de techos, entre otros) [12].

Los cambios: Es necesario adaptar una redistribución para mejorar los procesos de producción [12].

2.2.8. Tipos de distribución en planta

Aunque existen otros criterios, se evidencia que la forma de organización de un proceso productivo, resulta determinante para la elección del tipo de distribución en planta [12].

Por lo general se identifican tres formas básicas de distribución en planta:

2.2.8.1. Distribución en Planta por Producto

La distribución por producto es la adoptada cuando la producción se encuentra organizada siguiendo una ruta de transformación (o montaje) pre establecida, donde el producto se mueve de una manera fluida con un mínimo de interrupciones. (Electrodomésticos, cadenas de lavado de vehículos, ensambladoras de equipos electrónicos, etc.) [12].

Si consideramos en exclusiva la secuencia de operaciones, la distribución es una operación relativamente sencilla, ya que se trata de colocar una máquina tan cerca como sea posible de su predecesora. Las máquinas se sitúan unas junto a otras a lo largo de una línea en la secuencia en que cada una de ellas ha de ser utilizada; el producto sobre el que se trabaja recorre la línea de producción de una estación a otra a medida que sufre las operaciones necesarias [12].



Figura 3. Distribución en Planta por Producto [12].

2.2.8.2. Distribución en Planta por Proceso

En este tipo de distribución se tiene prioridad a la tarea o actividad. Por lo tanto, no existe un ordenamiento lógico-secuencial de operaciones, y estas se realizan de acuerdo a las

exigencias de los procesos existentes. Se utiliza cuando el producto no es estandarizado ni puede estandarizarse, o cuando el volumen de trabajos semejantes es bajo y en pocas cantidades [12].

Esta distribución se la adopta cuando la producción se organiza por lotes (muebles, talleres de reparación de vehículos, sucursales bancarias, etc.). El personal y los equipos que realizan una misma función general se agrupan en una misma área, de ahí que estas distribuciones también sean denominadas por funciones [12].

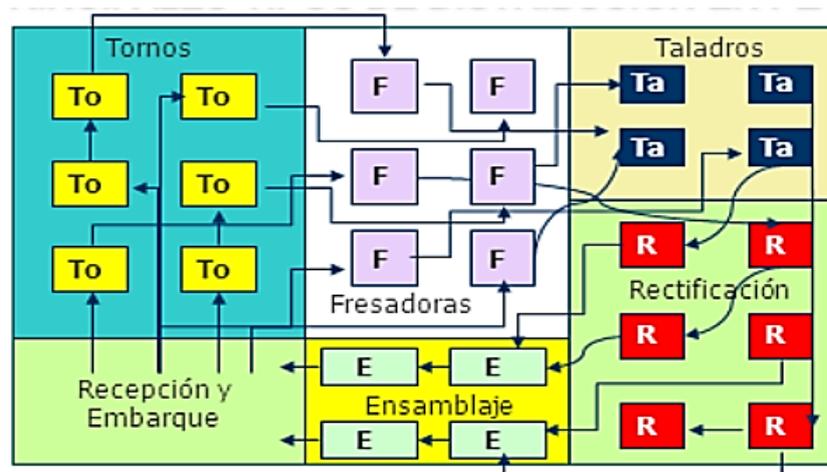


Figura 4. Distribución en Planta por Proceso [12].

2.2.8.3. Distribución en Planta por Posición Fija

Este tipo de distribución se utiliza cuando no es posible mover un producto debido a su peso, tamaño, volumen, forma o alguna característica específica que lo impida. Esta situación ocasiona que el material base o principal componente del producto final permanezca inmóvil en una posición determinada, de forma que los elementos que sufren los desplazamientos son el personal, la maquinaria, las herramientas y los diversos materiales que no son necesarios en la elaboración del producto, como lo son los clientes [13].

De lo anteriormente expuesto, se destaca que la tipología de distribución en planta por proceso guarda estrecha relación con las actividades académicas de prácticas experimentales sugeridas en las diferentes asignaturas de las carreras que oferta la Facultad de Ciencias de la Ingeniería.

2.2.9. Causas para una redistribución

Por lo general la mayoría de las distribuciones se diseñan en base a sus condiciones de partida, pero a medida que la organización crece debe adaptarse a cambios externos e

internos, lo que hace que la distribución inicial se vuelva menos adecuada hasta que llega el momento en que la redistribución se hace necesaria. La frecuencia de una redistribución va a depender de las exigencias del proceso de producción. Los síntomas que harán que se requiera una redistribución de planta son:

- Congestión y deficiente utilización del espacio.
- Acumulación excesiva de materiales en proceso.
- Excesivas distancias a recorrer en el flujo de trabajo.
- Ansiedad y malestar de la mano de obra.
- Accidentes laborales.
- Dificultad de control de las operaciones y del personal.

2.2.10. Norma UNE-EN 349. Seguridad de máquinas. Distancias de seguridad para evitar aplastamientos

Esta norma establece los espacios mínimos con relación a las partes del cuerpo humano para evitar los peligros generados por las zonas de aplastamiento [14].

Se denomina zona de aplastamiento aquella en la que el cuerpo humano o partes del mismo, están expuestas a un peligro de aplastamiento. Este peligro se genera:

- Cuando dos partes móviles se desplazan una hacia otra.
- Cuando una parte móvil se desplaza a otra fija [14].

El acceso de las partes grandes del cuerpo humano a la zona de aplastamiento se puede impedir por el uso de estructuras de protección con aberturas reducidas [14].

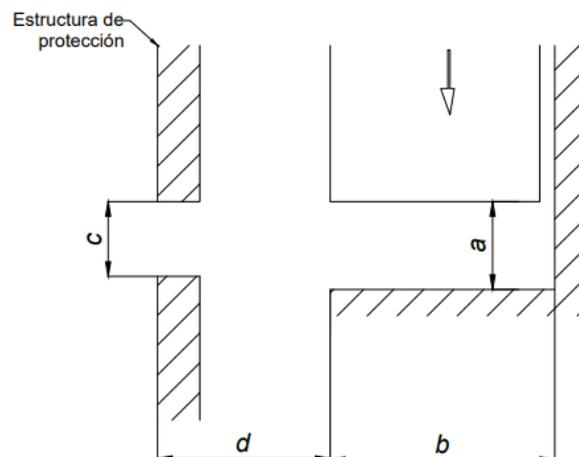


Figura 5. Estructura de protección con aberturas reducidas [14].

La siguiente figura muestra las distancias de seguridad para el alcance hacia arriba, donde: 1 (zona peligrosa), 2 (plano de referencia), h (altura de la zona) [14].

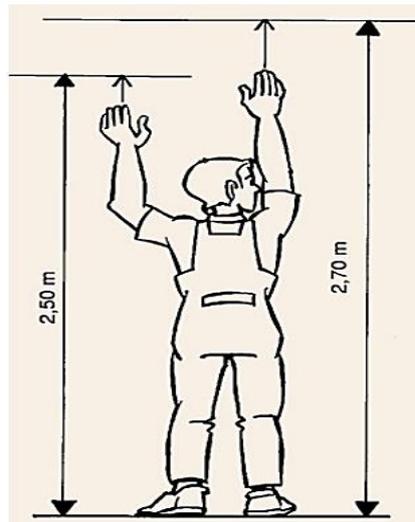


Figura 6. Distancias de seguridad para el alcance hacia arriba [14].

- Si el riesgo en la zona peligrosa es bajo, la altura de la zona peligrosa, h, debe ser igual o superior a 2500 mm [14].
- Si el riesgo en la zona peligrosa es alto la altura de la zona peligrosa, h, debe ser igual o superior a 2700 mm [14].

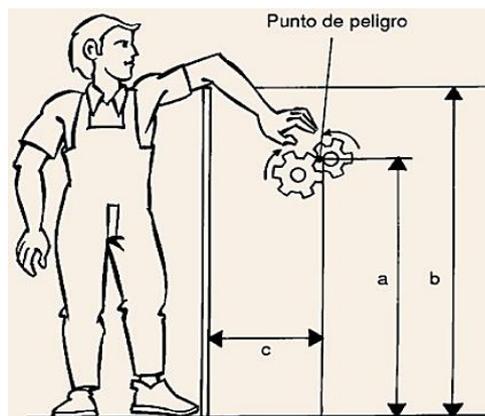


Figura 7. Distancia de seguridad para el alcance por encima de una estructura de protección [14].

Donde:

- Altura de la zona peligrosa.
- Altura de la estructura de protección.
- Distancia de seguridad horizontal con respecto a la zona peligrosa.

Tabla 1. Alcance por encima de las estructuras de protección. Riesgo bajo.

Altura de la zona peligrosa, a	Medidas en mm								
	Altura de la estructura de protección, b								
	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2500
	Distancia de seguridad horizontal con respecto a la zona peligrosa, c								
2500	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2400	100	100	100	100	100	100	100	100	0
2200	600	600	500	500	400	350	250	0	0
2000	1100	900	700	600	500	350	0	0	0
1800	1100	1000	900	900	600	0	0	0	0
1600	1300	1000	900	900	500	0	0	0	0
1400	1300	1000	900	800	100	0	0	0	0
1200	1400	1000	900	500	0	0	0	0	0
1000	1400	1000	900	300	0	0	0	0	0
800	1300	900	600	0	0	0	0	0	0
600	1200	500	0	0	0	0	0	0	0
400	1200	300	0	0	0	0	0	0	0
200	1100	200	0	0	0	0	0	0	0
0	1100	200	0	0	0	0	0	0	0
Las estructuras de protección de altura inferior a 1000 mm no están incluidas, porque se restringen suficientemente los movimientos del cuerpo.									

Tabla 2. Alcance por encima de las estructuras de protección. Riesgo alto.

Altura de la zona peligrosa, a	Medidas en mm									
	Altura de la estructura de protección, b									
	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2500	2700
	Distancia de seguridad horizontal con respecto a la zona peligrosa, c									
2700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2600	900	800	700	600	600	500	400	300	100	0
2400	1100	1000	900	800	700	600	400	300	100	0
2200	1300	1200	1000	900	800	600	400	300	0	0
2000	1400	1300	1100	900	800	600	400	0	0	0

1800	1500	1400	1100	900	800	600	0	0	0	0
1600	1500	1400	1100	900	800	500	0	0	0	0
1400	1500	1400	1100	900	800	0	0	0	0	0
1200	1500	1400	1100	900	700	0	0	0	0	0
1000	1500	1400	1000	800	0	0	0	0	0	0
800	1500	1300	900	600	0	0	0	0	0	0
600	1400	1300	800	0	0	0	0	0	0	0
400	1400	1200	400	0	0	0	0	0	0	0
200	1200	900	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1100	500	0	0	0	0	0	0	0	0

Las estructuras de protección de altura inferior a 1000 mm no están incluidas, porque se restringen suficientemente los movimientos del cuerpo.

No se deberían utilizar estructuras de protección más bajas de 140 mm sin medidas preventivas adicionales.

Tabla 3. Espacios mínimos para diferentes partes del cuerpo.

Partes del cuerpo	Espacio mínimo (mm)	Figura
Cuerpo	500	
Cabeza posición menos favorable	300	
Pierna	180	
Pie	120	

Punta del pie	50	
Brazo	120	
Mano, muñeca, puño	100	
Dedo de la mano	25	

2.2.11. Ficha técnica

Una ficha técnica es un tipo de documento donde se encuentran las características principales de un activo físico, la siguiente ficha técnica contiene la siguiente información:

- Encabezado.
- Logos de la facultad y carrera.
- Nombre del equipo.
- Ubicación técnica.
- Marca.
- Modelo.
- Código del activo.
- Imagen del equipo.
- Características principales.
- Función del equipo [15].

Tabla 4. Formato de ficha técnica.

	Ficha Técnica		
Máquina/herramienta		Marca	
		Modelo	
Ubicación Técnica		Código	
Características Técnicas		Fotografía del equipo	
Función:			

2.2.12. Análisis de criticidad

El análisis de criticidad es un tipo de metodología que permite jerarquizar la importancia de sistemas y activos, mediante una calificación de criticidad que se basa en el riesgo potencial de cada activo. Crea una estructura que simplifica el proceso en la toma de decisiones, determinando de esta forma cuáles serán las áreas donde se dará una mayor importancia para mejorar la confiabilidad operacional (capacidad de que un activo pueda cumplir su función) [16].

Cuando no se tiene información histórica de los activos, la mejor forma de recolectar esa información es mediante encuestas que permitan establecer condiciones favorables y no favorables de los criterios que se evalúan en el análisis de criticidad [16].

2.2.12.1. Modelo de Criticidad Semicuantitativo

Es un modelo de criticidad que se basa en la criticidad total por riesgo, su ecuación

$$CTR = FF * C$$

Ec. 1.

Donde:

- CTR: Criticidad total por riesgo.
- FF: Frecuencia de fallos.
- C: Consecuencia de fallos [17].

El valor de C (Consecuencias) se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$C = (IO * FO) + CM + SHA \quad \text{Ec. 2.}$$

Donde:

IO: Factor de impacto operacional.

FO: Factor de flexibilidad operacional.

CM: Factor de costos de mantenimiento.

SHA: Factor de impacto en Seguridad, higiene y ambiente [17].

Para poder aplicar la fórmula de criticidad total por riesgo se deben considerar los siguientes criterios y ponderaciones:

Tabla 5. Criterios y ponderaciones para determinar la criticidad.

Criterios para determinar la criticidad	Ponderación
Frecuencia de fallos	
Mayor a 4 fallas por año	4
Entre 2 a 4 fallas por año	3
Entre 1 a 2 fallas por año	2
Menor de 1 falla por año	1
Impacto Operacional	
Parada inmediata de todo el taller	10
Parada de un área del taller	6
Impacto a los niveles de la producción o calidad	4
Poca disponibilidad de los activos	2
No genera ningún efecto significativo en la productividad	1
Flexibilidad Operacional	
No se cuenta con activos de reserva para continuar con la producción	4

Se cuenta con activos de reserva para cubrir parcialmente el proceso de producción	2
Disponibilidad de activos de reserva	1
Costos de mantenimiento	
Mayor o igual a \$20000	2
Menor a \$20000	1
Impacto en Seguridad, Higiene y Ambiente	
Afecta la seguridad humana tanto de forma externa como interna	8
Afecta el medio ambiente provocando una difícil restauración	6
Afecta las instalaciones provocando daños graves	4
Provoca daños menores (daños físicos laborales y ambientales)	2
No provoca daños al medio ambiente, personas o instalaciones	1

FUENTE: DIALNET, 2018 [18].

CRITICIDAD																						
FRECUENCIA (FF)	5	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125
	4	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88	92	96	100
	3	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69	72	75
	2	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50
	1	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
CONSECUENCIAS (CO)																						

Figura 8. Matriz de criticidad [19].

La criticidad de los activos físicos se relaciona en base a la figura 3, por lo cual, se obtiene un valor numérico de la criticidad en función de un rango de valores y colores que determinan el grado de la criticidad, los cuales se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 6. Categorización de la criticidad.

Categoría de la criticidad	Ponderación	Código color
Criticidad Alta	$50 \leq C \leq 125$	Rojo
Criticidad Media	$30 \leq C \leq 49$	Amarillo
Criticidad Baja	$5 \leq C \leq 29$	Verde

FUENTE: JULIO RAMIREZ, HUGO ROMERO, 2017 [19].

2.2.13. Análisis de Modo y Efecto de fallas

El Análisis de Modo y Efecto de Fallas (AMEF) es una metodología de mantenimiento creada con el fin de identificar las fallas, causas y efectos de sistemas/procesos/componentes/equipos, para posteriormente priorizarlas y determinar las acciones y recursos necesarios para minimizar, prevenir o eliminar fallas potenciales [20].

2.2.13.1. Conceptos

Análisis: Es la revisión o inspección detallada de los elementos que conforma un equipo, sistema o proceso [20].

Modo: Es la forma en la que ocurren las fallas [20].

Efecto: Es la consecuencia o resultado de las fallas [20].

Falla: Es la acción inesperada que hace que un elemento del equipo no funcione [20].

2.2.13.2. Beneficios de implementar un AMEF

- Identifica las fallas, averías o defectos antes de que ocurran.
- Incrementa la confiabilidad de los equipos/sistemas o productos.
- Reduce los costos de mantenimiento.
- Es un método documentado donde se evalúa la operatividad y rendimiento del sistema.
- Aumentar la satisfacción del cliente [21].

2.2.13.3. ¿Cuándo se debe realizar un AMEF?

No existe un tiempo específico para realizar un Análisis de Modo y Efecto de Fallas, pero esta metodología es necesaria utilizarla si se presentan las siguientes situaciones:

- Se diseñan nuevos productos, procesos o servicios.
- Problemas repetitivos en la producción de un equipo o sistema [22].

2.2.13.4. Pasos para realizar un AMEF

Para realizar un Análisis de Modo y Efecto de Fallas se deben seguir los pasos que se presentan a continuación:

1. Determinar el proceso, equipo o sistema a analizar.
2. Detallar las partes o componentes que conforman el equipo o sistema que se vaya a analizar.
3. Describir la función que realiza el componente.
4. Identificar los posibles modos de falla de cada componente.

5. Determinar los efectos de los modos de falla.
6. Asignar un valor de grado de severidad dependiendo de cada efecto del componente analizado, para poder seleccionar el grado de severidad se debe utilizar una escala del 1 al 10, la cual se detalla a continuación [22].

Tabla 7. Grado de severidad.

Gravedad	Criterio	Valor
Muy Baja Repercusiones imperceptibles	No se espera que este fallo de pequeña importancia origine efecto real alguno sobre el rendimiento del sistema. Probablemente, el cliente ni se daría cuenta del fallo.	1
Baja Repercusiones irrelevantes apenas perceptibles	El tipo de fallo originaría un ligero inconveniente al cliente. Probablemente, éste observará un pequeño deterioro del rendimiento del sistema sin importancia. Es fácilmente subsanable.	2 – 3
Moderada Defectos de relativa importancia	El fallo produce cierto disgusto e insatisfacción en el cliente. El cliente observará deterioro en el rendimiento del sistema.	4 – 6
Alta	El fallo puede ser crítico y verse inutilizado el sistema. Produce un grado de insatisfacción elevado.	7 – 8
Muy Alta	Modalidad de fallo potencial muy crítico que afecta el funcionamiento de seguridad del producto o proceso y/o involucra seriamente el incumplimiento de normas reglamentarias. Si tales incumplimientos son graves corresponde un 10.	9 – 10

FUENTE: NTP 679, 2004 [23].

7. Determinar las causas que generan los modos de fallas.
8. Establecer el grado de ocurrencia o frecuencia de cada modo de falla (probabilidad de que ocurra una falla). Se determina el grado de ocurrencia mediante una tabla con una escala del 1 al 10, la cual se detalla a continuación:

Tabla 8. Grado de ocurrencia.

Ocurrencia/Frecuencia	Criterio	Valor
Muy Baja Improbable	Ningún fallo se asocia a procesos casi idénticos, ni se ha dado nunca en el pasado, pero es concebible.	1
Baja	Fallos aislados en procesos similares o casi idénticos. Es razonablemente esperable en la vida del sistema, aunque es poco probable que suceda.	2 – 3
Moderada	Defecto aparecido ocasionalmente en procesos similares o previos al actual. Probablemente aparecerá algunas veces en la vida del componente/sistema	4 – 5
Alta	El fallo se ha presentado con cierta frecuencia en el pasado en procesos similares o previos procesos que han fallado.	6 – 8
Muy Alta	Fallo casi inevitable. Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente.	9 – 10

FUENTE: NTP 679, 2004 [23].

9. Identificar los controles, acciones, actividades o procedimientos que se utilizan para evitar que se generen las fallas.
10. Establecer el grado de detección de control, es la probabilidad de detectar una falla. Se determina el grado de detección de control mediante una tabla con una escala del 1 al 10, la cual se detalla a continuación:

Tabla 9. Grado de detección de control.

Detección	Criterio	Valor
Muy Alta	El defecto es obvio y resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes.	1
Alta	El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría en alguna ocasión escapar a un primer control, aunque sería detectado con toda seguridad a posteriori.	2 – 3

	El defecto es detectable y posiblemente no llegue al cliente.	
Mediana	Posiblemente se detecte en los últimos estadios de producción.	4 – 6
Pequeña	El defecto es de tal naturaleza que resulta difícil detectarlo con los procedimientos establecidos hasta el momento.	7 – 8
Improbable	El defecto no puede detectarse. Casi seguro que lo percibirá el cliente final	9 – 10

FUENTE: NTP 679, 2004 [23].

11. Calcular el Número Prioritario de Riesgo (NPR), el NPR se calcula para dar prioridad a cada modo de falla y sus causas, se lo calcula con la siguiente ecuación:

$$\text{NPR} = \text{Grado de Severidad} * \text{Grado de Ocurrencia} * \text{Grado de Detección} \quad \text{Ec. 3.}$$

La escala de prioridad del NPR es la siguiente:

Tabla 10. Prioridad del NPR.

Prioridad	Nivel NPR	Código Color
Riesgo de falla ALTO	500 – 1000	Rojo
Riesgo de falla MEDIO	125 – 499	Anaranjado
Riesgo de falla BAJO	1 – 124	Amarillo
No existe riesgo de falla	0	Verde

FUENTE: NTP 679, 2004 [23].

12. Determinar acciones que puedan reducir el grado de severidad, ocurrencia de las fallas o proponer controles adicionales para mejorar el grado de detección.

2.2.14. Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM)

El mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) es una metodología de mantenimiento utilizada para realizar planes de mantenimiento que contengan estrategias de mantenimiento para los activos físicos en diferentes áreas de producción en una industria, algunas estrategias comunes de mantenimiento son: acciones preventivas, predictivas, investigación de fallas, entre otras. El RCM es una técnica que gestiona y organiza las actividades del mantenimiento para garantizar la confiabilidad de los activos en base a su operatividad [24].

La norma SAE JA1011 dispone de ciertos criterios que se deben cumplir para que una metodología se la pueda definir como RCM, un proceso RCM debe responder satisfactoriamente una secuencia de preguntas la cuales se detallan a continuación:

- 1) ¿Cuáles son las funciones del activo en su contexto operativo?
- 2) ¿De qué maneras puede fallar al cumplir sus funciones?
- 3) ¿Qué causa cada falla funcional?
- 4) ¿Qué pasa cuando ocurre cada falla funcional?
- 5) ¿De qué manera afecta cada falla?
- 6) ¿Qué se debe hacer para prevenir o predecir cada falla?
- 7) ¿Qué hacer cuando una tarea proactiva no está disponible? [24].

2.2.14.1. Desarrollo de la metodología RCM

Se deben seguir ciertos pasos para aumentar el análisis y efectividad de los resultados, los pasos adicionales que se siguen en esta metodología se dividen en tres etapas, las cuales se detallan a continuación:

Tabla 11. Pasos adicionales para la metodología RCM.

Antes de aplicar el RCM	Durante el análisis del RCM	Después del análisis
Recopilar información de los activos físicos.	Normalizar el análisis de modos y causas de falla.	Implementar el plan de mantenimiento.
Elaborar la taxonomía del equipo/sistema.	Categorizar los efectos de falla.	Gestión de las recomendaciones o acciones predeterminadas.
Documento contexto operativo.		Medir el desempeño.

FUENTE: REDALYC, 2018 [24].

2.2.15. Plan de mantenimiento

Un plan de mantenimiento es un documento estructurado de procedimientos, tareas, recursos, actividades y duración de mantenimientos programados con el objetivo de maximizar la vida útil de los activos físicos [25].

2.2.16. Asignación de frecuencias y actividades de mantenimiento

Para elaborar un plan de mantenimiento principalmente se deben definir las actividades que se realizarán a los activos físicos dependiendo de su tiempo de ejecución, los cuales son:

2.2.16.1. Actividades diarias

Contienen tareas que se pueden realizar de forma sencilla, estas actividades principalmente se basan en inspecciones visuales (ruidos, vibraciones, control visual de fugas), trabajos de ordenamiento, limpieza y/o engrase [10].

2.2.16.2. Actividades semanales y mensuales

Se realizan actividades de desmontaje, paradas de los equipos para verificar su estado interno y realizar limpiezas, estas actividades semanales y mensuales son complicadas de determinar el día y la hora exacta para ejecutar las actividades del plan de mantenimiento [10].

2.2.16.3. Actividades anuales

Estas actividades se basan en realizar una revisión completa de los activos físicos (Overhaul).

2.2.17. Planificación del mantenimiento

Al planificar un plan de mantenimiento se debe definir, ¿cuándo?, y ¿quién? realizará las actividades que comprende el Plan [10].

La planificación de las actividades diarias es simple, se realizan todos los días y solo se determina la hora en la cual se ejecutarán las actividades del mantenimiento y el responsable de realizarlas [10].

En la planificación de las actividades semanales se debe definir el día de la semana que se realizan las actividades del plan, por lo cual, es necesario determinar adecuadamente el día la hora en la cual se realizarán las actividades semanales [10].

Las actividades mensuales en un plan de mantenimiento son complicadas de programar, por lo cual, se debe considerar un margen de error, sin embargo, esto se mejora después que se hayan realizado las actividades en las fechas programadas, para posteriormente evaluar si el tiempo es el adecuado o se debe mejorar el plan de mantenimiento [10].

Las actividades anuales también se programan con un margen de error, inclusive mayor que las actividades mensuales, por lo cual, al definir el tiempo de realización de las actividades de mantenimiento también es necesario la experiencia de profesionales (ingenieros, técnicos, personal de trabajo, entre otros) [10].

2.2.18. Órdenes de trabajo

Una orden de trabajo es un documento donde se informa al personal de mantenimiento las actividades que deben realizar, en este documento se detallan los siguientes datos:

- Número de orden correlativo.
- El activo físico el cual se va a intervenir.
- Las actividades que se van a realizar, o el comportamiento de un activo que no se encuentra funcionando adecuadamente.
- Los materiales y herramientas que se necesitarán.
- La prioridad del trabajo a realizar.
- Fecha y hora de emisión de la orden [10].

2.2.19. Reporte de las actividades de mantenimiento

Después de realizar las actividades de mantenimiento programadas se debe realizar redactar un informe donde se detallan las averías encontradas y las acciones y/o reparaciones ejecutadas, este reporte debe ser presentado a una autoridad mayor en una empresa, institución o industria, ya que ayuda a evitar retrasos en la producción y pérdidas económicas, también prioriza la seguridad y salud de los trabajadores. [10]

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

El presente proyecto de investigación se realizó en el Laboratorio Industrial de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería ubicado en el Campus “La María” en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, km 7 vía Quevedo – El Empalme.

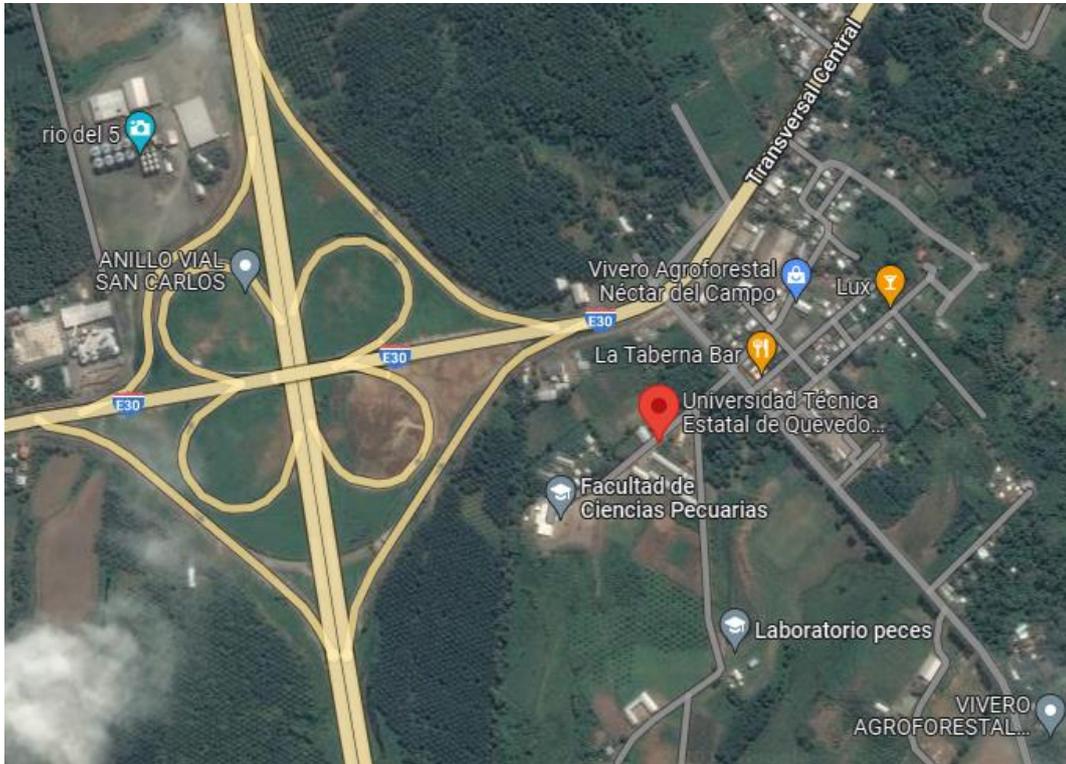


Figura 9. Ubicación geográfica del Campus “La María”.

FUENTE: GOOGLE MAPS, 2022.

3.2. Tipo de investigación

3.2.1. Investigación de campo

Este tipo de investigación se basa en recopilar información específica de problemas que se presentan en un lugar de estudio, esta investigación permite conocer y evaluar el estado actual de las máquinas y herramientas del Laboratorio Industrial en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

3.2.2. Investigación documental

La importancia de investigación radica en recopilar información del presente proyecto de investigación a través de libros, revistas, tesis, artículos científicos, con la finalidad de conocer los conceptos esenciales para evaluar el estado actual de los activos físicos en estudio.

3.3. Métodos de investigación

3.3.1. Método analítico

La importancia de este método de investigación es que descompone un objeto de estudio para analizar y comprender sus partes, elementos o componentes de una forma individual, por lo cual, en el proyecto de investigación permite conocer las partes y el funcionamiento de los diferentes activos físicos evaluados en la Laboratorio Industrial.

3.3.2. Método bibliográfico

Este método de investigación permite recopilar información de los conceptos claves de la evaluación y mantenimiento de activos físicos, a su vez permite analizar las fallas, efectos y modos de falla por los cuales un equipo puede sufrir un daño.

3.3.3. Método de observación

Este método se utiliza con la finalidad de observar mediante actividades de mantenimiento (inspecciones visuales) el estado interno y externo de cada activo físico y registrar los inconvenientes encontrados.

3.4. Fuentes de recopilación de información

Para el desarrollo del proyecto de investigación se utilizaron las formas comunes en recabar información como son:

3.4.1. Fuentes primarias

Inspección visual interna y externa de las máquinas y herramientas del Laboratorio Industrial con el objetivo de determinar su estado actual con la guía del supervisor del laboratorio.

3.4.2. Fuentes secundarias

Libros, manuales de usuario, tesis, artículos científicos y revistas.

3.5. Diseño de la investigación

El presente proyecto de investigación se considera no experimental, debido a que tan solo realiza una evaluación del estado actual de las máquinas y herramientas del Laboratorio Industrial de la Facultad de Ciencias de las Ingenierías, con la finalidad de proponer la mejora a la situación operativa actual, y, mejorar la operatividad de los diferentes activos.

3.6. Instrumentos de investigación

Los instrumentos utilizados para desarrollar el proyecto de investigación son: matriz de criticidad (determina los riesgos potenciales de cada activo para dar prioridad a los que tengan un nivel alto de criticidad), análisis de modo y efecto de fallas (identifica los efectos, modos y causas de fallas que cada componente del activo físico puede sufrir y de esta forma proponer acciones de mejora para reducir o evitar las fallas), tabla de evaluación de las máquinas y herramientas del Laboratorio Industrial identificando de forma general su estado actual.

3.7. Tratamiento de los datos

Luego de realizar las inspecciones a cada máquina y herramienta de las diferentes áreas del Laboratorio Industrial se procedió a registrar en el apartado de diagnóstico los inconvenientes que presenta cada activo.

3.8. Recursos humanos y materiales

3.8.1. Recursos humanos

- Docente tutor del proyecto de investigación: Ing. Omar Cevallos, M.Sc.
- Supervisor del Laboratorio Industrial: Ing. Javier Wong.
- Fuente externa de información de personal de mantenimiento.

3.8.2. Recursos materiales

- Computadora.
- Tesis.
- Artículos científicos.
- Libros.
- Calculadora.
- Juegos de acoples de aire para compresores.
- Portaelectrodos.
- Cinta aislante negra 3M.
- Teflón.
- Fundas de guaype.
- Enchufes industriales.
- Aceite multiusos.
- Limpiador de contactos eléctricos.
- Manómetro de 200 PSI.

- Grasa.
- Destornilladores plano y estrella.
- Alicates.
- Juego de llaves hexagonales.
- Juego de dados Stanley.
- Brocha de 3 in.
- Multímetro digital.
- Cautín.
- Estaño.
- Pasta para soldar.

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Inventario de las máquinas y herramientas del Laboratorio Industrial

Para comenzar a evaluar el estado actual de las máquinas y herramientas que se encuentran en el Laboratorio Industrial se debe realizar el inventario de los activos físicos más utilizados que se encuentran en cada área.



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
LABORATORIO INDUSTRIAL



Inventario de las máquinas y herramientas del Laboratorio Industrial

1. Objetivo.

Redactar las máquinas y herramientas que se encuentran en el Laboratorio Industrial.

2. Alcance.

Este procedimiento permite realizar un listado de cada uno de los activos físicos que se encuentran dentro del Laboratorio Industrial.

3. Generalización.

En un inventario se detalla una lista ordenada de los activos que se encuentran en el Laboratorio Industrial.

4. Realización.

Para realizar el inventario de las máquinas y herramientas del Laboratorio Industrial se debe detallar mediante un nivel jerárquico detallado en el capítulo II.

4.1.1. Inventario de las máquinas y herramientas del Laboratorio de Mecánica

Tabla 12. Inventario de las máquinas y herramientas en el laboratorio de Mecánica.

Planta	Área	Máquina/herramienta	Cantidad
Laboratorio Industrial	Laboratorio de Mecánica	Cizalla	1
		Compresores de tubo horizontal	2
		Compresor de tubo vertical	1
		Dobladora	1
		Engrasadoras neumática y manual	3
		Esmeril	1
		Generador eléctrico	1
		Prensas de banco	9
		Soldadoras de arco eléctrico	2
		Taladro manual	1
		Taladro pedestal	1

4.1.2. Inventario de las máquinas y herramientas del Laboratorio de Redes.

Tabla 13. Listado de las máquinas y herramientas en el laboratorio de Redes.

Planta	Área	Máquina/herramienta	Cantidad
Laboratorio Industrial	Laboratorio de Redes	Fuentes de alimentación DC	5
		Generadores de funciones	2
		Multímetros	2
		Osciloscopios	2

4.1.3. Inventario de las máquinas y herramientas del laboratorio de Ciencias Básicas.

En el laboratorio de Ciencias básicas se encuentran 10 equipos (maletas) de Mecánica, Electricidad y Electrónica y Termología, en cada equipo se encuentran los siguientes instrumentos de laboratorio:

4.1.3.1. Inventario de los instrumentos de los equipos de Mecánica

Tabla 14. Inventario de los instrumentos de los equipos de Mecánica.

ÍTEM	INSTRUMENTO	CANTIDAD
1	Alambre para torsión con dos terminales hexagonales.	1 juego
2	Base soporte para terminales, con dos tornillos para nivelar, y tornillo central fijar perfil	1
3	Base soporte simple	1
4	Bloque metálico con gancho	1
5	Bobina de hilo	1
6	Bola de aluminio con gancho	1
7	Bola de hierro	1 juego
8	Bola de hierro con gancho	2
9	Bola de plástico con gancho	1
10	Caja recoge bolas	1
11	Calibre pie de rey	1
12	Carrete de hilo elástico	1
13	Carrito de desplazamiento con soporte, bajo rozamiento	2
14	Cilindro con disco	1
15	Cinta de goma para motor reductor	2
16	Cinta métrica	1
17	Contador digital con dos barreras y dos juegos de cables de conexión	1
18	Cronovibrador	1
19	Cuerda	1
20	Diapasón con masa	2
21	Dinamómetros	3
22	Discos de papel de carbono para uso con el crono-vibrador	1

23	Electroimán completo con tornillo para fijar en perfil ítem 45	1
24	Fijador perfil	2
25	Fijador inclinación	2
26	Fuente de alimentación con cables de conexión rojo y negro	1
27	Goma	1
28	Juego de dos jeringuillas diferentes diámetros	1 juego
29	Juego de pesas	2
30	Lanzador de proyectil con bola	1
31	Martillo para diapasones	1
32	Motor-reductor con sistema de fijación con regulador de velocidad y cono de poleas	1
33	Muelle con índice	2
34	Muelle pequeño	1
35	Muelle grande	1
36	Nivel burbuja	1
37	Nuez con varilla con 4 topes	2
38	Nuez doble, giro central, permite posiciones de 0° a 360°	4
39	Nuez torsión	1
40	Palanca didáctica con divisiones en cm	1
41	Para-golpes para carrito	2
42	Papel milimetrado y papel carbón	1
43	Péndulos	1 juego (3 masas)
44	Pesa para varilla de rotación	2
45	Perfil multiuso: plano corto, base soporte, fijación ángulos para perfil 120 cm	1
46	Perfil plano largo con escala métrica. Planos horizontal e inclinado.	1
47	Polea con gancho	1
48	Polea con vástago	1
49	Probeta	1
50	Recipiente con desagüe superior	1
51	Rollo de cinta para uso con el crono-vibrador	1
52	Sistema de rotación con varilla	1

53	Soporte desplazable para perfiles	2
54	Soporte para perfiles	2
55	Soporte de barreras	2
56	Soporte torsión	1
57	Superficie de rozamiento. Madera, plástico y aluminio.	1 juego
58	Transportador de ángulos	1
59	Tubo de ensayo con varilla de vidrio y tapón	1
60	Tubo cilíndrico-cónico	1
61	Tubos silicona	1 juego
62	Varilla con pinza	1
63	Varilla larga	2
64	Varilla mediana	1
65	Varilla pequeña	1

4.1.3.2. Inventario de los instrumentos de los equipos de Electricidad y Electrónica.

Tabla 15. Inventario de los instrumentos de los equipos de Electricidad y Electrónica.

ÍTEM	INSTRUMENTO	CANTIDAD
1	Amperímetro de sobremesa, triple escala	1
2	Barra de plexiglás L=30 cm y DIAM= 12 mm	2
3	Barra de vidrio	1
4	Barra de ebonita	1
5	Brújula	1
6	Bobinas con bornes: de 400, 1600, y 3200 espiras	1 de c/u
7	Caja con 4 bolitas con hilo metalizadas	1
	Cables de conexión: rojo, negro, azul y amarillo-verde	
	Rojo de 50 cm	2
	Negro de 50 cm	2
	Azul de 50 cm	2
8	Amarillo-verde de 50 cm	2
	Rojo de 25 cm	2
	Negro de 25 cm	2
	Rojo de 15 cm	2
	Negro de 15 cm	2

9	Carrete de hilo elástico.	1
	Carretes de hilos metálicos:	
	Constantan DIAMETRO=0,2	1
	Constantan DIAMETRO=0,4	1
	Nicrom DIAMETRO=0,2	1
10	Nicrom DIAMETRO=0,4	1
	Cobre DIAMETRO=0,2	1
	Cobre DIAMETRO=0,4	1
	Hierro DIAMETRO=0,2	1
	Hierro DIAMETRO=0,2	1
11	Célula solar con soporte y bornes de conexión.	1
12	Circuito integrado sobre circuito impreso	1
	Condensadores electrolíticos:	1
	Condensador de 0,47 Uf, 400 V	1
13	Condensador de 1 Uf, 160 V	1
	Condensador de 22 Uf, 25 V	1
	Condensador de 1000 Uf, 25 V	1
14	Diodo de silicio en soporte de metacrilato.	2
	Electrodos:	
	Grafito en forma cilíndrica	2
15	Nicrom en forma de T	2
	Cobre en forma de T	2
	Plomo en forma de T	2
	Zinc en forma de T	2
16	Electrodo, con disco de DIAM 90 mm	1
17	Electrómetro de lámina con escala.	1
18	Frasco con limaduras de hierro	1
19	Fuente de alimentación	1
	Fusibles:	
20	Fusible de 100 mA	3
	Fusible de 250 mA	3
	Fusible de 500 mA	3
21	Galvanómetro didáctico	1

22	Imanes rectos 70x20x8 mm	2
23	Imán tipo Herradura 75x40x5 mm	1
24	Interruptor de cuchilla, permite el montaje de interruptor conmutador.	2
25	Interruptor pulsador con bornes para panel de montaje	1
26	Lamina de plástico, para electróforo. 290x110 mm	1
27	Lamina para timbre y soporte.	1
	Lámparas:	
28	Lámpara de 3,5V - 0,3 A - E 10	5
	Lámpara de 12 V - 0,5 A - E 10	3
29	LED en soporte metacrilato.	1
30	Motor generador de experimentación	1
31	Motor sobre placa base con bornes de conexión	1
32	Núcleo recto de hierro macizo	2
33	Núcleo en U ajustable a las bobinas, y núcleo de cierre.	1
34	Panel de montajes Tableros de conexión con 25 nodos	1
35	Paño de lana	1
36	Paño de seda	1
37	Par termoeléctrico	1
	Pinzas cocodrilos:	
38	Pinza color rojo	2
	Pinza color negro	2
	Pinza con bornes de conexión	4
39	Polímetro didáctico	1
40	Polímetro Mastech mas830l	2
41	Polímetro digital Promax FP-2b	1
42	Porta-pilas con bornes	1
43	Porta fusible en soporte metacrilato	1
44	Potenciómetro en placas soporte, de DIAM=100, 4W	2
45	Regleta cortocircuito	4
46	Resistencia calefactora para tensiones 6V	1
47	Resistencias de 1W, en placas de metacrilato:	

	47 Ω	1
	100 Ω	1
	220 Ω	1
	1K Ω	2
	3,3 Ω	3
	6,6 Ω	3
	10 Ω	3
	470 Ω	1
	2,2 Ω	1
	4,7 Ω	1
	Resistencias no lineales en placas de metacrilato	
	LDR	1
48	NTC	1
	PTC	1
	VDR	1
49	Soportes aisladores con bornes de conexión	1
50	Soporte electrodos de DIAM= 100mm	1
51	Soporte en metacrilato para lámpara con bornes	5
	Transistores:	
52	NPN	1
	PNP	1
53	Trozo de piel	1
54	Vaso de precipitados 500 ml	1
	Varillas:	
	Varilla de cobre 200 mmm	1
55	Varilla de latón 200 mmm	1
	Varilla de madera 200 mmm	1
	Varilla de plástico 200 mmm	1
56	Voltímetro de sobremesa, doble escala	1
57	Maleta contenedor	1
58	Carpeta con fichas de experiencia del alumno	1
59	Manual de profesor	1

4.1.3.3. Inventario de los instrumentos de los equipos de Termología.

Tabla 16. Inventario de los instrumentos de los equipos de Termología.

ITEM	INSTRUMENTO	CANTIDAD
1	Actinómetro	1
2	Aguja de dilatómetro, con escala y soporte para tubos de dilatación	1
3	Amperímetro analógico	1
4	Anillo y bola de Gravesande	1
5	Aparato de conducción de calor, con 5 varillas	1
6	Aro con vástago de 8 cm de diámetro	1
7	Balanza	1
8	Base soporte	2
9	Calorímetro.	1
10	Cápsula de porcelana de 100 ml	1
11	Cilindro de aluminio, con gancho 50 mmxDIAM15mm	1
12	Cilindro de hierro, con gancho 50 mmxDIAM15mm	1
13	Cronometro digital	1
14	Cuentagotas, con tetina	1
15	Embudo de vidrio de 75 ml	1
16	Gradilla para tubos de ensayo	1
17	Hilo con gancho	1
18	Manómetro en U, en soporte	1
19	Matraz Erlenmeyer, 250 ml	1
20	Molino para turbina	1
21	Nuez doble	3
22	Papel milimetrado	1
23	Pinza para buretas	1
24	Pinza semiautomática	1
25	Pinza madera para tubos de ensayo	1
26	Pipeta 10 ml	1
27	Probeta graduada, 250 ml	1
28	Regla graduada	1
29	Rejilla con fibra de vidrio de 15x15 cm	1

30	Resistencia para calorímetro	1
31	Tapón bihoradado	2
32	Tapón monohoradado	4
33	Termómetro de -10 a 110 °C	2
34	Termopar	1
35	Tubo de ensayo grande 150x18	3
36	Tubo de silicona, conjunto de diferentes medidas	1
37	Tubo de vidrio, conjunto formado por dos rectos y dos acodados	1
38	Tubo capilar de vidrio recto 1x6x600 mm	1
39	Tubo capilar de vidrio recto 1x6x300 mm	1
40	Varilla de dilatación, de aluminio, hierro y cobre	1
41	Varilla de vidrio, agitador	1
42	Varilla metálica con gancho para molino y termómetro	1
43	Varilla para base soporte	2
44	Vasos de precipitado, forma baja, 500 ml	1
45	Vasos de precipitado, forma baja, 250 ml	2
46	Vidrio de reloj, 60 mm de diámetro	2
47	Voltímetro analógico	1
48	Carpeta de guía de experiencias para alumno	1
49	Manual de profesor	1

Respecto al listado total del inventario de cada equipo en Mecánica, Electricidad y Termología, en el Laboratorio de Ciencias Básicas corresponde a:

Tabla 17. Inventario de los equipos del Laboratorio de Ciencias Básicas.

Planta	Área	Equipos	Cantidad
Laboratorio Industrial	Laboratorio de Ciencias Básicas	Equipos de Mecánica	10
		Equipos de Electricidad y Electrónica	10
		Equipos de Termología	10

4.1.4. Inventario de las máquinas y herramientas del laboratorio de Materiales.

Tabla 18. Inventario de las máquinas y herramientas del Laboratorio de Materiales.

Planta	Área	Máquina/herramienta	Cantidad
Laboratorio Industrial	Laboratorio de Materiales	Esmeriladora angular	1
		Fresadora CNC	1
		Impresoras 3D	3
		Instrumento deformador de barras	1
		Mini CNC	1
		Mufla	1
		Taladro manual	1

4.2. Distribución de las máquinas y herramientas del laboratorio industrial

La distribución de las máquinas y herramientas se basa en asignar un área para cada uno de los activos físicos.



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
LABORATORIO INDUSTRIAL



Distribución de las máquinas y herramientas del Laboratorio Industrial

1. Objetivo

Asignar una distribución para las máquinas/herramientas del Laboratorio de Mecánica y del Laboratorio de Materiales.

2. Alcance

Realizar una propuesta de distribución para cada máquina/herramienta que se encuentra en el Laboratorio de Mecánica y el Laboratorio de Materiales.

3. Generalización

Realizar un ordenamiento adecuado en el cual un activo físico podría pertenecer a un área determinada.

4. Realización

Para realizar la distribución correspondiente se asignan carteles indicando el nombre del área.

4.2.1. Distribución de las máquinas y herramientas del laboratorio de Mecánica

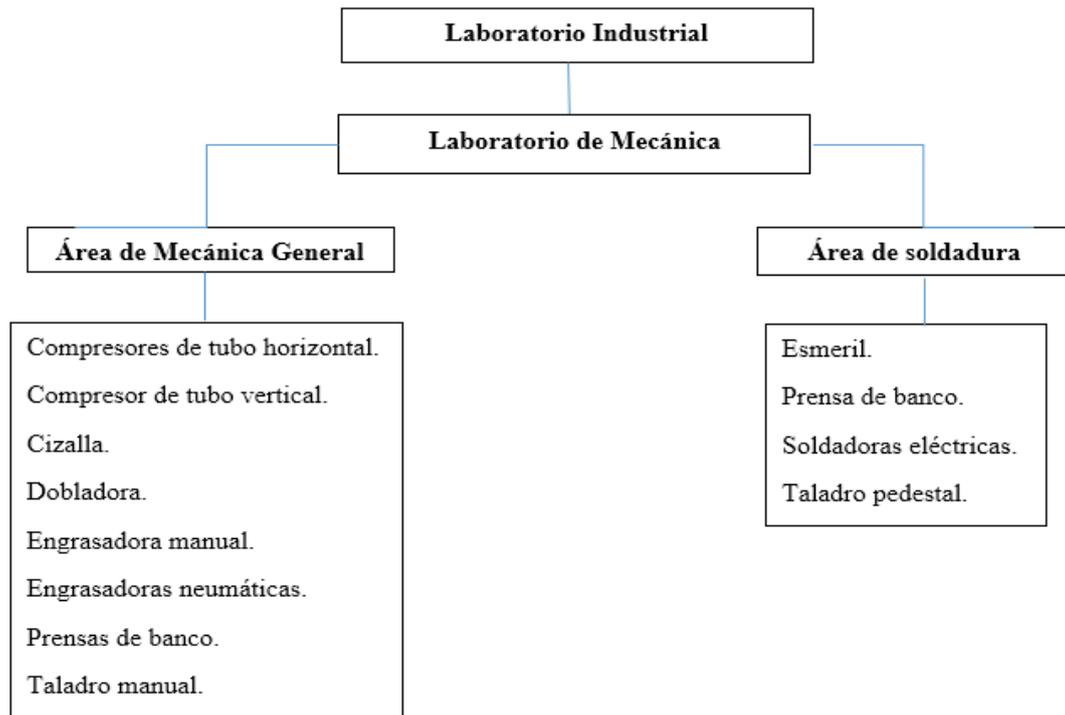


Figura 10. Organigrama de la distribución de las máquinas y herramientas del laboratorio de Mecánica.

4.2.2. Distribución de las máquinas y herramientas del laboratorio de Materiales.

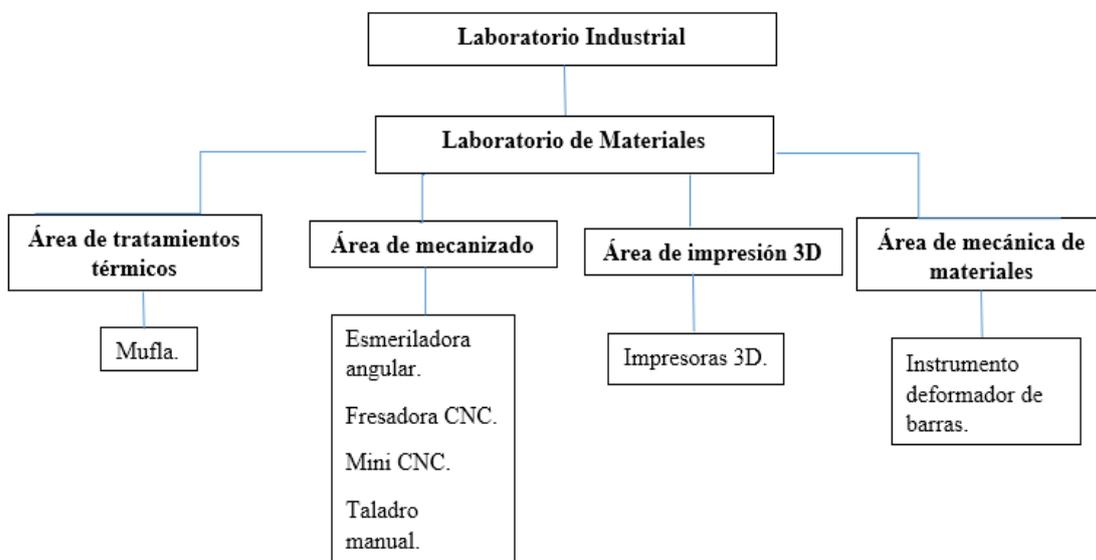


Figura 11. Distribución de las máquinas y herramientas del laboratorio de Materiales.

4.3. Codificación

Para las máquinas y herramientas del laboratorio industrial se plantea el siguiente modelo de codificación en función al área (ejemplo: Laboratorio de Mecánica, Laboratorio de Materiales) que pertenece el equipo, el tipo de equipo (ejemplo: soldadora, taladro, compresor) y el número correlativo indicará la cantidad de unidades del equipo codificado.

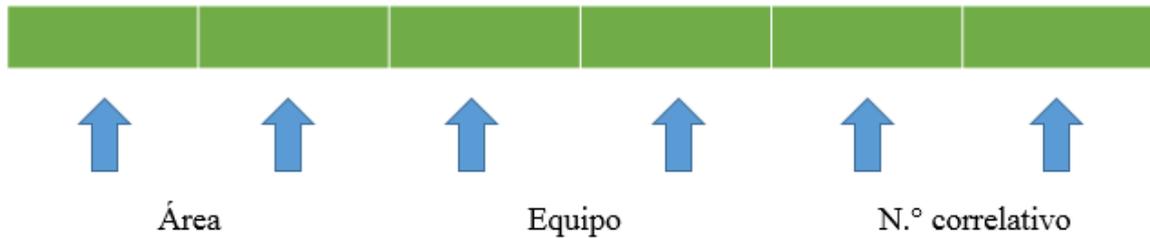


Figura 12. Modelo de codificación para activos físicos.

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA LABORATORIO INDUSTRIAL</p> 
Codificación de las máquinas y herramientas del Laboratorio Industrial
<p>1. Objetivo. Asignar códigos a las máquinas y herramientas del Laboratorio Industrial.</p> <p>2. Alcance. El proceso de codificación permite identificar cada máquina/herramienta con un código único y encontrarlos con facilidad para su ubicación respectiva.</p> <p>3. Generalización. El procedimiento de codificación permite identificar en las documentaciones a que máquina/herramienta se le ha realizado mantenimiento y redactar sus averías encontradas.</p> <p>4. Realización. Para realizar las codificaciones correspondientes se asigna un modelo de codificación para activos físicos previamente redactado.</p>

4.3.1. Codificación de las máquinas y herramientas del laboratorio de Mecánica.

Tabla 19. Codificación de las máquinas y herramientas del laboratorio de Mecánica.

Código	Máquina/herramienta
LMEC-CIZ-01	Cizalla
LMEC-CMP-01	Compresor de tubo horizontal
LMEC-CMP-02	Compresor de tubo horizontal
LMEC-CPV-01	Compresor de tubo vertical
LMEC-DOB-01	Dobladora
LMEC-ENG-01	Engrasadora manual
LMEC-ENG-02	Engrasadora neumática
LMEC-ENG-03	Engrasadora neumática
LMEC-ESM-01	Esmeril
LMEC-GEN-01	Generador eléctrico
LMEC-PDB-01	Prensas de banco
LMEC-SLD-01	Soldadora eléctrica
LMEC-SLD-02	Soldadora eléctrica
LMEC-TLM-01	Taladro manual
LMEC-TLP-01	Taladro pedestal

4.3.2. Codificación de las máquinas y herramientas del Laboratorio de Redes.

Tabla 20. Codificación de las máquinas y herramientas del laboratorio de Redes.

Código	Máquina/herramienta
LDR-FDA-01	Fuente de alimentación DC
LDR-FDA-02	Fuente de alimentación DC
LDR-FDA-03	Fuente de alimentación DC
LDR-FDA-04	Fuente de alimentación DC
LDR-FDA-05	Fuente de alimentación DC
LDR-GDF-01	Generador de funciones
LDR-GDF-02	Generador de funciones
LDR-MLT-01	Multímetro

LDR-MLT-02	Multímetro
LDR-OSC-01	Osciloscopio
LDR-OSC-02	Osciloscopio

4.3.3. Codificación de las máquinas y herramientas del laboratorio de Ciencias Básicas.

Tabla 21. Codificación de las máquinas/herramientas del laboratorio de Ciencias Básicas.

Código	Máquina/herramienta
LCB-EQM-01	Equipo 1 Mecánica
LCB-EQM-02	Equipo 2 Mecánica
LCB-EQM-03	Equipo 3 Mecánica
LCB-EQM-04	Equipo 4 Mecánica
LCB-EQM-05	Equipo 5 Mecánica
LCB-EQM-06	Equipo 6 Mecánica
LCB-EQM-07	Equipo 7 Mecánica
LCB-EQM-08	Equipo 8 Mecánica
LCB-EQM-09	Equipo 9 Mecánica
LCB-EQM-10	Equipo 10 Mecánica
LCB-EQE-01	Equipo 1 Electricidad y Electrónica
LCB-EQE-02	Equipo 2 Electricidad y Electrónica
LCB-EQE-03	Equipo 3 Electricidad y Electrónica
LCB-EQE-04	Equipo 4 Electricidad y Electrónica
LCB-EQE-05	Equipo 5 Electricidad y Electrónica
LCB-EQE-06	Equipo 6 Electricidad y Electrónica
LCB-EQE-07	Equipo 7 Electricidad y Electrónica
LCB-EQE-08	Equipo 8 Electricidad y Electrónica
LCB-EQE-09	Equipo 9 Electricidad y Electrónica
LCB-EQE-10	Equipo 10 Electricidad y Electrónica
LCB-EQT-01	Equipo 1 Termología
LCB-EQT-02	Equipo 2 Termología
LCB-EQT-03	Equipo 3 Termología
LCB-EQT-04	Equipo 4 Termología
LCB-EQT-05	Equipo 5 Termología

LCB-EQT-06	Equipo 6 Termología
LCB-EQT-07	Equipo 7 Termología
LCB-EQT-08	Equipo 8 Termología
LCB-EQT-09	Equipo 9 Termología
LCB-EQT-10	Equipo 10 Termología

4.3.4. Codificación de las máquinas y herramientas del laboratorio de Materiales.

Tabla 22. Codificación de las máquinas/herramientas del laboratorio de Materiales.

Código	Máquina/herramienta
LDM-ESA-01	Esmeriladora angular
LDM-FRC-01	Fresadora CNC
LDM-IMP-01	Impresora 3D Sindoh
LDM-IMP-02	Impresora 3D Polibicarbonato
LDM-IMP-03	Impresora 3D Anet
LDM-DDB-01	Instrumento deformador de barras
LDM-CNC-01	Mini CNC Engraving Machines
LDM-MUF-01	Mufla
LDM-TLM-01	Taladro manual

4.4. Evaluación de la documentación actual de las máquinas y herramientas del laboratorio industrial.

Para evaluar la documentación actual de las máquinas y herramientas, se realizaron consultas al supervisor del laboratorio, el cual cuenta con la información correspondiente de cada activo físico del laboratorio industrial, por lo tanto, se plantea la siguiente ponderación:

Tabla 23. Ponderación para determinar el estado de la documentación actual.

Ponderación	Documentación actual
10	Cumple
5	Cumple parcialmente
1	No cumple

4.4.1. Evaluación de la documentación actual de las máquinas y herramientas del laboratorio de Mecánica

Tabla 24. Documentación actual del laboratorio de Mecánica.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA LABORATORIO INDUSTRIAL 						
Laboratorio de Mecánica						
Información de la documentación actual de las máquinas y herramientas						
Máquina/herramienta	Especificaciones de máquina/herramienta	Repuestos	Historial de averías	Historial de mantenimiento	Manual de operación	Promedio documentación máquina/herramienta
Cizalla	1	1	1	1	1	1
Compresores de tubo horizontal	1	1	1	1	1	1
Compresor de tubo vertical	1	1	1	1	1	1
Dobladora	1	1	1	1	1	1
Engrasadora manual	1	1	1	1	1	1
Engrasadoras neumáticas	1	1	1	1	1	1
Esmeril	1	5	1	1	1	1.8
Generador eléctrico	1	1	1	1	1	1
Prensas de banco	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Soldadoras eléctricas	1	5	1	1	1	1.8
Taladro manual	1	1	1	1	1	1
Taladro pedestal	1	1	1	1	1	1
Observaciones: Las soldadoras eléctricas solo disponen de portaelectrodos como repuestos, no hay más insumos. En el esmeril solo se cuentan con muelas para desbastar. Por lo cual la mayoría de las máquinas/herramientas no cuentan con la documentación necesaria para operar con ellas.						
	Nombre:					Fecha
Realizado por:	Raúl Alexander Moreta Vaca					

Revisado por:	Ing. Omar Cevallos	
Aprobado por:	Ing. Omar Cevallos	

4.4.2. Evaluación de la documentación actual de las máquinas y herramientas del Laboratorio de Redes

Tabla 25. Documentación actual del laboratorio de Redes.

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA LABORATORIO INDUSTRIAL</p> 						
Laboratorio de Redes						
Información de la documentación actual de las máquinas y herramientas						
Máquina/herramienta	Especificaciones de máquina/herramienta	Repuestos	Historial de averías	Historial de mantenimiento	Manual de operación	Promedio documentación máquina/herramienta
Fuentes de alimentación DC	1	10	5	1	1	3.6
Generadores de funciones	1	5	5	1	1	2.6
Multímetros	1	10	5	5	5	5.2
Osciloscopios	1	10	5	1	1	3.6
Observaciones: La documentación más importante son las especificaciones y manual de operación de las máquinas/herramientas ya que son máquinas que los estudiantes operan y necesitan conocer su funcionamiento y manejarlas adecuadamente, pero el laboratorio de Redes no cuenta con esa documentación.						
	Nombre:					Fecha:
Realizado por:	Raúl Alexander Moreta Vaca					
Revisado por:	Ing. Omar Cevallos					
Aprobado por:	Ing. Omar Cevallos					

4.4.3. Evaluación de la documentación actual de las máquinas y herramientas del laboratorio de Ciencias Básicas

Tabla 26. Documentación actual del laboratorio de Ciencias Básicas.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA LABORATORIO INDUSTRIAL 						
Laboratorio de Ciencias Básicas						
Información de la documentación actual de las máquinas y herramientas						
Máquina/herramienta	Especificaciones de máquina/herramienta	Repuestos	Historial de averías	Historial de mantenimiento	Manual de operación	Promedio documentación máquina/herramienta
Equipos de Mecánica	10	10	5	1	10	7.2
Equipos de Electricidad y Electrónica	10	10	5	1	10	7.2
Equipos de Termología	10	10	1	10	10	8
<p>Observaciones: Los instrumentos que se encuentran en los equipos de las diferentes áreas contienen un gran porcentaje de documentación, esto es necesario porque los estudiantes deben conocer los instrumentos que utilizan para realizar sus prácticas.</p>						
	Nombre:					Fecha:
Realizado por:	Raúl Alexander Moreta Vaca					
Revisado por:	Ing. Omar Cevallos					
Aprobado por:	Ing. Omar Cevallos					

4.4.4. Evaluación de la documentación actual de las máquinas y herramientas del laboratorio de Materiales

Tabla 27. Documentación actual del laboratorio de Materiales.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA LABORATORIO INDUSTRIAL 						
Laboratorio de Materiales						
Información de la documentación actual de las máquinas y herramientas						
Máquina/herramienta	Ficha de máquina/herramienta	Repuestos	Historial de averías	Historial de mantenimiento	Manual de operación	Promedio documentación máquina/herramienta
Esmeriladora angular	5	1	1	1	10	3.6
Fresadora CNC	1	1	1	1	1	1
Impresora 3D Sindoh	1	5	1	1	1	1.8
Impresoras 3D Anet	1	1	1	1	1	1
Instrumento deformador de barras	1	1	1	1	1	1
Mini CNC Engraving Machines	1	1	1	1	1	1
Mufla	1	1	1	1	1	1
Taladro manual	5	1	1	1	10	3.6
Observaciones: Un gran porcentaje de las máquinas no tienen la documentación necesaria para su operación.						
	Nombre:				Fecha:	
Realizado por:	Raúl Alexander Moreta Vaca					
Revisado por:	Ing. Omar Cevallos					
Aprobado por:	Ing. Omar Cevallos					

4.5. Evaluación del estado actual de las máquinas y herramientas del laboratorio industrial.

Para evaluar el estado actual de las máquinas y herramientas se realizaron actividades de inspección. Después de evaluar cada activo físico, mediante la siguiente escala de ponderación (1-10) se establece el estado actual de cada máquina/herramienta y posteriormente se define el diagnóstico respectivo de cada uno.

Tabla 28. Ponderación para evaluar el estado actual de los activos físicos.

Ponderación	Estado actual	Descripción
9-10	Muy Bueno	No presenta problemas
7-8	Bueno	Se encuentra funcionando, pero necesita limpieza y/o lubricación
4-6	Regular	Existen componentes que se deben cambiar.
1-3	Malo	Se debe cambiar por nuevas máquinas.

4.5.1. Evaluación del estado actual de las máquinas y herramientas del laboratorio de Mecánica

Tabla 29. Evaluación de las máquinas/herramientas del Laboratorio de Mecánica.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA LABORATORIO INDUSTRIAL 											
Laboratorio de Mecánica											
Evaluación del estado actual de las máquinas y herramientas											
Ítem	Máquina/herramienta	Carcasa	Instrumentos de medición	Lubricación	Sistema eléctrico	Mecanismos	Sujeciones	Cables de alimentación	Promedio estado actual máquina/herramienta	Estado actual	
1	Cizalla	7	N/A	4	N/A	10	10	N/A	7.7	Bueno	

2	Compresor de tubo horizontal	8	8	4	10	4	10	10	7.7	Bueno
3	Compresor de tubo horizontal	8	8	4	10	10	10	10	8.6	Bueno
4	Compresor de tubo vertical	7	7	4	7	7	10	4	6.5	Regular
5	Dobladora	7	N/A	4	N/A	4	4	N/A	4.8	Regular
6	Engrasadora manual	7	N/A	4	N/A	4	4	N/A	4.8	Regular
7	Engrasadoras neumáticas	7	4	4	N/A	4	4	N/A	4.6	Regular
8	Esmeril	7	N/A	N/A	7	1	1	10	5.2	Regular
9	Generador eléctrico	8	N/A	1	1	7	7	7	5.2	Regular
10	Prensas de banco	7	N/A	4	N/A	10	4	N/A	6.2	Regular
11	Soldadoras eléctricas	7	7	N/A	7	N/A	7	4	6.4	Regular
12	Taladro manual	8	N/A	7	8	8	10	10	8.5	Bueno
13	Taladro pedestal	8	N/A	7	8	8	10	10	8.5	Bueno

Observaciones: Las soldadoras eléctricas funcionan, pero se deben cambiar los portaelectrodos porque se encuentran desgastados y una soldadora no tiene enchufe. El compresor de tubo vertical no tiene enchufe y tiene mucha suciedad, pero si funciona. Los compresores de tubo horizontal no tienen acoples de aire, pero si funcionan. Las dos engrasadoras neumáticas funcionan, pero una de ellas tiene el manómetro de la válvula reguladora de presión dañado. La engrasadora manual tiene la manguera doblada. Las prensas de banco faltan lubricación y ajuste en las mesas. El taladro manual, taladro pedestal y cizalla funcionan adecuadamente y el esmeril también funciona, pero, no tiene un protector de seguridad, hace falta una muela de desbaste y no se encuentra anclado a una mesa, por último, el generador eléctrico no cuenta con el módulo de control electrónico ni la batería, por lo cual, no se puede comprobar su funcionamiento, también no hay combustible en el tanque de diésel.

	Nombre:	Fecha
Realizado por:	Raúl Alexander Moreta Vaca	
Revisado por:	Ing. Omar Cevallos	
Aprobado por:	Ing. Omar Cevallos	

4.5.2. Evaluación del estado actual de las máquinas y herramientas del laboratorio de Redes

Tabla 30. Evaluación de las máquinas/herramientas del Laboratorio de Redes.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA LABORATORIO INDUSTRIAL 								
Laboratorio de Redes								
Evaluación del estado actual de las máquinas y herramientas								
Ítem	Máquina/ herramienta	Carcasa	Instrumentos de medición	Sistema eléctrico	Sujeciones	Cables de alimentación	Promedio estado actual máquina/herramienta	Estado actual
1	Fuentes de alimentación DC	10	10	10	10	10	10	Muy Bueno
2	Generadores de funciones	10	10	10	10	10	10	Muy Bueno
3	Multímetros	10	10	10	10	10	10	Muy Bueno
4	Osciloscopios	10	10	10	10	10	10	Muy Bueno
<p>Diagnóstico: Las máquinas y herramientas del laboratorio de Redes se encuentran en buen estado, solo un osciloscopio y una fuente de alimentación DC se encuentran con daños, pero no afectan a las prácticas de los estudiantes.</p>								
				Nombre:			Fecha:	
Realizado por:				Raúl Alexander Moreta Vaca				
Revisado por:				Ing. Omar Cevallos				
Aprobado por:				Ing. Omar Cevallos				

4.5.3. Evaluación del estado actual de las máquinas y herramientas del laboratorio de Ciencias Básicas

Tabla 31. Evaluación de los instrumentos del Laboratorio de Ciencias Básicas.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA LABORATORIO INDUSTRIAL 							
Laboratorio de Ciencias Básicas							
Evaluación del estado actual de los instrumentos de laboratorio							
Ítem	Máquina/ herramienta	Carcasa	Instrumentos completos	Orden y Limpieza	Repuestos	Promedio estado actual máquina/herramienta	Estado actual
1,3	Equipos de Mecánica	10	6	7	10	8.25	Bueno
2,4,5,6,7,8, 9,10	Equipos de Mecánica	10	10	7	10	9.3	Bueno
1-10	Equipos de Electricidad y Electrónica	10	5	7	10	8	Bueno
1-10	Equipos de Termología	10	10	7	10	9.25	Bueno
<p>Diagnóstico: Los instrumentos de los equipos de Mecánica, Electricidad y Electrónica se encuentran incompletos debido al desorden y que hay algunos instrumentos dañados. Los instrumentos de los equipos de Termología se encuentran en buen estado solo necesitan orden y limpieza.</p>							
					Nombre:	Fecha:	
Realizado por:					Raúl Alexander Moreta Vaca		
Revisado por:					Ing. Omar Cevallos		
Aprobado por:					Ing. Omar Cevallos		

4.5.4. Evaluación del estado actual de las máquinas y herramientas del laboratorio de Materiales

Tabla 32. Evaluación de las máquinas/herramientas del Laboratorio de Materiales.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA LABORATORIO INDUSTRIAL 										
Laboratorio de Materiales										
Evaluación del estado actual de las máquinas y herramientas										
Ítem	Máquina/herramienta	Carcasa	Instrumentos de medición	Lubricación	Sistema eléctrico	Mecanismos	Sujeciones	Cables de alimentación	Promedio estado actual máquina/herramienta	Estado actual
1	Esmeriladora angular	10	N/A	10	10	10	10	10	10	Muy Bueno
2	Fresadora CNC Tormach	10	N/A	7	10	10	10	10	9.5	Muy Bueno
3	Impresora 3D Sindoh	10	N/A	7	10	10	10	10	9.5	Muy Bueno
4	Impresora 3D Polibicarbonato	10	N/A	N/A	10	10	10	10	10	Muy Bueno
5	Impresora 3D Anet	7	N/A	N/A	4	7	4	7	7.25	Bueno
6	Instrumento deformador de barras	10	10	N/A	N/A	10	10	N/A	10	Muy Bueno
7	Mini CNC Engraving Machines	10	N/A	7	10	7	7	10	8.5	Bueno
8	Mufla	10	N/A	N/A	10	10	10	10	10	Muy Bueno

9	Taladro manual	10	N/A	10	10	10	10	10	10	Muy Bueno
---	----------------	----	-----	----	----	----	----	----	----	-----------

Observaciones: La mayoría de las máquinas/herramientas se encuentran en buen estado y funcionan correctamente, pero la impresora 3D Anet no prende y tiene tornillos sin ajustar, por lo cual, se recomienda revisar con un multímetro la tarjeta de la fuente de alimentación, para verificar si los componentes electrónicos miden correctamente, la fuente de la mini CNC prende pero no se puede utilizar debido a que trabaja con el software Mach3 el cual no se encuentra incorporado, en la fresadora CNC su software funciona adecuadamente, pero no se puede probar el funcionamiento de la máquina en general debido a la complejidad de su uso, solo hay corrosión y suciedad en ciertas partes de la fresadora CNC. Para probar el funcionamiento de la mufla se tuvo que trasladar la misma al laboratorio de mecánica debido a que la mufla tiene un enchufe especial y en el laboratorio de materiales no hay tomacorriente para ese enchufe, además se realizó una prueba de funcionamiento con una temperatura hasta 550°C y la mufla se apagó, se debe aclarar que la mufla tiene un rango de temperatura hasta 1200°C, por lo cual, se recomienda revisar el estado de la resistencia de calentamiento y/o el estado de los cables eléctricos.

	Nombre:	Fecha
Realizado por:	Raúl Alexander Moreta Vaca	
Revisado por:	Ing. Omar Cevallos	
Aprobado por:	Ing. Omar Cevallos	

4.6. Fichas técnicas de las máquinas y herramientas del Laboratorio Industrial

Actualmente las máquinas y herramientas que se encuentran en el laboratorio industrial no cuentan con fichas técnicas, que indiquen sus características técnicas, y algunas tampoco cuentan con el año de adquisición de los mismos, por lo cual mediante sitios webs se investigó las características que podrían tener los equipos.

4.6.1. Fichas técnicas de las máquinas y herramientas del Laboratorio de Mecánica.

Tabla 33. Ficha técnica de cizalla.

	Ficha Técnica		
Máquina/herramienta	Cizalla	Marca	N/A
		Modelo	N/A
Ubicación Técnica	Laboratorio de Mecánica	Código	LMEC-CIZ-01
Función: La cizalla es una herramienta que se utiliza para cortar diferentes materiales, en este caso la cizalla del laboratorio de Mecánica se utiliza solo para cortar varillas de hierro.		Fotografía de la máquina/herramienta	
			

Tabla 34. Ficha técnica de compresor de tubo horizontal.

		Ficha Técnica		
Máquina/herramienta	Compresor de tubo horizontal	Marca	Porten	
		Modelo	PCO-0224X	
Ubicación Técnica	Laboratorio de Mecánica	Código	LMEC-CMP-01	
Características Técnicas		Fotografía de la máquina/herramienta		
Potencia	2 HP			
Velocidad	3400 RPM			
Caudal	110 L/min (3.9 CFM)			
Capacidad	24 litros (6.3 gal)			
Presión	115 psi (8 bar)			
Voltaje/Frecuencia	110 V/6 HZ			
<p>Función: Un compresor absorbe el aire del ambiente para almacenarlo y a su vez comprimirlo en el depósito horizontal, se utiliza para dar potencia a herramientas tipo neumáticas.</p>				

Tabla 35. Ficha técnica de compresor de tubo horizontal.

	Ficha Técnica		
Máquina/herramienta	Compresor de tubo horizontal	Marca	FINI
		Modelo	2400 – 2M
Ubicación Técnica	Laboratorio de Mecánica	Código	LMEC-CMP-02
Características Técnicas		Fotografía de la máquina/herramienta	
Voltaje/Frecuencia	120 V/60 Hz		
Amperaje	14 A		
Potencia HP	2 HP		
Capacidad	24 litros		
Velocidad	3400 RPM		
<p>Función: Un compresor absorbe el aire del ambiente para almacenarlo y a su vez comprimirlo en el depósito horizontal, se utiliza para dar potencia a herramientas tipo neumáticas.</p>			

Tabla 36. Ficha técnica de compresor de tubo vertical.

	Ficha Técnica		
Equipo	Compresor vertical	Marca	Campbell
		Modelo	62393L
Ubicación Técnica	Laboratorio de Mecánica	Código	LMEC-CPV-01
Características Técnicas		Fotografía de la máquina/herramienta	
Potencia	5 HP		
Capacidad	60 galones		
Dimensiones	Largo: 29 in Ancho: 33 in Alto: 74 in		
Ciclo máximo de uso	80%		
Salida de aire	$\frac{3}{4}$ in.		
PSI Máximo	135 PSI		
Amperaje	14.5 A		
Peso de la unidad	255 lb (115.67 kg)		
CFM a 90 psi	10.2 ft ³ /min		
Función: Un compresor absorbe el aire del ambiente para almacenarlo y a su vez comprimirlo en el depósito vertical, se utiliza para dar potencia a herramientas tipo neumáticas.			

Tabla 37. Ficha técnica de la dobladora.

	Ficha Técnica		
Máquina/herramienta	Dobladora	Marca	N/A
		Modelo	N/A
Ubicación Técnica	Laboratorio de Mecánica	Código	LMEC-DOB-01
<p>Función: Una dobladora de tubo trabaja mediante un cilindro hidráulico a presión para doblar el tubo.</p>		Fotografía de la máquina/herramienta	
			

Tabla 38. Ficha técnica de engrasadora neumática.

	Ficha Técnica		
Máquina/herramienta	Engrasadora neumática	Marca	ARO
		Modelo	ARO-LM2350E-21-B
Ubicación Técnica	Laboratorio de Mecánica	Código	LMEC-ENG-02
Características Técnicas		Fotografía de la máquina/herramienta	
Capacidad	30 libras		
Relación	50:1		
Presión inyección	7500 psi		
Manguera	2 metros		
<p>Función: La engrasadora es una herramienta que utiliza grasa para lubricar a presión diferentes maquinarias.</p>			

Tabla 39. Ficha técnica de engrasadora neumática.

	Ficha Técnica		
Máquina/herramienta	Engrasadora neumática	Marca	SAMOA
		Modelo	PM35
Ubicación Técnica	Laboratorio de Mecánica	Código	LMEC-ENG-01
Características Técnicas		Fotografía de la máquina/herramienta	
Capacidad	20 kg		
Presión alimentación	2 – 10 bar		
Caudal	800 g/min		
Consumo de aire	5 bar		
Presión máxima de fluido	600 bar		
Caudal nominal a salida libre	2000 g/min		
Función: La engrasadora es una herramienta que utiliza grasa para lubricar a presión diferentes maquinarias.			

Tabla 40. Ficha técnica de engrasadora manual.

		Ficha Técnica		
Máquina/herramienta	Engrasadora	Marca	ARO	
		Modelo	ARO-LM2350E-21-B	
Ubicación Técnica	Laboratorio de Mecánica	Código	LMEC-ENG-03	
Características Técnicas		Fotografía de la máquina/herramienta		
Capacidad	30 libras			
Relación	50:1			
Presión inyección	7500 psi			
Manguera	2 metros			
<p>Función: La engrasadora es una herramienta que utiliza grasa para lubricar a presión diferentes maquinarias.</p>				

Tabla 41. Ficha técnica de esmeril.

	Ficha Técnica		
Máquina/herramienta	Esmeril	Marca	Dewalt
		Modelo	DW758
Ubicación Técnica	Laboratorio de Mecánica	Código	LMEC-ESM-01
Características Técnicas		Fotografía de la máquina/herramienta	
Potencia motor	$\frac{3}{4}$ HP		
Velocidad	3600 RPM		
Diámetro del disco	8 in		
Eje	5/8 in		
Voltaje	110 V		
Frecuencia	60 Hz		
Amperaje	4.2 A		
<p>Función: El esmeril de banco es una máquina que utiliza una piedra para afilar herramientas metálicas tales como: cuchillas de torno, brocas, entre otras.</p>			

Tabla 42. Ficha técnica del generador eléctrico.

		Ficha Técnica		
Equipo	Generador eléctrico	Marca	FG WILSON	
		Modelo	P11E2S	
Ubicación Técnica	Laboratorio de Mecánica	Código	LMEC-GEN-01	
		Características Técnicas		Fotografía de la máquina/herramienta
Potencia nominal	13 kW			
Tensión nominal	240/120 Voltios			
Frecuencia	1			
Amperaje	54 amperios			
R.P.M	1800 rpm			
Temperatura ambiente máxima	27 °C			
Altitud máxima	152.4 metros			
Voltaje de excitación	40 voltios			
Corriente de excitación	2 amperios			
A.V.R	R230/A			
Función: Un generador eléctrico a diésel utiliza la energía mecánica para producir corriente eléctrica de forma continua.				

Tabla 43. Ficha técnica de prensas de banco.

	Ficha Técnica		
Máquina/herramienta	Prensa de banco	Cantidad	9
Ubicación Técnica	Laboratorio de Mecánica	Código	LMEC-PDB-01
<p>Función: Una prensa o tornillo de banco es una herramienta que se utiliza para sostener un objeto o pieza metálica y realizar diferentes actividades como cortar o lijar.</p>		Fotografía de la máquina/herramienta	
			

Tabla 44. Ficha técnica de soldadora eléctrica.

	Ficha Técnica		
Máquina/herramienta	Soldadora eléctrica	Marca	N/A
		Modelo	N/A
Ubicación Técnica	Laboratorio de Mecánica	Código	LMEC-SLD-01
Características Técnicas		Fotografía de la máquina/herramienta	
Voltaje	110 V/220 V		
Frecuencia	60 Hz		
Amperaje	10 – 180 A		
<p>Función: La máquina soldadora se utiliza para la unión de dos o más materiales metálicos mediante la fundición del material de aporte.</p>			

Tabla 45. Ficha técnica de soldadora eléctrica.

	Ficha Técnica		
Máquina/herramienta	Soldadora eléctrica	Marca	HOBART
		Modelo	11968482-783
Ubicación Técnica	Laboratorio de Mecánica	Código	LMEC-SLD-17119
Características Técnicas		Fotografía de la máquina/herramienta	
Intervalo de amperaje	40 – 225 Amperes		
Voltaje máximo de circuito abierto	80 VCD		
Frecuencia	60 HZ		
Potencia auxiliar	11000 vatios y 9500 vatios continuos		
Voltaje de corriente alterna	120/240 VCA		
Dimensiones	Altura: 28 in (711 mm) Ancho: 20 in (508 mm) Largo: 41 in (1041 mm)		
Función: La máquina soldadora se utiliza para la unión de dos o más materiales metálicos mediante la fundición del material de aporte.			

Tabla 46. Ficha técnica de taladro manual.

	Ficha Técnica		
Máquina/herramienta	Taladro manual	Marca	Ryobi
		Modelo	SDS65
Ubicación Técnica	Laboratorio de Mecánica	Código	LMEC-TLM-01
Características Técnicas		Fotografía de la máquina/herramienta	
Capacidad del portabrocas	1/16 in – 3/8 in (1.6 mm – 10 mm)		
Voltaje de corriente alterna	110 V		
Frecuencia	60 Hz		
Amperaje	4.5 A		
Peso neto	1.7 kg (3.8 lb)		
Función: Un taladro es una herramienta que se utiliza para perforar superficies mediante una broca.			

Tabla 47. Ficha técnica de taladro pedestal.

	Ficha Técnica		
Máquina/herramienta	Taladro pedestal	Marca	Rown Long
		Modelo	STD 10 – A
Ubicación Técnica	Laboratorio de Mecánica	Código	LMEC-TLP-01
Características Técnicas		Fotografía de la máquina/herramienta	
Potencia motor eléctrico	½ HP		
Voltaje	110 V/ 220 V		
Frecuencia	60 Hz		
Choque	5/8 in		
Eje	MT2/JT3		
Profundidad de trabajo	80 mm		
Distancia giratoria	350 mm		
Columna	73 mm		
Base	440 mm x 250 mm		
Función: Un taladro pedestal o de banco es una máquina tipo estacionaria que se utiliza para perforar superficies mediante una broca.			

4.6.2. Fichas técnicas de las máquinas y herramientas del laboratorio de Redes

Tabla 48. Ficha técnica de fuentes de alimentación DC.

	Ficha Técnica		
Máquina/herramienta	Fuente de alimentación DC	Marca	Mastech
		Modelo	HY3005C
		Cantidad	5
Ubicación Técnica	Laboratorio de Redes	Códigos	LDR-FDA-01, 02, 03, 04, 05
Características Técnicas		Fotografía de la máquina/herramienta	
Voltaje y amperaje a 60 Hz	110 V/6A		
Voltaje y amperaje a 50 Hz	220 V/3A		
<p>Función: Una fuente de alimentación DC es una herramienta que permite regular la corriente y voltaje de salida.</p>			

Tabla 49. Ficha técnica de generadores de funciones.

		Ficha Técnica			
Máquina/herramienta	Generador de funciones	Marca	Tektronix		
		Modelo	AFG3021B		
		Cantidad	2		
Ubicación Técnica	Laboratorio de Redes	Códigos	LDR-GDF-01		
			LDR-GDF-02		
Características Técnicas		Fotografía de la máquina/herramienta			
Amplitud	10 Vpp				
Velocidad de muestreo	250 MS/s				
Rango de frecuencia máxima cuadrada pulso y forma de onda arbitraria	12.5 MHz				
Rango de frecuencia mínima cuadrada pulso y forma de onda arbitraria	1 μHz, 1 mHz				
Rango de frecuencia máxima sinusoidal	25 MHz				
Rango de frecuencia mínima sinusoidal	1μHz				
Rango de frecuencia máxima triángulo/sierra	250kHz				
Rango de frecuencia mínima triángulo/sierra	1μHz				
Memoria	2 a 131.072				
Pantalla	Monocromática/color				
Interfaz	USB, LAN, GPIB				
Dimensiones	168 mm x 329.6 mm x 156.3 mm				
Rango de Frecuencia Cuadrada Pulso y Forma de Onda Arbitraria	1 μHz a 12,5 MHz,				
	1 mHz a 12,5 MHz.				
Precisión de Base de Tiempo	±1ppm				
Peso	4.5 kg				
Entrada de Impedancia	10 kΩ				
Impedancia de Salida	50Ω				
<p>Función: Un generador de funciones es una máquina que emite fuente de señales que a su vez producen producir diferentes tipos de onda, tales como: ondas sinusoidales, triangulares y cuadradas, a través de un amplio rango de frecuencias que va desde 0.01 Hz hasta 1 MHz.</p>					



Tabla 50. Ficha técnica de multímetros.

	Ficha Técnica		
Máquina/herramienta	Multímetro	Marca	Fluke
		Modelo	175
		Cantidad	2
Ubicación Técnica	Laboratorio de Redes	Códigos	LDR-MLT-01, 02
Características Técnicas		Fotografía máquina/herramienta	
Voltaje y corriente máxima DC	1000 V/10 A		
Voltaje y corriente máxima AC	1000 V/ 10 A		
Valor de resistencia, capacidad y frecuencia máxima	50 MΩ, 10000 μF, 100 kHz		
Función: Un multímetro es una herramienta que se utiliza para medir valores de voltaje, amperaje y frecuencia.			

Tabla 51. Ficha técnica de osciloscopios.

	Ficha Técnica		
Máquina/herramienta	Osciloscopio	Marca	Tektronix
		Modelo	TDS 2002B
		Cantidad	2
Ubicación Técnica	Laboratorio de Redes	Códigos	LDR-OSC-01, 02
Características Técnicas		Fotografía de la máquina/herramienta	
Número de canales	2		
Ancho de banda	60 MHz		
Frecuencia de muestreo	1 GS/s		
Voltaje de entrada	100 VAC a 240 VAC		
Interfaz	GPIB, USB		
Peso	2.2 kg		
Función: Un osciloscopio es una herramienta que sirve para medir y representar señales eléctricas (voltaje) en función de la variación del tiempo.			

4.6.3. Fichas técnicas de las máquinas y herramientas del laboratorio de Ciencias Básicas

Tabla 52. Ficha técnica de los equipos de Mecánica.

	Ficha Técnica		
Máquina/herramienta	Equipos de Mecánica	Marca	N/A
		Modelo	N/A
		Cantidad	10
Ubicación Técnica	Laboratorio de Ciencias Básicas	Códigos	LCB-EQM-01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10
Función: Los equipos de Mecánica cuentan con instrumentos detallados anteriormente en el listado de los equipos, para que los estudiantes puedan realizar prácticas, tales como: medidas de magnitudes físicas, límites de error, movimientos rectilíneos, caída libre, movimiento circular, movimiento armónico simple, composición de fuerzas, principios de dinámica, rozamiento, cantidad de movimiento, energía mecánica, dinámica de rotación, momentos de inercia, ondas longitudinales y transversales, ondas estacionarias, sonido, velocidad, frecuencia, presión hidrostática y atmosférica, principio de Arquímedes, entre otros.		Fotografía de la máquina/herramienta 	

Tabla 53. Ficha técnica de los equipos de Electricidad y Electrónica.

	Ficha Técnica		
Máquina/herramienta	Equipos de Electricidad y Electrónica	Marca	N/A
		Modelo	N/A
		Cantidad	10
Ubicación Técnica	Laboratorio de Ciencias Básicas	Códigos	LCB-EQE-01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10
<p>Función: Los equipos de Electricidad y Electrónica cuentan con instrumentos detallados anteriormente en el listado de los equipos, para que los estudiantes puedan realizar prácticas, tales como: electrificación, ley de Ohm, asociación de resistencias, circuitos amplificadores, circuitos lógicos, entre otros.</p>		Fotografía de la máquina/herramienta	
			

Tabla 54. Ficha técnica de los equipos de Termología.

	Ficha Técnica		
Máquina/herramienta	Equipos de Termología	Marca	N/A
		Modelo	N/A
		Cantidad	10
Ubicación Técnica	Laboratorio de Ciencias Básicas	Códigos	LCB-EQT-01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10
<p>Función: Los equipos de Termología cuentan con instrumentos detallados anteriormente en el listado de los equipos, para que los estudiantes puedan realizar prácticas, tales como: calor y temperatura, equilibrio térmico, dilatación de sólidos y líquidos, cambios de estado, propagación del calor, transformaciones energéticas y estudios termodinámicos.</p>		Fotografía de la máquina/herramienta	
			

4.6.4. Fichas técnicas de las máquinas y herramientas del laboratorio de Materiales

Tabla 55. Ficha técnica de esmeriladora angular.

	Ficha Técnica		
Máquina/herramienta	Esmeriladora angular	Marca	Black Decker
		Modelo	HD555-B3
Ubicación Técnica	Laboratorio de Materiales	Código	LDM-ESA-01
		Características Técnicas	
Potencia	820 W		
Velocidad	11000 rpm		
Diámetro del disco	4 – ½ in (115 mm)		
Voltaje	120 V		
Frecuencia	60 Hz		
Cable de conexión	2 metros		
Accesorios	Llave. Un disco de pulir. Guantes de protección. Empuñadura lateral. Gafas de protección.		
<p>Función: Una esmeriladora angular es una máquina-herramienta que se utiliza para cortar y pulir superficies de diferentes materiales.</p>			



Tabla 56. Ficha técnica de fresadora CNC.

		Ficha Técnica			
Máquina/herramienta	Fresadora CNC	Marca	Tormach		
		Modelo	PCNC440		
Ubicación Técnica	Laboratorio de Materiales	Código	LDM-FRC-01		
Características Técnicas		Fotografía de la máquina/herramienta			
Serial/date	80708/JUL2018				
Voltaje de corriente alterna	115 V				
Amperaje	15 A				
Frecuencia	50/60 Hz				
Eje X	10 in (254 mm)				
Eje Y	6.25 in (159 mm)				
Eje Z	10 in (254 mm)				
Potencia del husillo	0.75 hp (0.56 kW)				
Velocidad máxima	10000 rpm				
Cono del husillo	R8				
Velocidad máxima de alimentación en los ejes X y Y	135 IPM (3.43 m/min)				
Velocidad máxima de alimentación en el eje Z	110 IPM (2.79 m/min)				
Tamaño de la mesa	18 in x 6.3 in (457 mm x 160 mm)				
Ranuras de mesa	3/8 in (9.5 mm) Tres ranuras				
Espacio libre máximo entre la nariz del husillo y la mesa	11 in (279 mm)				
Línea central del husillo a la columna de la máquina	6.5 in (165 mm)				
Huella típica del sistema	42 in x 36 in (1067 mm x 914 mm)				
Altura total del sistema	72 in (1829 mm)				
Peso total del sistema	600 lb (272 kg)				
Estructura y mesa	Estructura y mesa de hierro fundido, con guías hidrodinámicas raspadas a mano y patines de ajuste cónicos.				
Superficies de vía	Superficie de deslizamiento ligada con acetilo y rellena de PTFE de baja fricción.				
<p>Función: Una fresadora CNC es una máquina para elaborar piezas mecánicas mediante el sistema de Control Numérico por Computadora (CNC), lo cual brinda una exactitud milimétrica en el mecanizado de las piezas, mediante el ordenador se puede programar la máquina para cortar, lijar, entre otras.</p>					

Tabla 57. Ficha técnica de impresora 3D.

	<p style="text-align: center;">Ficha Técnica</p>		
<p>Máquina/herramienta</p>	Impresora 3D	<p>Marca</p>	Sindoh
		<p>Modelo</p>	3DWOX
<p>Ubicación Técnica</p>	Laboratorio de Materiales	<p>Código</p>	LDM-IMP-01
<p>Características Técnicas</p>		<p>Fotografía de la máquina/herramienta</p>	
Cabezal de impresión	Boquilla simple		
Diámetro de la boquilla	0.4 mm		
Material	Filamento PLA, ABS.		
Conectividad	USB 2.0 para dispositivos/2.0 Host, Ethernet (1G), WI-FI.		
Grosor de capas	0.05 – 0.40 mm		
Diámetro del filamento	1.75 mm		
Interfaz de usuario	Pantalla táctil a color de 5 in.		
Nivelación	Nivelación automática		
Carga automática de cartuchos	Carga automática del filamento en la boquilla		
Sistema operativo	Windows 7 o superior. Mac OSX 1.10 o superior.		
<p>Función: Una impresora 3D es una máquina que se utiliza para imprimir diseños en tres dimensiones mediante un volumen determinado.</p>			

Tabla 58. Ficha técnica de impresora 3D.

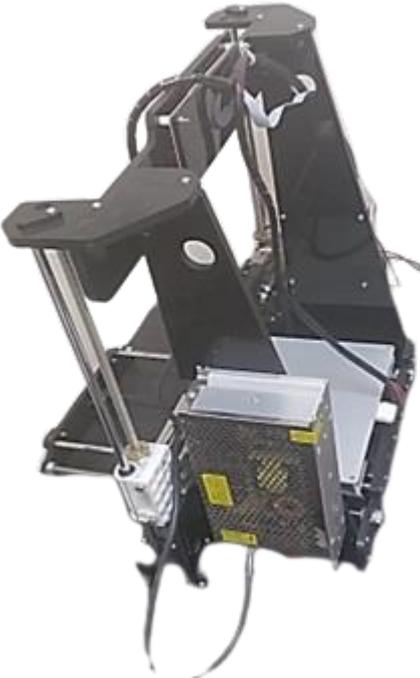
	Ficha Técnica		
Máquina/herramienta	Impresora 3D	Marca	Anet
		Modelo	-
Ubicación Técnica	Laboratorio de Materiales	Código	LDM-IMP-02
Características Técnicas		Fotografía de la máquina/herramienta	
Velocidad de impresión	40 – 120 mm/s		
Precisión de capa	0.1 mm		
Tamaño de impresión	220x220x250mm		
Temperatura máxima de la boquilla extrusora	250°C		
Diámetro extrusor	0.4 mm personalizable		
Extrusor directo	1.75 mm		
Peso neto	9 kg		
Función: Una impresora 3D es una máquina que se utiliza para imprimir diseños en tres dimensiones mediante un volumen determinado.			

Tabla 59. Ficha técnica de impresora 3D.

	Ficha Técnica		
Máquina/herramienta	Impresora 3D	Marca	Anet
		Modelo	-
Ubicación Técnica	Laboratorio de Materiales	Código	LDM-IMP-03
Características Técnicas		Fotografía de la máquina/herramienta	
Velocidad de impresión	40 – 120 mm/s		
Precisión de capa	0.1 mm		
Tamaño de impresión	220x220x250mm		
Temperatura máxima de la boquilla extrusora	250°C		
Diámetro extrusor	0.4 mm personalizable		
Extrusor directo	1.75 mm		
Peso neto	9 kg		
Función: Una impresora 3D es una máquina que se utiliza para imprimir diseños en tres dimensiones mediante un volumen determinado.			

Tabla 60. Ficha técnica de instrumento deformador de barras.

	Ficha Técnica				
Máquina/herramienta	Instrumento deformador de barras	Marca	Gunt		
		Modelo	WP 100		
Ubicación Técnica	Laboratorio de Materiales	Código	LDM-DDB-01		
Características Técnicas		Fotografía de la máquina/herramienta			
<p>17 barras para ensayos de flexión de aluminio, acero, latón y cobre.</p> <p>Material: aluminio, acero, latón, cobre</p> <ul style="list-style-type: none"> • Altura LxAn 510x20mm: H=3...10mm (alu.) • Anchura LxAl 510x5mm: B=10...30mm (alu.) • Longitud AnxAl 20x4mm: H=210...510mm (alu.) • LxAnxAl: 20x4x510mm (alu., acero, latón, cobre) • LxAnxAl: 10x10x510mm (alu.) <p>• 22 barras de torsión para aluminio, acero, latón y cobre.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Longitud con Ø 10mm: 50...640mm (aluminio) • ØxL: 10x50mm/10x340mm (aluminio, acero, cobre, latón) • Diámetro con L=50/340mm: Ø 5...12mm (acero) 					
Reloj de comparación	0 – 10 mm				
Peso	18 kg				
<p>Función: El instrumento deformador de barras estudia la flexión y torsión a través de la deformación de una barra sometida a cargas de flexión o momento de torsión, la barra se encuentra en dos soportes desplazables sometida a la carga de peso, mediante un reloj de comparación se registran los desplazamientos resultantes.</p>					

Tabla 61. Ficha técnica de Mini CNC.

	Ficha Técnica		
Máquina/herramienta	Mini CNC Engraving Machines	Código	LDM-CNC-01
Ubicación Técnica	Laboratorio de Materiales		
Características Técnicas		Fotografía de la máquina/herramienta	
Área de trabajo X – Y – Z	390 x 280 x 55 m		
Dimensión exterior	615 x 485 x 390 mm		
Voltaje	110 V/ 220 V		
Tamaño de la tabla	525 x 320 mm		
Estructura	Aleación de aluminio 6061/6063		
Motor	Dos fases 57/1.8 A		
Unidad de accionamiento	Hilos de rosca		
Unidad deslizante	Eje cromado		
Velocidad máxima	400 mm/min		
Velocidad de grabado	300 – 3000 mm/min		
Precisión de posicionamiento repetida	0.05 mm		
Motor del husillo	300 W DC		
Velocidad del eje	11000 rpm/min		
Portaherramientas de corte	ER11/3.175 mm		
Software de compatibilidad	Mach3 o EMC2		
Función: La Mini CNC es una máquina que sirve para grabar y cortar placas, insignias, modelos de construcción en diferentes materiales, tales como: madera, PVC, PCB.			

Tabla 62. Ficha técnica de mufla.

		Ficha Técnica		
Máquina/herramienta	Mufla	Marca	Thermo	
		Modelo	F48020-80	
Ubicación Técnica	Laboratorio de Materiales	Código	LDM-MUF-01	
Características Técnicas		Fotografía de la máquina/herramienta		
Capacidad	5.8 L			
Rango de temperatura	100 °C a 1200 °C			
Dimensiones interiores	25 x 18 x 13 cm			
Dimensiones exteriores	50 x 34 x 19 cm			
Voltaje	240 V			
Frecuencia	50/60 Hz			
Potencia	1800 W			
Amperaje	7.5 A			
Peso	27.2 kg (60 lb)			
<p>Función: Una mufla de laboratorio es un horno que realiza tratamientos térmicos, cocción de materiales cerámicos, incineración de muestras inorgánicas y orgánicas, pruebas de calcinamiento, entre otros trabajos.</p>				

Tabla 63. Ficha técnica de taladro manual.

	Ficha Técnica		
Máquina/herramienta	Taladro manual	Marca	Black Decker
		Modelo	HD555-B3
Ubicación Técnica	Laboratorio de Materiales	Código	LDM-TLM-01
Características Técnicas		Fotografía de la máquina/herramienta	
Potencia	550 W		
Velocidad	0 – 2800 rpm		
Percusión	0 – 45000 bpm		
Mandril	½ in		
Cable	1.8 m		
Capacidad de acero	½ in (13 mm)		
Capacidad de madera	1 – ¼ in (32 mm)		
Función: Un taladro es una herramienta que se utiliza para perforar superficies mediante una broca.			

4.7. Análisis de Criticidad de las máquinas y herramientas del laboratorio industrial

4.7.1. Análisis de Criticidad de las máquinas y herramientas del laboratorio de Mecánica

Tabla 64. Criticidad de las máquinas y herramientas del laboratorio de Mecánica.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA LABORATORIO INDUSTRIAL 									
Laboratorio de Mecánica									
Máquinas/herramientas evaluadas	Impacto Operacional	Flexibilidad Operacional	Costos de Mantenimiento	SHA	Consecuencia	Frecuencia de Fallos	CRITICIDAD	Categoría de Criticidad	
Cizalla	2	4	1	2	11	2	22	CB	
Compresores de tubo horizontal	4	2	1	2	11	2	22	CB	
Compresor de tubo vertical	4	4	1	2	19	2	38	CM	
Dobladora	2	4	1	8	17	2	34	CM	
Engrasadoras neumáticas	2	1	1	2	5	2	10	CB	
Engrasadora manual	2	1	1	2	5	2	10	CB	
Esmeril	2	4	1	2	11	2	22	CB	
Generador eléctrico	2	4	1	1	10	1	10	CB	
Prensas de banco	1	1	1	1	3	1	3	CB	
Soldadoras eléctricas	4	2	1	2	11	2	22	CB	
Taladro manual	2	4	1	2	11	2	22	CB	
Taladro pedestal	4	4	1	2	19	2	38	CM	
Promedio grado de criticidad					11.1	1.8	19.9	CB	

	Nombre:	Fecha:
Realizado por:	Raúl Alexander Moreta Vaca	
Revisado por:	Ing. Omar Cevallos	
Aprobado por:	Ing. Omar Cevallos	

4.7.1.1. Matriz de Criticidad de las máquinas y herramientas del laboratorio de Mecánica

El diagrama de matriz de criticidad se elabora a partir de los valores previamente analizados de frecuencia de fallos y consecuencia de cada máquina/herramienta.

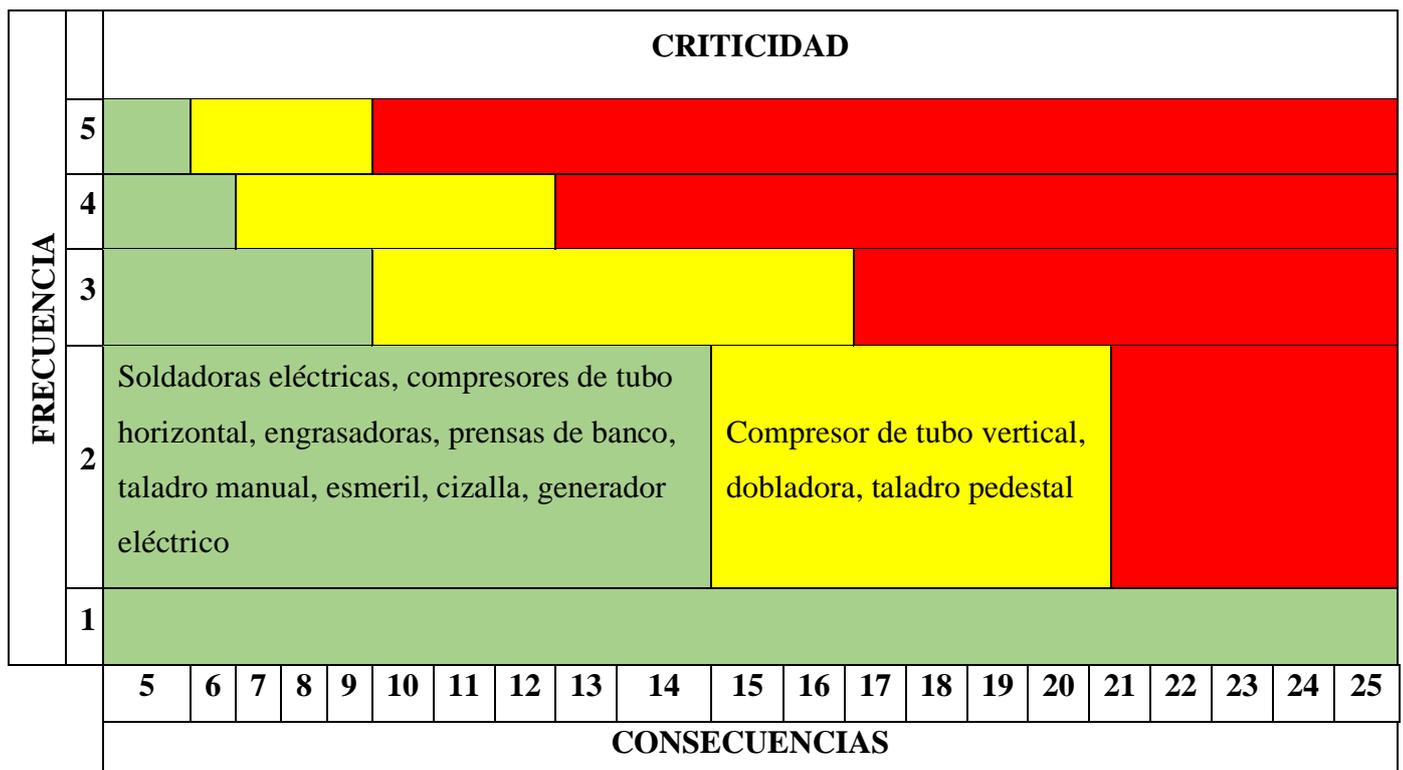


Figura 13. Matriz de Criticidad de los activos físicos del laboratorio de Mecánica.

4.7.2. Análisis de Criticidad de las máquinas y herramientas del laboratorio de Redes

Tabla 65. Criticidad de las máquinas y herramientas del laboratorio de Redes.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA LABORATORIO INDUSTRIAL 										
Laboratorio de Redes										
Máquinas/herramientas evaluadas	Impacto Operacional	Flexibilidad Operacional	Costos de Mantenimiento	SHA	Consecuencia	Frecuencia de Fallos	CRITICIDAD	Categoría de Criticidad		
Fuentes de alimentación DC	2	1	1	1	3	1	3	CB		
Generadores de funciones	2	2	1	1	6	1	6	CB		
Multímetros	2	2	1	1	6	1	6	CB		
Osciloscopios	2	2	1	1	6	1	6	CB		
Promedio grado de criticidad					5.3	1	5.3	CB		
Nombre:					Fecha:					
Realizado por:		Raúl Alexander Moreta Vaca								
Revisado por:		Ing. Omar Cevallos								
Aprobado por:		Ing. Omar Cevallos								

4.7.2.1. Matriz de Criticidad de las máquinas y herramientas del laboratorio de Redes

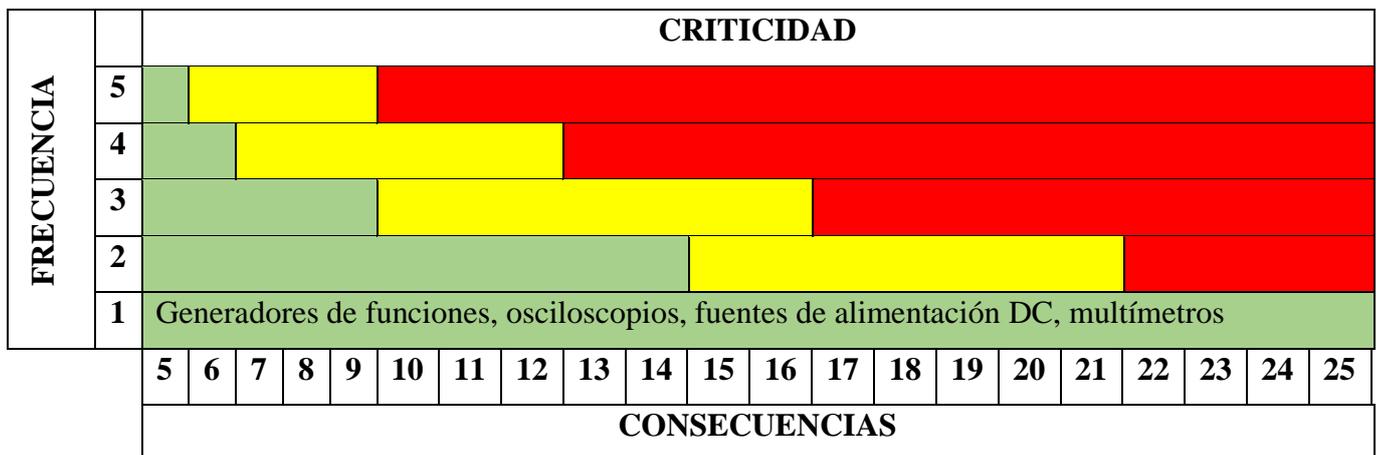


Figura 14. Matriz de Criticidad de los activos físicos del laboratorio de Redes.

4.7.3. Análisis de Criticidad de las máquinas y herramientas del laboratorio de Ciencias Básicas

Tabla 66. Criticidad de las máquinas y herramientas del laboratorio de Ciencias Básicas.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA LABORATORIO INDUSTRIAL 									
Laboratorio de Ciencias Básicas									
Máquinas/herramientas evaluadas	Impacto Operacional	Flexibilidad Operacional	Costos de Mantenimiento	SHA	Consecuencia	Frecuencia de Fallos	CRITICIDAD	Categoría de Criticidad	
Instrumentos de laboratorio de los equipos de Mecánica	2	2	1	2	7	2	14	CB	
Instrumentos de laboratorio de los equipos de Electricidad y Electrónica	4	2	1	2	11	2	22	CB	
Instrumentos de laboratorio de los equipos de Termología	4	2	1	2	11	2	22	CB	
Promedio grado de criticidad					9.7	2	19.4	CB	
Nombre:					Fecha:				
Realizado por:	Raúl Alexander Moreta Vaca								
Revisado por:	Ing. Omar Cevallos								
Aprobado por:	Ing. Omar Cevallos								

4.7.3.1. Matriz de Criticidad de las máquinas y herramientas del laboratorio de Ciencias Básicas

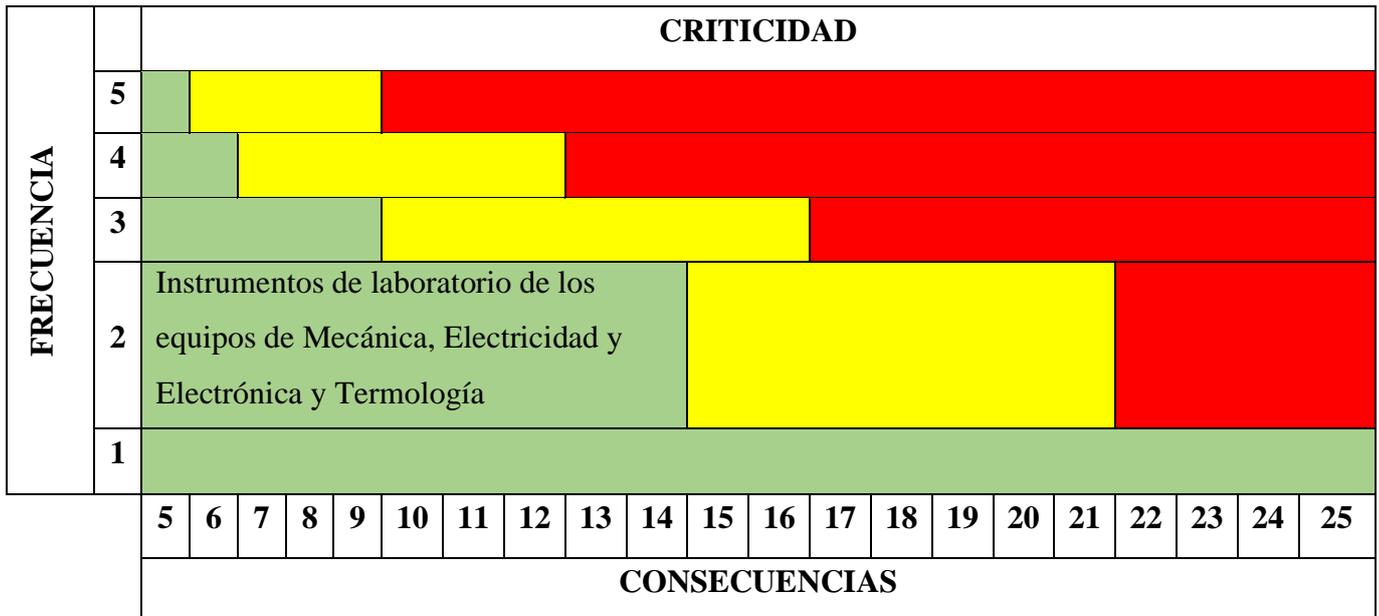


Figura 15. Matriz de Criticidad de los activos físicos del laboratorio de Ciencias Básicas.

4.7.4. Análisis de Criticidad de las máquinas y herramientas del laboratorio de Materiales

Tabla 67. Criticidad de las máquinas y herramientas del laboratorio de Materiales.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA LABORATORIO INDUSTRIAL 									
Laboratorio de Materiales									
Máquinas/herramientas evaluadas	Impacto Operacional	Flexibilidad Operacional	Costos de Mantenimiento	Seguridad, Higiene y Ambiente	Consecuencia	Frecuencia De Fallos	CRITICIDAD	Categoría de Criticidad	
Esmeriladora angular	2	4	1	2	11	2	22	CB	
Fresadora CNC	4	4	1	2	19	2	38	CM	
Impresora 3D	2	2	1	1	6	2	12	CB	
Impresora 3D	2	2	1	1	6	2	12	CB	

Impresora 3D Anet	2	2	1	1	6	2	12	CB
Instrumento deformador de barras	2	4	1	1	10	2	20	CB
Mini CNC	2	4	1	1	10	2	20	CB
Mufla	2	4	1	2	11	2	22	CB
Taladro manual	2	4	1	2	11	2	22	CB
Promedio grado de criticidad					9.7	2	19.4	CB
	Nombre:					Fecha:		
Realizado por:	Raúl Alexander Moreta Vaca							
Revisado por:	Ing. Omar Cevallos							
Aprobado por:	Ing. Omar Cevallos							

4.7.4.1. Matriz de Criticidad de las máquinas y herramientas del laboratorio de Materiales.

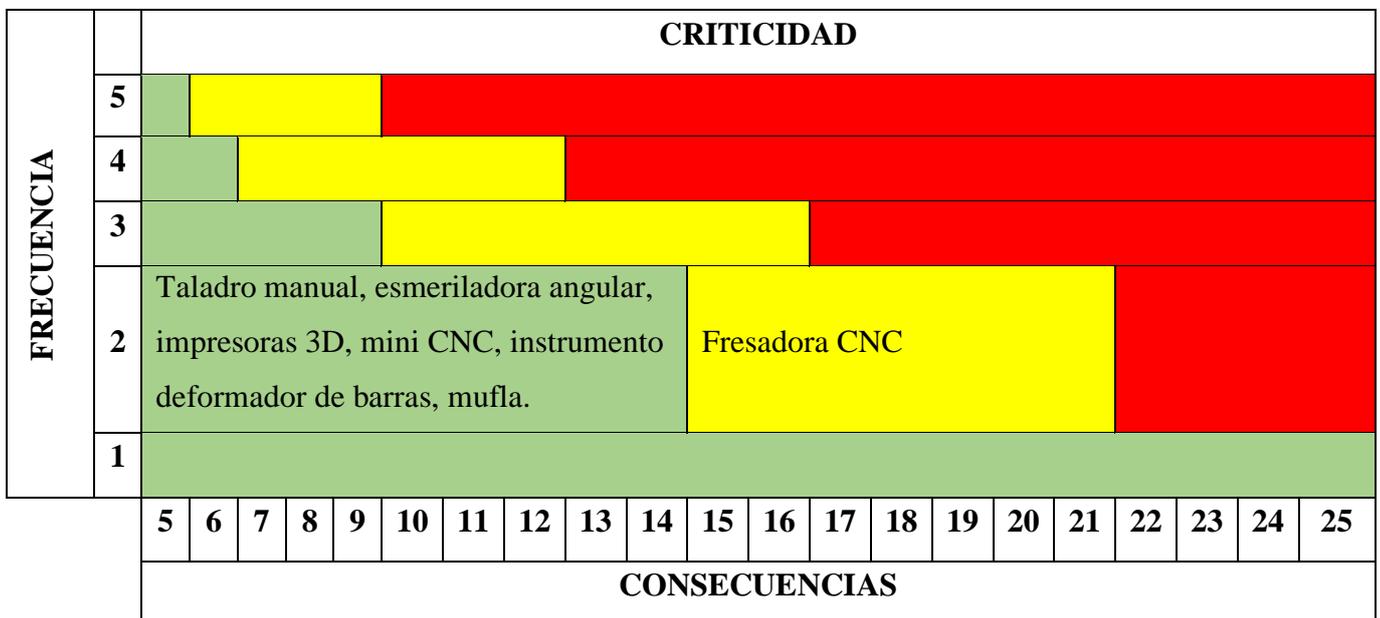


Figura 16. Matriz de Criticidad de los activos físicos del laboratorio de Materiales.

4.8. Análisis de Modo y Efecto de Fallas de las máquinas y herramientas del Laboratorio Industrial

4.8.1. Análisis de Modo y Efecto de Fallas de las máquinas y herramientas del laboratorio de Mecánica

Tabla 68. AMEF de Cizalla.

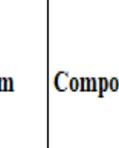
		UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO										
		FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA										
		LABORATORIO INDUSTRIAL										
		Análisis de Modo y Efecto de Fallas de Cizalla								N° AMEF:		1
										Ubicación:		Laboratorio de Mecánica
										Fecha:		13/11/2022
										Elaborado por:		Alexander Moreta
										Revisado por:		Ing. Omar Cevallos
Ítem	Componente	Función/Descripción	Modo de Falla	Efecto de Falla	Severidad	Causa de Fallas	Ocurrencia	Controles de Prevención	Detección	NPR	Acciones Recomendadas	
1	Carcasa	Contiene los elementos estructurales unidos mediante pernos.	Poca estabilidad.	Caida de la cizalla.	6	Mal ajuste de pernos.	2	Inspección visual.	3	36	Ajustar adecuadamente los pernos y verificar si tienen corrosión.	
2	Engranés	Transmiten movimiento circular mediante la palanca para cortar o perforar las piezas de trabajo.	Desgaste	Cortes o perforaciones de piezas en mal estado.	2	Falta de lubricación	3	Inspección visual.	2	12	Lubricar los engranes.	



Tabla 69. AMEF de Compresores de Tubo Horizontal.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA LABORATORIO INDUSTRIAL											
		Análisis de Modo y Efecto de Fallas de Compresores de Tubo Horizontal						N° AMEF: 2		Ubicación: Laboratorio de Mecánica			Fecha: 13/11/2022
								Elaborado por: Alexander Moreta		Revisado por: Ing. Omar Cevallos			
Ítem	Componente	Función/Descripción	Modo de Falla	Efecto de Falla	Severidad	Causa de Fallas	Ocurrenci	Controles de Prevención	Detección	NPR	Acciones Recomendadas	 	
1	Cable de alimentación de corriente	Transmite energía eléctrica para encender el compresor.	Rotura	No enciende la máquina.	2	Mala manipulación.	3	Inspección visual.	2	12	Evitar los golpes en el piso y el enredo del cable.		
2	Filtro de aire	Impedir la entrada de suciedades en el aire almacenado.	Entrada de aire restringida.	No genera aire para el compresor.	6	Exceso de aceite	3	Inspección interna.	8	144	Limpiar el filtro y verificar el nivel del aceite.		
3	Interruptor	Enciende o apaga el compresor.	Desgaste.	La máquina no enciende.	4	Pulsaciones excesivas.	3	Inspección visual	3	36	Limpiar los contactos del interruptor y ajustarlos adecuadamente.		
4	Motor eléctrico	Convierte la energía eléctrica en mecánica	Vibraciones	Parada de la máquina.	4	Tomillos no ajustados.	2	Inspección visual.	3	24	Ajustar los tomillos y verificar si los tomillos presentan corrosión.		
5	Presostato	Abre y cierra el circuito en función de una presión	Fugas de aire	No permite utilizar el aire	6	Mala manipulación y falta de ajuste.	3	Inspección visual	7	126	Ajustar adecuadamente utilizando teflón.		
6	Tubería de carga	Transporta el aire comprimido del cilindro al tanque.	Desgaste	Fugas de aire.	6	Calentamiento debido a su uso constante	2	Inspección visual	2	24	Cambiar el tubo.		

Tabla 70. AMEF de Compresores de Tubo Vertical.

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO											
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA											
LABORATORIO INDUSTRIAL											
 <p style="text-align: center;">Análisis de Modo y Efecto de Fallas de Compresor de Tubo Vertical</p>						N° AMEF:		3			
						Ubicación de las máquinas		Laboratorio de Mecánica			
						Fecha:		13/11/2022			
						Elaborado por:		Alexander Moreta			
						Revisado por:		Ing. Omar Cevallos			
Ítem	Componente	Función/Descripción	Modo de Falla	Efecto de Falla	Severidad	Causa de Fallas	Ocurrencia	Controles de Prevención	Detección	NPR	Acciones Recomendadas
1	Bandas	Transmite movimiento.	Desgaste.	No genera movimiento.	4	Trabajo continuo.	3	Inspección visual.	2	24	Cambiar las bandas.
2	Cabezal	Aspira el aire del ambiente para comprimirlo y almacenarlo en el tanque.	No succiona aire.	No genera aire para el compresor	4	Falta de aceite.	2	Inspección interna.	4	32	Inspeccionar el nivel del aceite.
3	Cable de corriente	Transmite energía eléctrica para encender el compresor.	Rotura.	No enciende la máquina.	2	Mala manipulación.	4	Inspección visual.	2	16	Evitar los golpes en el piso y el enredo del cable.
4	Filtro de aire	Impedir la entrada de suciedades en el aire almacenado.	Entrada de aire restringida.	No genera aire para el compresor.	4	Exceso de aceite	3	Inspección interna.	4	48	Limpiar el filtro y verificar el nivel del aceite.
5	Motor eléctrico	Convierte la energía eléctrica en mecánica	Vibraciones.	Parada de la máquina.	4	Tornillos no ajustados.	2	Inspección visual.	4	32	Ajustar los tornillos y verificar si los tornillos presentan corrosión.
6	Poleas	Transmite movimiento.	Desalineamiento.	Disminución de presión.	4	Potencia excesiva del motor eléctrico.	2	Inspección visual.	3	24	Alinear las poleas.
7	Presostato	Abre y cierra el circuito en función de una presión regulada.	Fugas de aire.	No permite utilizar el aire almacenado.	4	Mala manipulación y falta de ajuste.	3	Inspección visual.	7	84	Ajustar adecuadamente utilizando teflón.
8	Tubo de descarga	Transporta el aire comprimido del cabezal a la válvula de chequeo.	Desgaste.	Fugas de aire.	3	Calentamiento debido a su uso constante	2	Inspección interna.	2	12	Cambiar el tubo.
9	Válvula de chequeo	Permite la entrada de aire al tanque en un solo sentido, evitando que regrese al cabezal.	Fugas de aire.	Consumo de corriente excesiva.	6	Mala manipulación.	3	Inspección interna.	7	126	Reemplazar la válvula de chequeo.
10	Válvula de drenaje del tanque	Drena la humedad del tanque para reducir la corrosión.	Presencia de aceite.	Corrosión en el tanque.	6	Excesivo nivel de aceite.	2	Inspección interna.	7	84	Nivelar y utilizar adecuadamente el tipo aceite.
11	Válvula de seguridad	Libera el aire instantáneamente si la presión del tanque excede el valor fijado.	Fugas de aire.	El compresor se calienta	6	Mala manipulación	2	Inspección interna.	7	84	Detectar las fugas y cambiar la válvula.



Tabla 71. AMEF de Dobladora.

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO												
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA												
LABORATORIO INDUSTRIAL												
Análisis de Modo y Efecto de Fallas de Dobladora						N° AMEF:		4				
						Ubicación:		Laboratorio de Mecánica				
						Fecha:		13/11/2022				
						Elaborado por:		Alexander Moreta				
		Revisado por:		Ing. Omar Cevallos								
Ítem	Componente	Función/Descripción	Modo de Falla	Efecto de Falla	Severidad	Causa de Fallas	Ocurrencia	Controles de Prevención	Detección	NPR	Acciones Recomendadas	
1	Carcasa	Componen los elementos estructurales mediante pernos.	Vibraciones.	Falta de estabilidad.	4	Pernos sin ajustar.	2	Inspección visual.	2	16	Ajustar los pernos adecuadamente y verificar si no existe corrosión en los mismos.	
2	Cilindro hidráulico	Permite doblar el tubo mediante presión.	Desgaste	El pistón no se mueve.	6	Falta de lubricación.	3	Inspección interna.	3	54	Lubricar y limpiar.	

Tabla 72. AMEF de Engrasadoras.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA LABORATORIO INDUSTRIAL															
		Análisis de Modo y Efecto de Fallas de Engrasadoras						N° AMEF:		5							
		Ubicación:		Laboratorio de Mecánica		Fecha:		13/11/2022		Elaborado por:		Alexander Moreta		Revisado por:		Ing. Omar Cevallos	
Ítem	Componente	Función/Descripción	Modo de Falla	Efecto de Falla	Severidad	Causa de Fallas	Ocurrencia	Controles de Prevención	Detección	NPR	Acciones Recomendadas						
1	Bomba	Contiene grasa en el interior para ser bombeada.	Pérdidas de presión.	La presión de la salida de la grasa es baja.	4	Suciedad en la manguera.	2	Inspección interna.	2	16	Limpiar la manguera y regular la presión mediante la válvula reguladora de presión.						
2	Pistola	Permite la salida de la grasa desde el interior de la bomba.	Atascamiento.	Falta de salida de grasa.	4	Presencia de bolsas de aire en el interior de la bomba.	2	Inspección interna.	2	16	Mover el contenedor de la grasa para que de esta forma se puedan remover las bolsas de aire.						

Tabla 73. AMEF de Esmeril.

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO											
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA											
LABORATORIO INDUSTRIAL											
 Análisis de Modo y Efecto de Fallas de Esmeril							N° AMEF:		6		
							Ubicación:		Laboratorio de Mecánica		
							Fecha:		13/11/2022		
							Elaborado por:		Alexander Moreta		
							Revisado por:		Ing. Omar Cevallos		
Ítem	Componente	Función/Descripción	Modo de Falla	Efecto de Falla	Severidad	Causa de Fallas	Ocurrencia	Controles de Prevención	Detección	NPR	Acciones Recomendadas
1	Cable de alimentación de corriente.	Transmitir energía eléctrica.	Rotura	No enciende el esmeril.	2	Mala manipulación.	2	Inspección visual.	2	8	Evitar el enredo del cable.
2	Discos de desbaste	Desbasta la superficie de los materiales.	Poca estabilidad.	Mal desbaste en las piezas.	2	Mal ajuste	9	Inspección visual.	1	18	Ajustar adecuadamente los discos de desbaste.
3	Interruptor	Enciende o apaga el esmeril.	Desgaste	No enciende el esmeril.	2	Exceso de pulsaciones.	2	Inspección interior.	2	8	Limpieza de los contactos o cambio del interruptor.
4	Motor eléctrico	Movimiento al mecanismo del esmeril.	Sobrecalentamiento	Parada de tiempo del esmeril.	4	Rodamientos desgastados.	4	Cambio de componentes.	4	64	Reemplazar los rodamientos.
5	Protector	Protege los ojos de los operarios de las limallas que se generan al desbastar piezas.	Rotura.	Accidentes visuales en los operarios.	4	Golpes en el protector.	4	Inspección visual.	4	64	Evitar los golpes sobre el protector.
6	Soporte	Soporta el esmeril.	Poca estabilidad	Caída del soporte y el esmeril.	4	Soldadura en mal estado.	2	Inspección visual.	3	24	Reemplazar un nuevo soporte o mejorar el proceso de soldadura.



Tabla 74. AMEF de Generador Eléctrico.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA LABORATORIO INDUSTRIAL											
		Análisis de Modo y Efecto de Fallas de Generador Eléctrico											N° AMEF:
												Ubicación:	Laboratorio de Mecánica
												Fecha:	13/11/2022
												Elaborado por:	Alexander Moreta
												Revisado por:	Ing. Omar Cevallos
Ítem	Sistema	Función/Descripción	Modo de Falla	Efecto de Falla	Severidad	Causa de Fallas	Ocurrencia	Controles de Prevención	Detección	NPR	Acciones Recomendadas		
1	Sistema de refrigeración	Disipar el calor del motor y mantener una temperatura adecuada para evitar sobrecalentamiento en el motor.	*Sobrecalentamiento en el motor	*El generador se apaga constantemente.	8	*Falta de refrigerante. *Bandas desgastadas o rotas.	4	No hay control	4	128	*Comprobar el nivel de refrigerante en el radiador. *Verificar el estado de las bandas.		
2	Sistema de combustible	Llevar el combustible (diesel) desde el tanque de combustible hasta la bomba de inyección.	*Falta de combustible	*El generador no enciende.	8	*Cañerías tapadas debido a suciedades del combustible. El combustible se encuentra contaminado. Presencia de agua en el combustible.	3	No hay control	4	96	*Limpieza del tanque de combustible y llenar el tanque nuevamente con un combustible limpio. *Inspeccionar constantemente la calidad del combustible.		
3	Sistema de inducción eléctrica	Generar electricidad con los parámetros de potencia, voltaje y amperaje requeridos	*Poca generación de energía eléctrica	*Entrega de parámetros de eléctricos menores a los requeridos.	8	*Tarjeta reguladora de voltaje dañada.	2	No hay control	4	64	*Revisar y medir el estado los componentes electrónicos de la tarjeta reguladora de voltaje.		



Nota: El asterisco (*) indica posibilidad.

Tabla 75. AMEF de Prensas de Banco.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA LABORATORIO INDUSTRIAL										
		Análisis de Modo y Efecto de Fallas de Prensas de Banco							N° AMEF:		8	
									Ubicación:		Laboratorio de Mecánica	
									Fecha:		13/11/2022	
									Elaborado por:		Alexander Moreta	
									Revisado por:		Ing. Omar Cevallos	
Ítem	Componente	Función/Descripción	Modo de Falla	Efecto de Falla	Severidad	Causa de Fallas	Ocurrencia	Controles de Prevención	Detección	NPR	Acciones Recomendadas	
1	Corredera	Se desplaza mediante un anillo con palanca para ajustar la pieza de trabajo con unas mordazas.	Desgaste	No genera movimiento.	2	Falta de lubricación.	2	Inspección interna.	2	8	Lubricar y limpiar.	
2	Base.	Sostiene la prensa de banco en una mesa mediante tornillos.	Vibraciones.	Falta de estabilidad.	2	Tornillos sin ajustar.	2	Inspección visual.	2	8	Ajustar los tornillos adecuadamente y verificar si no existe corrosión en los mismos.	



Tabla 76. AMEF de Soldadoras Eléctricas.

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO											
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA											
LABORATORIO INDUSTRIAL											
		Análisis de Modo y Efecto de Fallas de Soldadoras Eléctricas						N° AMEF:		9	
								Ubicación:		Laboratorio de Mecánica	
								Fecha:		13/11/2022	
								Elaborado por:		Alexander Moreta	
								Revisado por:		Ing. Omar Cevallos	
Ítem	Componente	Función/Descripción	Modo de Falla	Efecto de Falla	Severidad	Causa de Fallas	Ocurrencia	Control de Prevención	Detección	NPR	Acciones Recomendadas
1	Cable de alimentación de corriente	Transmitir energía eléctrica.	Corrosión.	La máquina no enciende.	6	Humedad en el lugar que se encuentra la máquina.	2	Inspección visual	2	24	Verificar la continuidad eléctrica del cable.
2	Cables portaelectrodo y de tierra	Transmitir energía eléctrica.	Roturas.	Paradas en el proceso de soldadura.	6	Mala manipulación.	3	Inspección visual	2	36	Evitar el desorden y enredo de los cables.
3	Carcasa	Protege los componentes internos de la soldadora.	Corrosión.	Componentes internos expuestos al medio.	6	Humedad en el lugar que se encuentra la máquina.	3	Inspección visual	2	36	Ubicar adecuadamente la máquina.
4	Interruptor	Enciende o apaga la soldadora.	Desgaste.	La máquina no enciende.	4	Pulsaciones excesivas.	3	Inspección interior.	3	36	Limpiar los contactos del interruptor.
5	Perillas de regulación	Regulan el voltaje y amperaje para la soldadura.	Desgaste.	Exceso o baja cantidad de voltaje y/o amperaje.	4	Daño en las perillas.	4	Inspección interior.	4	64	Limpiar los contactos de las perillas.
6	Pinza de tierra	Energizar la pieza que se va a soldar.	Desgaste.	Paradas en el proceso de soldadura.	2	Poco cuidado y mala manipulación.	4	Inspección visual	2	16	Evitar golpes en la pinza de tierra.
7	Pinza portaelectrodo	Energizar el material de aporte (electrodo) para soldar.	Desgaste.	Paradas en el proceso de soldadura.	2	Poco cuidado y mala manipulación.	4	Inspección visual	2	16	Evitar golpes en el portaelectrodo.



Tabla 77. AMEF de Taladro Manual.

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO											
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA											
LABORATORIO INDUSTRIAL											
 Análisis de Modo y Efecto de Fallas de Taladro Manual						N° AMEF:		10			
						Ubicación:		Laboratorio de Mecánica			
						Fecha:		13/11/2022			
						Elaborado por:		Alexander Moreta			
						Revisado por:		Ing. Omar Cevallos			
Ítem	Componente	Función/Descripción	Modo de Falla	Efecto de Falla	Severidad	Causa de Fallas	Ocurrencia	Controles de Prevención	Detección	NPR	Acciones Recomendadas
1	Cable de alimentación de corriente.	Transmitir energía eléctrica	Roturas.	No enciende el taladro.	4	Mala manipulación.	2	Inspección visual.	2	16	Evitar el enredo del cable.
2	Carbones	Transmiten corriente eléctrica al rotor.	Desgaste.	El taladro no enciende.	6	Carbones deteriorado debido a su uso.	5	Inspección interna.	4	120	Reemplazar los carbones.
3	Engranajes	Se acopla en el eje conductor para transmitir movimiento.	Desbalanceo	Movimiento defectuoso al realizar perforaciones.	6	Dientes del engranaje desgastados.	2	Inspección interna.	4	48	Lubricar o reemplazar los engranajes.
4	Estator	Permite que el motor rote.	No enciende el taladro.	Parada del taladro.	6	Cables de los embobinados rotos.	2	Verificar continuidad.	7	84	Realizar un nuevo embobinado.
5	Interruptor de encendido	Enciende o apaga el taladro.	Desgaste	La máquina no enciende.	4	Pulsaciones constantes.	2	Inspección interior.	2	16	Limpiar los contactos del interruptor o cambiarlo.
6	Interruptor de inversor de giro	Invierte el giro del taladro, derecha o izquierda.	Parada parcial del taladro.	No permite la inversión del giro.	4	Contactos deteriorados o sucios.	2	Inspección interna.	2	16	Limpiar los contactos o cambiarlos.
7	Mandril	Permite acoplar las brocas.	Vibraciones	Falta de estabilidad de la broca acoplada.	6	Mala sujeción.	3	Inspección visual.	2	36	Ajustar adecuadamente las brocas con la llave del mandril.
8	Rodamientos	Disminuye la fricción entre el eje del mandril y componentes internos.	Aumento de temperatura.	Lentitud para realizar perforaciones.	6	Falta de lubricación.	4	Inspección interna.	4	96	Lubricar constantemente los rodamientos.
9	Rotor	Componente móvil que transforma la energía eléctrica en energía mecánica.	Calentamiento.	Pérdida de velocidad y potencia del taladro.	6	Colector dañado.	2	Inspección interna.	7	84	Reemplazar el colector.



Tabla 78. AMEF de Taladro Pedestal.

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO											
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA											
LABORATORIO INDUSTRIAL											
		Análisis de Modo y Efecto de Fallas de Taladro Pedestal						N° AMEF:		11	
								Ubicación:		Laboratorio de Mecánica	
								Fecha:		13/11/2022	
								Elaborado por:		Alexander Moreta	
								Revisado por:		Ing. Omar Cevallos	
Ítem	Componente	Función/Descripción	Modo de Falla	Efecto de Falla	Severidad	Causa de Fallas	Ocurrencia	Controles de Prevención	Detección	NPR	Acciones Recomendadas
1	Bandas	Transmisión de movimiento.	Falta de movimiento.	Rotura de las bandas.	6	Desgaste por el uso.	2	Inspección interna.	5	60	Reemplazar las bandas.
2	Cable de alimentación eléctrica.	Transmitir energía eléctrica.	Roturas.	No enciende el taladro.	4	Mala manipulación.	2	Inspección visual.	2	16	Evitar el enredo del cable.
3	Interruptor	Enciende o apaga el taladro.	Desgaste	El taladro no enciende.	2	Pulsaciones constantes.	2	Inspección interior.	2	8	Limpiar los contactos del interruptor.
4	Mandril	Permite acoplar las brocas.	Vibraciones.	Falta de estabilidad.	3	Mal ajuste del mandril.	2	Inspección visual.	2	12	Ajustar adecuadamente las brocas con la llave del mandril.
5	Mesa	Sujeta la pieza a perforar con la broca.	Poca estabilidad	Perforaciones en la mesa y no en la pieza de trabajo.	3	Mal ajuste.	2	Inspección visual.	2	12	Nivelar y ajustar la mesa de trabajo.
6	Motor eléctrico	Convierte la energía eléctrica en mecánica para hacer funcionar el taladro.	Sobrecalentamiento.	Consumo excesivo de corriente.	6	Rodamientos desgastados.	3	Inspección interior.	2	36	Reemplazar los rodamientos.
7	Poleas	Transmisión de movimiento.	Desbalanceo	Pérdida de potencia del	6	Mal ajuste de las poleas.	2	Inspección interior.	2	24	Ajustar las poleas.
8	Soporte columna	Soporta el mecanismo de transmisión de movimiento y demás componentes.	Caída del taladro.	Parada del taladro.	4	Mal ajuste.	2	Reparación.	2	16	Ubicar y nivelar adecuadamente el taladro.



4.8.2. Análisis de Modo y Efecto de Fallas de las máquinas y herramientas del laboratorio de Redes

Tabla 79. AMEF de Generadores de Funciones y Osciloscopios.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA LABORATORIO INDUSTRIAL										
		Análisis de Modo y Efecto de Fallas de Generadores de Funciones y Osciloscopios										
				N° AMEF:		12						
				Ubicación:		Laboratorio de Redes						
				Fecha:		13/11/2022						
				Elaborado por:		Alexander Moreta						
				Revisado por:		Ing. Omar Cevallos						
Ítem	Componente	Función/Descripción	Modo de Falla	Efecto de Falla	Severidad	Causa de Fallas	Ocurrencia	Controles de Prevención	Detección	NPR	Acciones Recomendadas	
1	Botones de acceso directo y menú	Permite regular las diferentes funciones del equipo.	Desgaste	Muestra valores erróneos en el display.	4	Pulsaciones excesivas.	3	Inspección interna.	3	36	Limpiar los contactos de los botones o reemplazarlos.	
2	Cable de alimentación de corriente	Transmite corriente eléctrica.	Rotura	Fallas en el encendido del equipo.	6	Cable dañado.	2	Inspección visual.	2	24	Reemplazar el cable de corriente.	
3	Conectores de entrada y salida	Realiza el testeo de los componentes electrónicos.	No enciende	No muestra los valores de los componentes que se miden.	3	Conexión errónea entre conectores de entrada y salida.	2	Inspección visual.	1	6	Conectar adecuadamente los conectores de entrada y salida.	
4	Display	Permite visualizar los gráficos y sus parámetros.	No enciende	Parada del equipo.	5	Fusible dañado	5	Medir la continuidad del fusible con un multímetro.	5	125	Medir la continuidad del fusible y cambiarlo.	
5	Interruptor de encendido y apagado.	Enciende o apaga el equipo.	Desgaste	No enciende el equipo.	4	Pulsaciones excesivas.	3	Inspección interna.	3	36	Limpiar los contactos del interruptor o reemplazarlo.	



Tabla 80. AMEF de Fuentes de Alimentación DC.

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO											
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA											
LABORATORIO INDUSTRIAL											
 Análisis de Modo y Efecto de Fallas de Fuentes de alimentación DC.							N° AMEF:		13		
							Ubicación:		Laboratorio de Redes		
							Fecha:		13/11/2022		
							Elaborado por:		Alexander Moreta		
							Revisado por:		Ing. Omar Cevallos		
Ítem	Componente	Función/Descripción	Modo de Falla	Efecto de Falla	Severidad	Causa de Fallas	Ocurrencia	Controles de Prevención	Detección	NPR	Acciones Recomendadas
1	Cable de alimentación de corriente	Transmite energía eléctrica para encender el equipo.	Rotura	No enciende el equipo.	2	Mala manipulación.	3	Inspección visual.	2	12	Evitar los golpes del cable en la mesa de trabajo y/o reemplazar el cable.
2	Escala de medición	Indica los valores de corriente y voltaje mediante la regulación de las perillas.	Falta de calibración.	Muestra valores erróneos de voltaje y amperaje.	6	Falta de ajuste en la aguja.	2	Inspección interna.	6	72	Calibrar la aguja de medición.
3	Interruptor de encendido y apagado.	Enciende o apaga el equipo.	Desgaste	No enciende el equipo.	4	Pulsaciones excesivas.	3	Inspección interna.	3	36	Limpiar los contactos del interruptor o reemplazarlos.
4	Perillas de regulación.	Regulan el voltaje y el amperaje al generar energía para un equipo.	Desgaste	Exceso o baja cantidad de voltaje y/o amperaje.	4	Daño en las perillas.	4	Inspección interna.	4	64	Limpiar los contactos de las perillas.

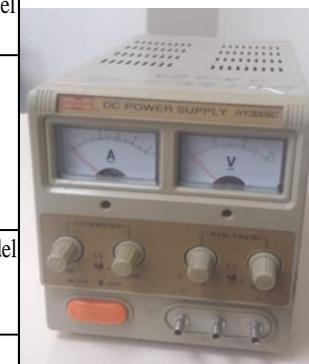


Tabla 81. AMEF de Multímetros.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA LABORATORIO INDUSTRIAL												
		Análisis de Modo y Efecto de Fallas de Multímetros							N° AMEF:		14			
Ítem	Componente	Función/Descripción	Modo de Falla	Efecto de Falla	Severidad	Causa de Fallas	Ocurrencia	Controles de Prevención	Detección	NPR	Acciones Recomendadas			
												Ubicación:		Laboratorio de Redes
												Fecha:		13/11/2022
												Elaborado por:		Alexander Moreta
												Revisado por:		Ing. Omar Cevallos
1	Conexiones de tierra y corriente	Permiten medir los valores de los componentes electrónicos.	Conexiones inadecuadas	No permite medir los componentes electrónicos.	2	Mala conexión de los cables.	2	Inspección visual.	2	8	Conectar adecuadamente los cables de tierra y corriente.			
2	Display	Muestra los valores de voltaje, corriente, ohmios de los componentes electrónicos.	No enciende.	No muestra los valores.	2	Batería descargada o fusible dañado.	5	Inspección interna.	2	20	Medir el voltaje de la batería y/o la continuidad del fusible			
3	Perilla de regulación	Regulan la escala del voltaje, amperaje y ohmios.	Desgaste	No permite regular las escalas de medición.	3	Uso constante.	2	Inspección interna.	2	12	Limpiar los contactos de la perilla o reemplazarla.			



4.8.3. Análisis de Modo y Efecto de Fallas de los instrumentos del laboratorio de Ciencias Básicas

Tabla 82. AMEF de los instrumentos del laboratorio de Ciencias Básicas.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO										
		FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA										
		LABORATORIO INDUSTRIAL										
		Análisis de Modo y Efecto de Fallas de instrumentos de los Equipos de Mecánica						N° AMEF:		15		
								Ubicación:		Laboratorio de Ciencias Básicas		
								Fecha:		13/11/2022		
								Elaborado por:		Alexander Moreta		
								Revisado por:		Ing. Omar Cevallos		
Ítem	Instrumento	Función/Descripción	Modo de Falla	Efecto de Falla	Severidad	Causa de Fallas	Ocurrencia	Controles de Prevención	Detección	NPR	Acciones Recomendadas	
1	Amperímetro analógico	Mide la corriente eléctrica que pasa por un circuito.	Falta de calibración.	Muestra valores de amperaje erróneos.	5	Falta de ajuste en la aguja de medición.	2	Inspección interna.	6	60	Calibrar la aguja de medición.	
2	Contador digital	Mide el tiempo de recorrido de los carritos de desplazamiento.	No enciende.	Parada del equipo.	5	Portapilas de 9 V dañado.	5	Inspección interna.	4	100	Reemplazar el portapilas y medir el voltaje de la batería de 9 V.	
3	Cronómetro digital	Mide el tiempo transcurrido con exactitud.	No enciende.	Parada del equipo.	5	Suelda abierta en el circuito electrónico.	3	Inspección interna.	6	90	Resoldar los componentes del circuito electrónico.	
4	Fuente de alimentación	Proporciona voltaje continuo para alimentar un circuito	No enciende.	Parada del equipo.	5	Cable y/o interruptor de encendido dañado.	2	Inspección interna.	2	20	Reemplazar el cable de alimentación y/o el interruptor de encendido.	
5	Voltímetro analógico	Mide el voltaje entre dos puntos de un circuito eléctrico.	Falta de calibración.	Muestra valores de voltaje erróneos.	5	Falta de ajuste en la aguja de medición.	2	Inspección interna.	6	60	Calibrar la aguja de medición.	

4.8.4. Análisis de Modo y Efecto de Fallas de las máquinas y herramientas del laboratorio de Materiales

Tabla 83. AMEF de Esmeriladora Angular.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO										
		FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA										
Análisis de Modo y Efecto de Fallas de Esmeriladora Angular										N° AMEF:		16
										Ubicación:		Laboratorio de Materiales
										Fecha:		13/11/2022
										Elaborado por:		Alexander Moreta
										Revisado por:		Ing. Omar Cevallos
		Ítem	Componente	Función/Descripción	Modo de Falla	Efecto de Falla	Severidad	Causa de Fallas	Ocurrencia	Controles de Prevención	Detección	NPR
1	Cable de alimentación de corriente	Transmitir energía eléctrica.	Roturas	No enciende la máquina.	4	Mala manipulación.	2	Inspección visual.	2	16	Cambiar el cable y/o evitar el enredo del mismo.	
2	Caja de engranajes	Transmiten movimiento de rotación al rotor por medio del eje central.	Desbalanceo	Movimientos defectuosos al operar la máquina.	6	Dientes desgastados de los engranajes.	2	Inspección interna.	4	48	Lubricar o reemplazar los engranajes.	
3	Carbones	Transmiten corriente eléctrica al rotor.	Desgaste	La máquina no enciende.	6	Carbones deteriorado debido a su uso.	5	Inspección interna.	4	120	Reemplazar los carbones.	
4	Estator	Permite que el motor rote.	Parada de la máquina.	No enciende la máquina.	6	Cables rotos de los embobinados.	2	Verificar continuidad.	7	84	Reemplazar un nuevo embobinado.	
5	Interruptor de encendido, apagado y auto-apagado	Enciende o apaga automáticamente la máquina.	Desgaste	No enciende la máquina.	4	Pulsaciones excesivas.	2	Inspección interna.	2	16	Limpiar los contactos del interruptor o reemplazarlo.	
6	LED indicador de sobrecarga	Advierte al operario cuando hay una situación de sobrecarga en la máquina.	No enciende el LED.	Paradas momentáneas del equipo para evitar sobrecarga.	2	Sobrecarga.	2	Verificar el estado del LED	2	8	Reemplazar el LED.	
7	Rodamiento	Disminuye la fricción entre el eje principal y los demás componentes internos.	Aumento de temperatura	Lentitud de operación de trabajo.	6	Falta de lubricación.	4	Inspección interna.	4	96	Lubricar constantemente los rodamientos.	
8	Rotor	Componente móvil que transforma la energía eléctrica a mecánica.	Calentamiento	Pérdida de velocidad y potencia.	6	Colector dañado.	2	Inspección interna.	7	84	Reemplazar el colector.	
9	Sistema de expulsión de polvo	Expulsa el aire filtrado que fluye a través del compartimiento del motor.	Suciedad	No expulsa el aire.	4	Ventilador dañado.	2	Inspección interna.	2	16	Reemplazar el ventilador.	
10	Sistema de ventilación	Recibe y acelera el aire filtrado para un flujo muy eficiente del aire con el fin de enfriar el motor y la caja de engranajes.	Calentamiento	No enfría el sistema interior.	4	Ventilador dañado.	2	Inspección interna.	2	16	Reemplazar el ventilador.	



Tabla 84. AMEF de Fresadora CNC.

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO											
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA											
LABORATORIO INDUSTRIAL											
Análisis de Modo y Efecto de Fallas de Fresadora CNC								N° AMEF:		17	
								Ubicación:		Laboratorio de Materiales	
								Fecha:		13/11/2022	
								Elaborado por:		Alexander Moreta	
		Revisado por:		Ing. Omar Cevallos							
Ítem	Componente	Función/Descripción	Modo de Falla	Efecto de Falla	Severidad	Causa de Fallas	Ocurrencia	Controles de Prevención	Detección	NPR	Acciones Recomendadas
1	Caja de velocidades de avance	Controla las velocidades de avance en los ejes x, y, z.	Desgaste en los engranajes.	Fallas al controlar las velocidades de avance.	8	Falta de lubricación.	3	No hay control.	3	72	Lubricar los engranajes.
2	Husillo (fresa)	Mecaniza las piezas de trabajo en diferentes formas.	Rotura	Fresa dañada.	8	Se mecaniza materiales con dureza alta.	5	No hay control.	3	120	Verificar la dureza de los materiales a mecanizar.
3	Mesa	Permite fijar las piezas de trabajo.	Desnivelado.	Mal proceso de mecanizado.	8	Falta de nivelación.	5	No hay control.	3	120	Nivelar y ajustar la mesa.
4	Motor eléctrico	Suministra movimiento rotacional.	Embobinado quemado.	No proporciona movimiento rotacional a los demás componentes mecánicos.	8	Sobrecarga de corriente.	2	No hay control.	6	96	Regular la corriente a través de fusibles y/o breaker.
5	Sistema de refrigeración	Refrigerar las piezas mecanizadas y la fresa.	Fugas en las mangueras.	Disminución de aceite y baja refrigeración.	8	Presiones alta de trabajo.	5	No hay control.	3	120	Revisar la bomba de aceite y el estado de cada manguera.
6	Sistema eléctrico	Permite que los componentes eléctricos funcionen.	Componentes electrónicos y/o eléctricos quemados.	No enciende la máquina.	8	Componentes desgastados debido a su uso.	3	No hay control.	3	72	Medir los valores de los componentes y/o reemplazarlos.
7	Software	Contra las operaciones del mecanizado.	Mecanizado erróneo.	No permite controlar las operaciones de la máquina.	8	Mal manejo.	5	No hay control.	2	80	Capacitarse en el uso adecuado del software.
8	Tornillo sin fin para avance	Permite el avance de la mesa en los 3 ejes.	Desgaste.	Problemas en el avance de la mesa.	8	Fatiga debido a su uso.	5	No hay control.	3	120	Lubricar.



Tabla 85. AMEF de Impresoras 3D.

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO											
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA											
LABORATORIO INDUSTRIAL											
 Análisis de Modo y Efecto de Fallas de Impresoras 3D							N° AMEF:		18		
							Ubicación:		Laboratorio de Materiales		
							Fecha:		13/11/2022		
							Elaborado por:		Alexander Moreta		
							Revisado por:		Ing. Omar Cevallos		
Ítem	Componente	Función/Descripción	Modo de Falla	Efecto de Falla	Severidad	Causa de Fallas	Ocurrencia	Controles de Prevención	Detección	NPR	Acciones Recomendadas
1	Boquilla	Componente donde sale el filamento de la impresión.	Atascamiento.	Restos de filamentos en el interior de la boquilla que impiden el proceso de impresión.	6	Falta de limpieza.	4	Limpieza.	6	144	Limpieza general de la boquilla después de acabar el cartucho de filamento.
2	Botón de encendido	Botón para encender y apagar la impresora.	Desgaste.	No enciende la máquina.	4	Pulsaciones excesivas.	3	Inspección interna.	5	60	Limpiar los contactos del botón o reemplazarlo.
3	Cama	Zona de apoyo para las figuras impresas.	Desnivelación.	Falta de estabilidad en la cama y piezas impresoras de mala manera.	8	Falta de calibración.	4	Inspección visual.	4	128	Calibrar la cama mediante el menú de ajuste en la interfaz.
4	Filtro de aire (HEPA)	Elimina las partículas que se generan durante la impresión.	Filtro de aire quemado.	Mala calidad de la impresión.	8	Debido a su uso.	4	Inspección visual.	5	160	Reemplazar el filtro de aire.
5	Ventiladores	Disipan el calor de boquilla de extrusión.	Atascamiento.	Sobrecalentamiento en la boquilla.	8	Suciedad.	3	Inspección interna.	4	96	Limpiar el ventilador para evitar obstrucciones.

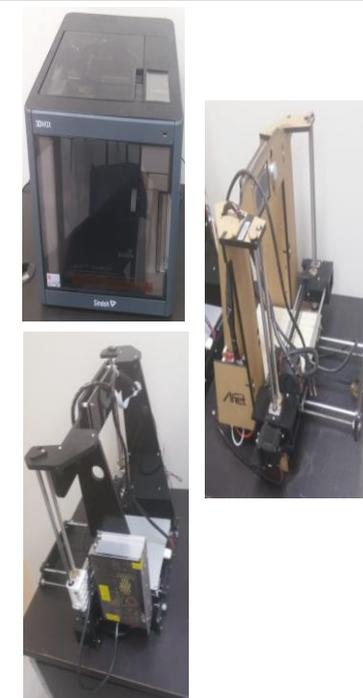


Tabla 86. AMEF de Mini CNC.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO										
		FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA										
Análisis de Modo y Efecto de Fallas de Mini CNC		LABORATORIO INDUSTRIAL										
							N° AMEF:		19			
							Ubicación:		Laboratorio de Materiales			
							Fecha:		13/11/2022			
							Elaborado por:		Alexander Moreta			
					Revisado por:		Ing. Omar Cevallos					
Ítem	Componente	Función/Descripción	Modo de Falla	Efecto de Falla	Severidad	Causa de Fallas	Ocurrencia	Controles de Prevención	Detección	NPR	Acciones Recomendadas	
1	Accesorio de husillo	Permite el acoplamiento del husillo de mecanizar.	Falta de calibración.	Mecanizado inestable.	6	Falta de ajuste.	2	No hay control.	2	24	Inspeccionar y/o ajustar el tornillo del acceso de husillo.	
2	Banco de trabajo.	Lugar donde se mecanizan las piezas.	Picaduras.	Agujeros en la superficie del banco.	6	Mala manipulación en el proceso de mecanizado.	2	No hay control.	2	24	Capacitarse para el manejo del software de la máquina.	
3	Cadena de energía	Permite el movimiento de los motores y husillo para mecanizar las piezas de trabajo.	Poco desplazamiento.	Poca potencia al husillo para mecanizar.	6	Cadenas desgastadas.	5	No hay control.	4	120	Lubricar o cambiar las cadenas.	
4	Caja de control	Enciende y regula la velocidad con la cual el husillo mecaniza una pieza de trabajo.	Componentes electrónicos quemados.	No enciende la máquina.	6	Componentes desgastados debido a su uso.	3	No hay control.	8	144	Medir con un multímetro los valores de los componentes de la caja de control.	
5	Motores paso a paso	Dispositivo electromecánico que genera desplazamientos anulares a través de impulsos eléctricos.	No arranca.	No genera movimiento al husillo para mecanizar.	6	Cables sulfatados.	3	No hay control.	8	144	Revisar el estado de los cables y resoldar o cambiarlos.	



Tabla 87. AMEF de Mufla.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA LABORATORIO INDUSTRIAL										
		Análisis de Modo y Efecto de Fallas de Mufla							N° AMEF:		20	
Ítem	Componente	Función/Descripción	Modo de Falla	Efecto de Falla	Severidad	Causa de Fallas	Ocurrencia	Controles de Prevención	Detección	NPR	Acciones Recomendadas	
												Ubicación:
								Fecha:		13/11/2022		
								Elaborado por:		Alexander Moreta		
								Revisado por:		Ing. Omar Cevallos		
1	Cable de alimentación	Transmite energía eléctrica.	Roturas	No enciende la máquina.	4	Mala manipulación.	2	Inspección visual.	2	16	Cambiar el cable y/o evitar el enredo del mismo.	
2	Capa interna.	Aisla la temperatura del exterior con la temperatura interior de la mufla.	Desgaste.	Transferencia de calor al exterior.	6	Sobrecalentamiento.	3	Inspección visual.	2	36	Evitar trabajar con altas temperaturas.	
3	Display	Se programa la temperatura de trabajo.	Falta de estabilidad de temperatura.	Se funden o no se calientan los materiales de trabajo.	6	Mala manipulación en la programación.	2	No hay control.	2	24	Capacitarse en el manejo de la mufla.	
4	Fusible	Protege los circuitos electrónicos y eléctricos.	Quemadura.	Circuitos sin protección.	6	Sobrecargas eléctricas.	3	Inspección interna.	2	36	Cambiar el fusible.	
5	Interruptor de encendido	Enciende y enegiza el equipo.	Desgaste	No enciende la máquina.	4	Pulsaciones excesivas.	2	Inspección interna.	2	16	Limpiar los contactos del interruptor o reemplazarlo.	
6	Puerta	Es un recubrimiento de material refractario que permite una distribución y concentración de calor debido a su cierre fuerte.	Rotura.	Transferencia de calor al exterior.	6	Mala manipulación al cerrar la puerta.	3	Inspección visual.	2	36	Evitar golpear la puerta con la capa interior.	
7	Resistencias	Genera altas temperaturas en el interior de la mufla.	Rotura.	No genera calor en el interior de la mufla.	6	Sobrecalentamiento.	3	Inspección interna.	6	108	Reemplazar la resistencia.	
8	Termocupla	Registra la temperatura en el interior de la mufla.	Rotura en sus alambres.	No registra la temperatura en el interior de la mufla.	6	Sobrecalentamiento.	3	Inspección interna.	6	108	Reemplazar la termocupla.	



4.9. Tipos de actividades de mantenimiento realizadas en el laboratorio industrial

En el Laboratorio Industrial de la Facultad de Ciencias de las Ingenierías, se encuentran diferentes máquinas, herramientas e instrumentos para realizar prácticas de manera regular a lo indicado en los sílabos de las asignaturas respectivas, y, después de la inspección y diagnóstico realizado a cada activo físico de cada área, se determina que existen máquinas que requieren desde un cambio en algún componente o del mantenimiento respectivo, ya sea, para que la práctica sea segura, como en alargar su vida útil.

4.9.1. Tipos de actividades de mantenimiento realizadas en el laboratorio de Mecánica

Al inspeccionar el funcionamiento de las soldadoras eléctricas se encuentra que las máquinas se encuentran sucias, pero funcionando, a su vez las dos soldadoras tienen el portaelectrodo dañado y la soldadora con código LMEC-SLD-02 no tiene enchufe, por lo cual se procede a realizar una limpieza general y las respectivas reparaciones para su funcionamiento óptimo.

En la figura 17, se muestra el estado del portaelectrodo de la soldadora eléctrica LMEC-SLD-01, en donde se procedió a reemplazar el portaelectrodo averiado por uno nuevo



Figura 17. Portaelectrodo dañado de la soldadora eléctrica LMEC-SLD-01.



Figura 18. Reemplazo de portaelectrodo a la soldadora eléctrica LMEC-SLD-01.

En la figura 19, se muestra el estado del portaelectrodo de la soldadora eléctrica LMEC-SLD-02.



Figura 19. Portaelectrodo dañado de la soldadora eléctrica LMEC-SLD-02.

En la figura 20, se puede apreciar que la soldadora eléctrica no tiene enchufe, por lo cual es un riesgo para las prácticas de los estudiantes.



Figura 20. Soldadora eléctrica LMEC-SLD-02 sin enchufe.

Se procede a reemplazar el portaelectrodo dañado por uno nuevo y a colocar un enchufe.



Figura 21. Reemplazo de portaelectrodo y enchufe a la soldadora eléctrica LMEC-SLD-02

Al inspeccionar el funcionamiento del compresor de tubo vertical se encuentra que tiene bastante suciedad, pero funciona, a su vez no tiene enchufe, por lo cual se procede a realizar una limpieza general y la debida reparación.

En la figura 22, se puede apreciar que el compresor de tubo vertical no tiene enchufe.



Figura 22. Compresor de tubo vertical LMEC-CPV-01 sin enchufe.

Por lo cual, se procede a instalar un enchufe al cable de corriente eléctrica del compresor de tubo vertical.



Figura 23. Instalación de un enchufe industrial al compresor de tubo vertical.

También se realiza una limpieza a los contactos del presostato.



Figura 24. Limpieza a los contactos del presostato.

Al inspeccionar el funcionamiento de los compresores de tubo horizontal, se encuentra que el presostato del compresor LMEC-CMP-01 no se encuentra ajustado (le hace falta un tornillo), por otro lado, el compresor LMEC-CMP-02 le hace falta el acople de aire, por lo cual, se realiza una limpieza general y las debidas actividades de servicio.

En la figura 25, se puede apreciar que al presostato del compresor LMEC-CMP-01 le hace falta un tornillo por lo cual la carcasa del mismo se encuentra inestable.

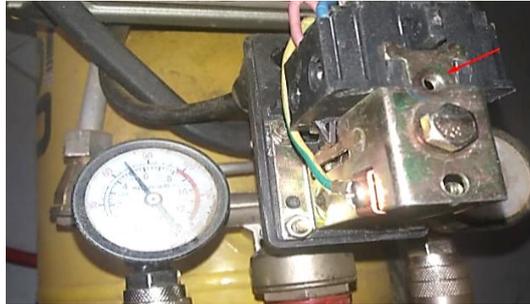


Figura 25. Compresor LMEC-CMP-01 sin tornillo en el presostato.

Se procede a ajustar el presostato con el tornillo adecuado.



Figura 26. Ajuste del presostato mediante un tornillo.

El compresor LMEC-CMP-02 le hace falta un acople de aire para que pueda estar operativo, por lo cual se hace debida gestión para conseguir uno.



Figura 27. Instalación de acople de aire para el compresor LMEC-CMP-02.

Al inspeccionar el funcionamiento de las engrasadoras neumáticas y manual, se encuentra que la engrasadora LMEC-ENG-01 se encuentra en buen estado y funcionamiento adecuadamente, solo tiene suciedad, por lo cual, se procede a realizar una limpieza general. Por otro la engrasadora LMEC-ENG-02 tiene dañado el manómetro de la válvula reguladora de presión y no tiene acople de aire, por último, la engrasadora manual LMEC-ENG-03 tiene dañada una parte de la manguera, por lo cual, se realiza una limpieza general y las debidas actividades de servicio. En la figura 28, se puede apreciar que la engrasadora LMEC-ENG-02 tiene dañado el manómetro de la válvula reguladora de presión.



Figura 28. Manómetro dañado de la engrasadora neumática LMEC-ENG-02.

Por lo cual, se hace la gestión correspondiente para instalar un nuevo manómetro y un acople de aire.



Figura 29. Instalación de un nuevo manómetro para la engrasadora LMEC-ENG-02.

En la figura 30, se puede apreciar que la engrasadora manual LMEC-ENG-03 tiene una parte de la manguera dañada.



Figura 30. Parte de la manguera de la engrasadora manual dañada.

Por lo cual, se corta y se repara esa parte de la manguera de la engrasadora manual.



Figura 31. Reparación de la parte de la manguera dañada de la engrasadora manual.

Al inspeccionar el estado de las prensas de banco, se encuentra que algunas se encuentran funcionando correctamente y otras no, por lo cual se procede a realizar un proceso de limpieza general y engrase. En la figura 32, se puede apreciar la actividad de engrase, antes de realizar este trabajo se debe realizar una limpieza de las limallas.



Figura 32. Limpieza y engrasa de las prensas de banco.

Al inspeccionar el estado de funcionamiento del taladro manual y pedestal, se determina que funcionan adecuadamente y solo se realiza un proceso de limpieza general, por otro lado, el esmeril se encuentra funcionando, pero en un lado donde se ubica la piedra de desbaste no se encuentra instalado el protector de seguridad y tampoco se encuentra acoplado al eje la tuerca y platina para cambiar la piedra desbaste, por último la cizalla se encuentra funcionando adecuadamente y solo se realiza un proceso de limpieza general.

Al inspeccionar el estado del generador eléctrico se determina que el generador no tiene la batería ni el módulo de control electrónico, también los bornes de conexión de la batería se encuentran con corrosión y sulfato, además en el tanque de diésel no hay combustible y en el interior del generador se encuentra mucha suciedad, por lo cual, no se puede probar el funcionamiento del generador.



Figura 33. Suciedad en el interior del generador eléctrico.

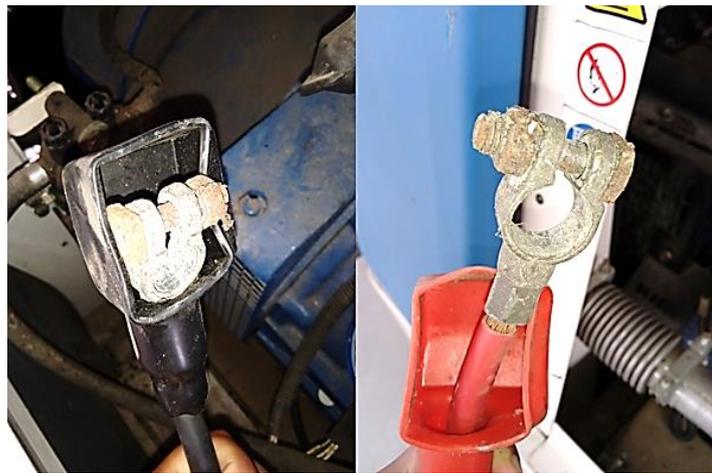


Figura 34. Corrosión y sulfato en los bornes de la batería.

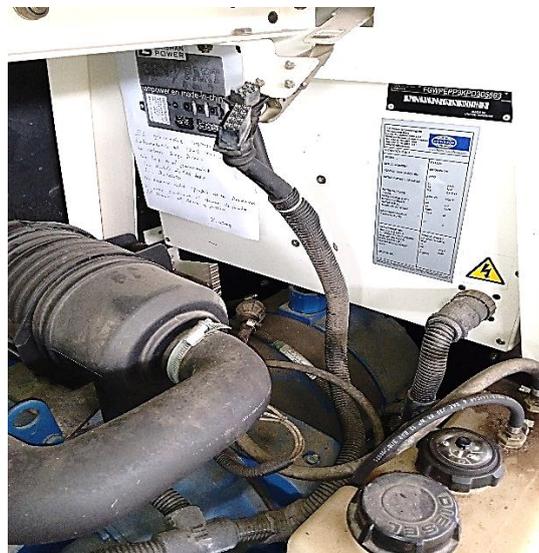


Figura 35. Falta del módulo de control electrónico.



Figura 36. Falta de diésel en el tanque de combustible.

4.9.2. Tipos de actividades de mantenimiento realizadas en el laboratorio de Redes

Al inspeccionar el estado de las máquinas y herramientas del laboratorio de Redes, se determina que los generadores se encuentran funcionando correctamente, de los dos osciloscopios solo uno se encuentra dañado, de las cinco fuentes de alimentación DC solo una se encuentra dañada, por último, los multímetros encuentran en buen estado.

En las siguientes figuras, se puede verificar que las máquinas/herramientas del laboratorio de Redes se encuentran funcionando correctamente.

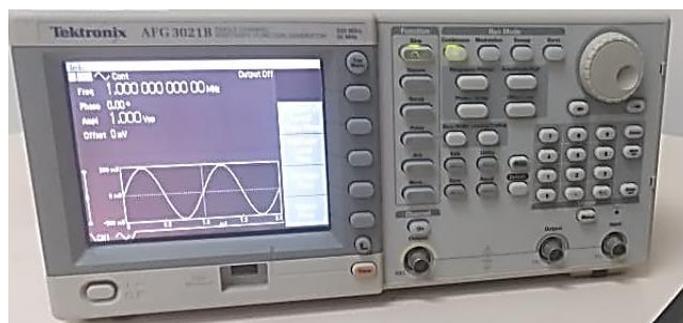


Figura 37. Prueba de funcionamiento del generador de funciones.



Figura 38. Prueba de funcionamiento del osciloscopio.



Figura 39. Prueba de funcionamiento de la fuente de alimentación DC.



Figura 40. Prueba de funcionamiento de multímetro.

4.9.3. Tipos de actividades de mantenimiento realizadas en el laboratorio de Ciencias Básicas

Al inspeccionar el estado de los instrumentos de los equipos del laboratorio de Ciencias Básicas, se encuentra que hay instrumentos desordenados y sucios, por lo cual se procede a realizar procesos de orden y limpieza para cada equipo de las diferentes áreas, también se diagnosticó que los tres contadores digitales de los equipos de Mecánica (5, 6 y 7) no encienden, tampoco un multímetro, por lo cual, se procede a gestionar los repuestos y repararlos.



Figura 41. Contadores digitales de los equipos de Mecánica.

En la figura 42, se puede apreciar que los contadores digitales no encienden porque el portapilas de 9V se encuentra dañado.

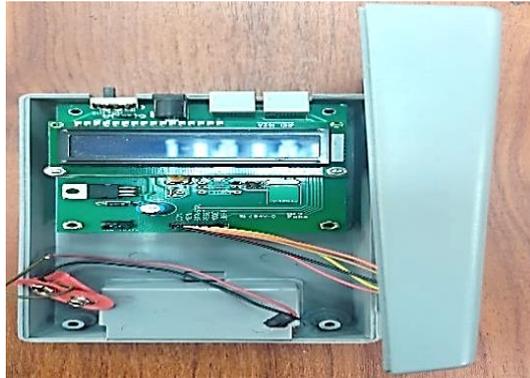


Figura 42. Portapilas dañados en los contadores digitales de los equipos de Mecánica.

Por lo cual, se realizan las debidas reparaciones y se deja operativo los tres contadores digitales.



Figura 43. Reparación de los contadores digitales de los equipos de Mecánica.

Una vez inspeccionado el multímetro se determinó que los dos fusibles no miden continuidad, por lo cual el multímetro no podrá encender, entonces se procede a reemplazarlos.



Figura 44. Reparación del multímetro dañado.

Posteriormente que se han reparado los instrumentos diagnosticados, se debe ordenar y limpiar cada equipo en base a los inventarios de cada área.



Figura 45. Orden y limpieza de los instrumentos de los 10 equipos de Mecánica.



Figura 46. Orden y limpieza de los instrumentos de los equipos de Electricidad y Electrónica.



Figura 47. Orden y limpieza de los instrumentos de los equipos de Termología.

4.10. Tipos de actividades de mantenimiento realizadas en el laboratorio de Materiales

Al inspeccionar el estado de las máquinas y herramientas del laboratorio de Mecánica, se determina que la impresora 3D Sindoh tiene suciedad en las bandas donde se ubican las boquillas.



Figura 48. Suciedad en las bandas de la boquilla.

Mediante la interfaz de la impresora 3D Sindoh se realizó un proceso de limpieza de la boquilla, calibración de la cama y posteriormente una prueba de funcionamiento.

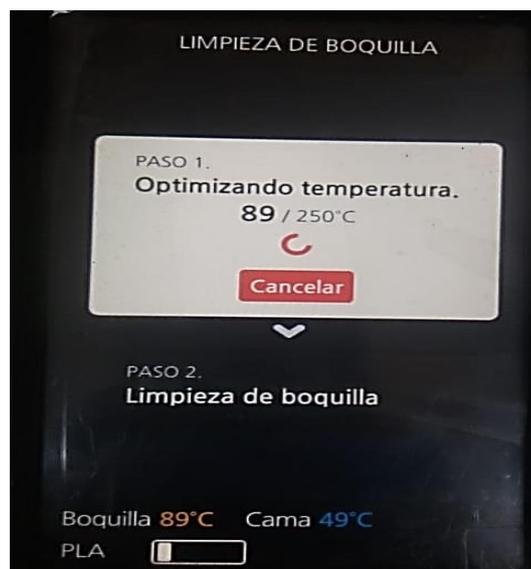


Figura 49. Limpieza de boquilla en la impresora 3D Sindoh.



Figura 50. Calibración de cama de la impresora 3D Sindoh.



Figura 51. Prueba de funcionamiento de la impresora 3D Sindoh.

Por otro lado, la fresadora CNC presenta corrosión en diferentes partes de la misma.



Figura 52. Corrosión en el cabezal.

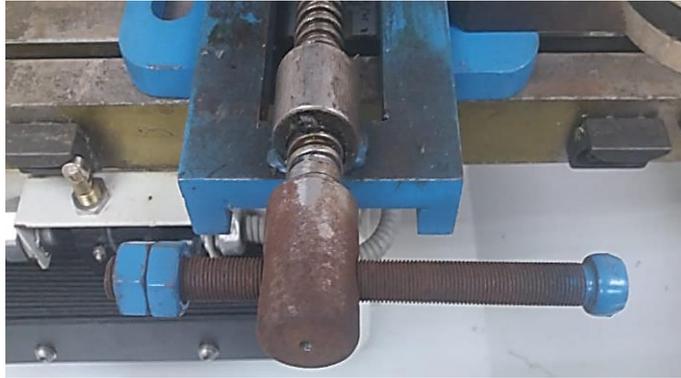


Figura 53. Corrosión en las mordazas para la sujeción de piezas a mecanizar.

Además, se inspeccionó el software con el cual opera la fresadora CNC, el cual, es PathPilot.

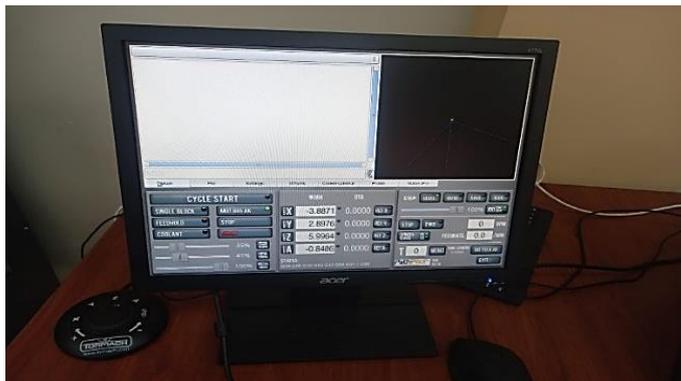


Figura 54. Software PathPilot.

En la mini CNC el accesorio de husillo presenta corrosión.

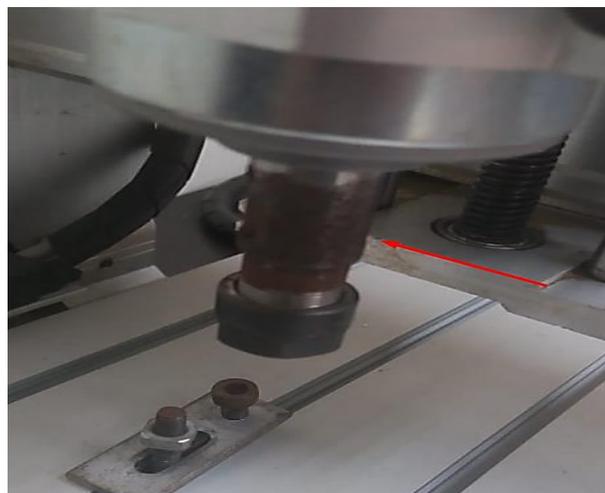


Figura 55. Corrosión en el accesorio de husillo de la mini CNC.

En la impresora 3D de polibicarbonato se realizó una prueba de funcionamiento

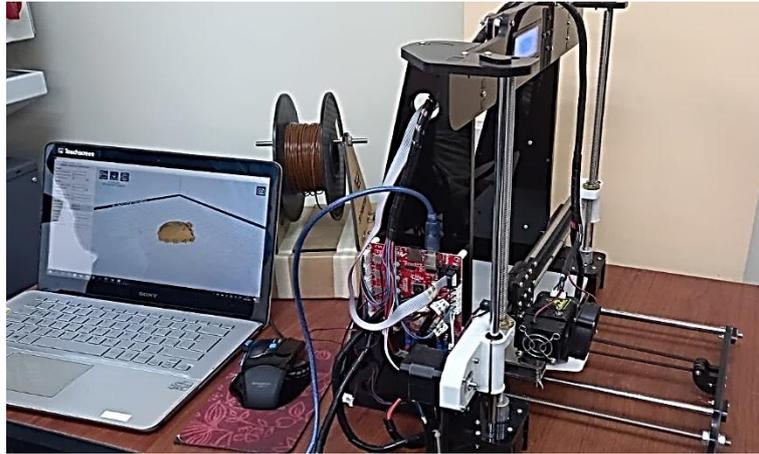


Figura 56. Prueba de funcionamiento de Impresora 3D de Polibicarbonato.

Para la mufla se tuvo que realizar una adaptación para probar su encendido, debido a que el enchufe que tiene la mufla es especial y no hay enchufe ni tomacorriente de ese tipo en ninguno de los cuatro laboratorios.



Figura 57. Adaptación y prueba de encendido de la mufla.

Existen fisuras en el material refractario de la mufla.



Figura 58. Fisuras en el material refractario de la mufla.

La mufla tiene un rango de temperatura hasta 1200°C, por lo cual, se realizó una prueba de funcionamiento con una temperatura de 550°C y la mufla se apagó, por lo cual, aún sigue en revisión para ser reparada.



Figura 59. Proceso de revisión interna de la mufla.

Se realizó una prueba de funcionamiento del instrumento deformador de barras con una barra rectangular de aluminio para ensayos de flexión, mediante un juego de pesos y un reloj comparador que mide la deflexión de la barra.



Figura 60. Prueba de funcionamiento del instrumento deformador de barras.

Por lo cual, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 88. Deflexión de la barra aplicando diferentes pesos.

Masa (gramos)	Deflexión (mm)
100	0.11
400	0.32
600	0.468
1000	0.888

4.11. Formato Historial de fallas

El historial de fallas es una fuente de información importante en el control del mantenimiento, ya que se registran las fallas, incidencias y averías que se han detectado en un activo físico (máquinas, herramientas, equipo, instrumentos) en las actividades de mantenimiento realizadas. Actualmente el laboratorio industrial no cuenta con este tipo de documento, por lo cual, se desconocen las fallas que se han generado en los activos físicos desde años anteriores, a su vez se propone el siguiente formato de historial de fallas:

Tabla 89. Formato Historial de fallas.

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <p>Universidad Técnica Estatal de Quevedo Facultad de Ciencias de la Ingeniería Laboratorio Industrial</p> </div>  </div>						
HISTORIAL DE FALLAS				Máquina/herramienta		
				Código		
				Ubicación		
Fecha de la falla	Componente revisado	Descripción de la falla	Actividad realizada	Fecha de la actividad realizada	Observaciones	Realizado por

4.12. Formato Orden de trabajo

Una orden de trabajo es un documento que autoriza al personal de mantenimiento realizar las actividades de mantenimiento y/o reparaciones luego de haber registrado una falla de algún activo, este tipo de registro se elabora con la finalidad de dar a conocer a los jefes de producción los problemas que se presentan en la producción de un taller o empresa, para solucionarlos de manera inmediata, en el laboratorio industrial no se cuenta con este tipo de documentación, por lo tanto, se propone el siguiente formato de orden de trabajo:

Tabla 90. Formato Orden de trabajo.

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <p>Universidad Técnica Estatal de Quevedo Facultad de Ciencias de la Ingeniería Laboratorio Industrial</p> </div>  </div>					
ORDEN DE TRABAJO					
Datos generales					
			Número de orden		
			Máquina/herramienta		
			Código		
			Ubicación		
			Solicitante		
			Ejecuta		
			Fecha de emisión		
			Fecha de ejecución		
			Fecha de terminación		
Nivel de Prioridad			URGENTE		IMPORTANTE
Descripción del trabajo a realizar:					
Materiales	Cantidad	Herramientas	Cantidad	Repuestos	Cantidad
Precauciones a tener en cuenta:					
Observaciones:					
Solicita			Aprueba		
Nombre:			Nombre:		
Fecha:			Fecha:		

4.13. Formato de solicitud de servicio de mantenimiento externo

Este tipo de documento se realiza debido a que hay ciertas fallas encontradas en los activos físicos por el personal de mantenimiento, las cuales los mismos no pueden repararlas, esto puede suceder debido a su grado de dificultad o falta de herramientas para repararlas, por lo cual se propone el siguiente formato de solicitud de servicio de mantenimiento externo:

Tabla 91. Formato de solicitud de servicio de mantenimiento externo.

 Universidad Técnica Estatal de Quevedo Facultad de Ciencias de la Ingeniería Laboratorio Industrial 		
SOLICITUD DE SERVICIO DE MANTENIMIENTO EXTERNO	Datos generales	
	Máquina/herramienta	
	Código	
	Ubicación	
	Nombre del solicitante	
	Número de solicitud	
	Fecha de solicitud	
	Empresa	
Nivel de Prioridad	URGENTE	IMPORTANTE
Fecha de inicio estimada:		Fecha de entrega estimada:
Servicio Solicitado		
Parte/componente/sistema	Tipo de servicio	Descripción del tipo de servicio
Observaciones:		
Solicita	Aprueba	Recibe
Nombre:	Nombre:	Nombre:
Fecha:	Fecha:	Fecha:

4.13.2. Plan de mantenimiento para las máquinas y herramientas del laboratorio de Redes

Tabla 93. Plan de mantenimiento para las máquinas y herramientas del laboratorio de Redes.

ACTIVIDAD	HERRAMIENTAS	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	FRECUENCIA
Mantenimiento de herramientas	Generadores de funciones y osciloscopios.	Encender las herramientas para determinar posibles daños, sopletear el interior del equipo, realizar una inspección visual interna, limpiar la tarjeta electrónica y resoldar los componentes que tengan suelda fría, medir los valores de los componentes electrónicos con multímetro, limpiar los contactos de las perillas de regulación, poner a prueba y, por último, limpieza general.	Semestral
Mantenimiento de herramientas	Fuentes de alimentación DC.	Encender las herramientas para determinar posibles daños, sopletear el interior del equipo, realizar una inspección visual interna, limpiar la tarjeta electrónica y resoldar los componentes que tengan suelda fría, medir los valores de los componentes electrónicos con multímetro, limpiar los contactos de las perillas de regulación, calibrar las escalas de medición, poner a prueba y por último, limpieza general.	Semestral
Mantenimiento de herramientas	Multímetros.	Encender el multímetro para determinar posibles daños, sopletear el interior del equipo, realizar una inspección visual interna y medir los valores de los componentes electrónicos, reemplazar la batería de 9V, poner a prueba y por último, limpieza general.	Trimestral

4.13.3. Plan de mantenimiento para los instrumentos del laboratorio de Ciencias Básicas

Tabla 94. Plan de mantenimiento para los instrumentos del laboratorio de Ciencias Básicas.

ACTIVIDAD	HERRAMIENTAS	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	FRECUENCIA
Mantenimiento de instrumentos.	Amperímetro analógico.	Encender los instrumentos para determinar posibles daños, sopletear el interior del equipo, inspección visual interna, limpieza de tarjeta electrónica, resoldar los componentes que tengan suelda fría, medir los valores de componentes electrónicos con mult	Mensual
Mantenimiento de instrumentos.	Voltímetro analógico.	Encender los instrumentos para determinar posibles daños, sopletear el interior del equipo, inspección visual interna, limpieza de tarjeta electrónica, resoldar los componentes que tengan suelda fría, medir los valores de componentes electrónicos con mult	Mensual
Mantenimiento de instrumentos.	Calorímetro.	Encender los instrumentos para determinar posibles daños, sopletear el interior del equipo, inspección visual interna, limpieza de tarjeta electrónica, resoldar los componentes que tengan suelda fría, medir los valores de componentes electrónicos con mult	Mensual
Mantenimiento de instrumentos.	Accesorios de vidrio (probetas, embudos, vasos de precipitados, entre otros).	Lavar los accesorios con detergente, enjuagar con agua del grifo y después con agua destilada, secar el instrumento.	Diario
Mantenimiento de elementos varios.	Accesorios.	Inspección visual y limpieza general.	Diario
Mantenimiento de instrumentos.	Contador digital.	Encender los instrumentos para determinar posibles daños, sopletear el interior del equipo, inspección visual interna, verificar el estado de los cables del portapilas, instalar un nuevo portapilas, reemplazar la batería de 9V.	Semestral

4.17. Discusión

A través del análisis realizado acerca de la documentación que las máquinas y herramientas de los cuatro laboratorios, se determina que gran parte de estos activos físicos no cuentan con la documentación correspondiente para conocer sus especificaciones.

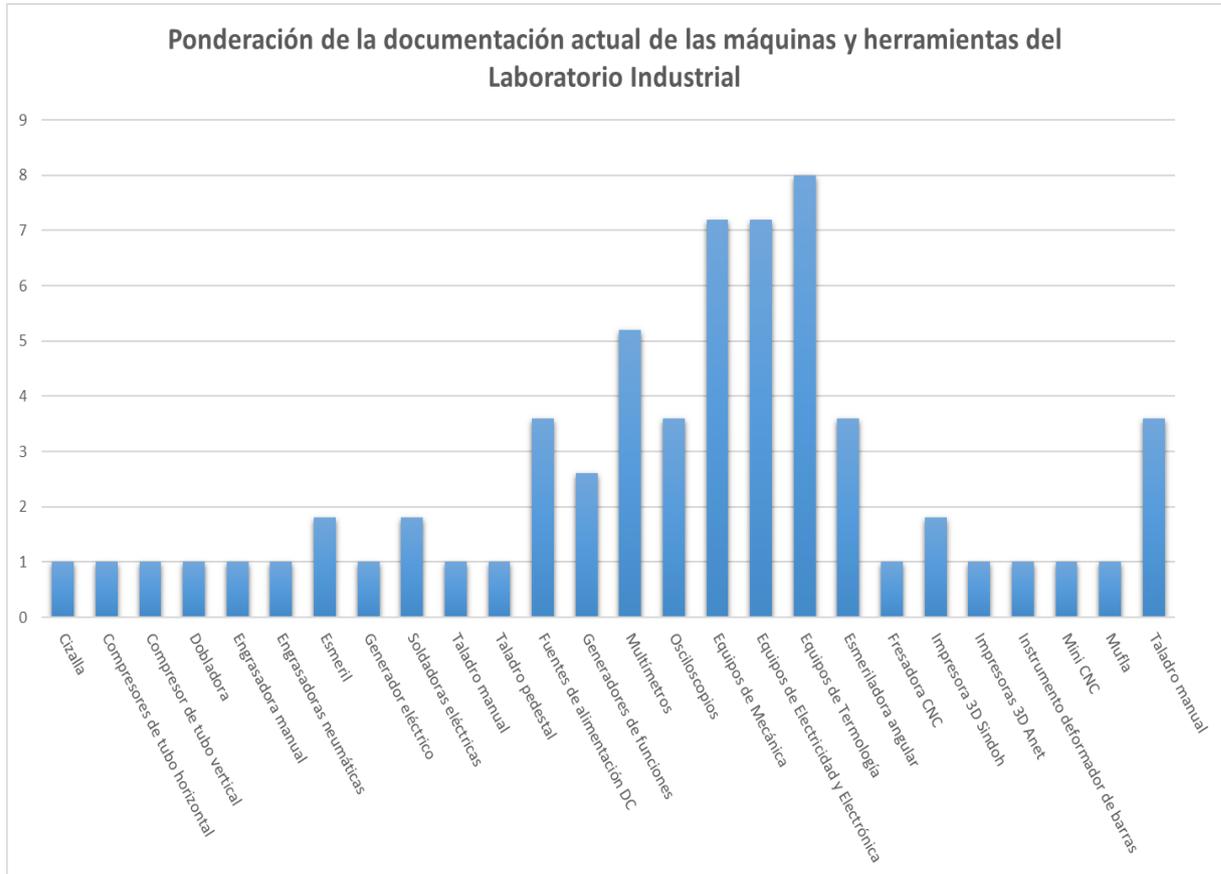


Figura 61. Resumen de la documentación actual de las máquinas y herramientas del Laboratorio Industrial.

Una vez realizada las inspecciones en los cuatro laboratorios para determinar el estado actual de cada uno de los activos físicos, se determina que la mayoría de las máquinas/herramientas que se encuentran en el Laboratorio Industrial presentan fallas que necesitan de servicios de mantenimiento, reparación y cambio de componentes, por otro lado, para los laboratorios de Redes y Ciencias Básicas se tiene que la mayoría de sus equipos se encuentran en buen estado, por último, la mayoría de las máquinas/herramientas del laboratorio de Materiales se encuentran en buen estado, solo una impresora 3D no enciende, la mini CNC no se puede operar debido a que se necesita un software para su funcionamiento y en la fresadora CNC no se puede probarla debido a la complejidad de su uso, pero se encuentra en buen estado de conservación y en el Laboratorio de Mecánica existen diversos activos físicos que necesitan de mantenimiento.

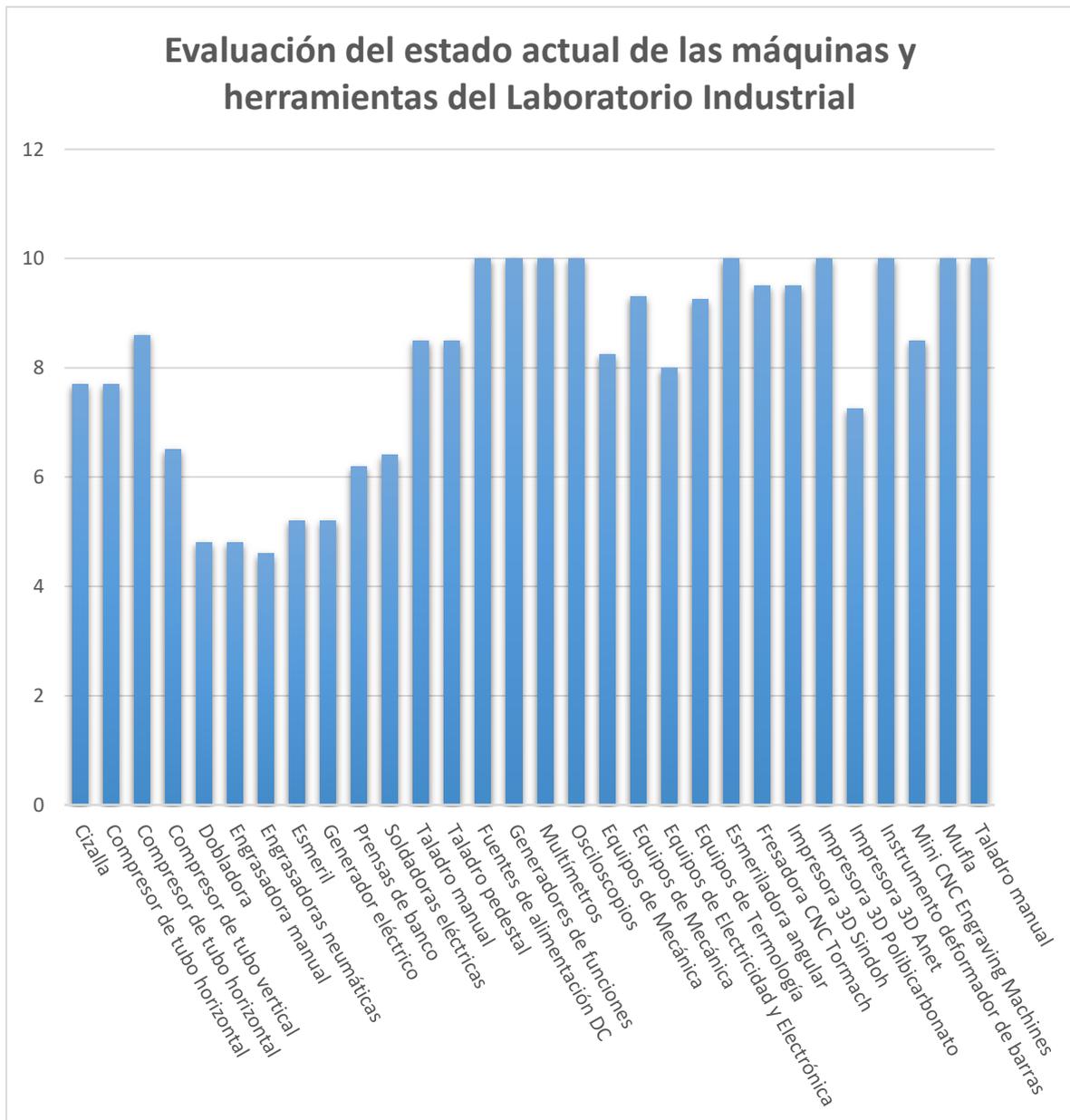


Figura 62. Resumen de la evaluación del estado actual de las máquinas y herramientas del Laboratorio Industrial.

Las matrices de criticidad y análisis de modo y efectos de fallas que se realizaron a las máquinas/herramientas de cada laboratorio permiten determinar que activos presentan un mayor grado de criticidad y riesgo para priorizar sus actividades de mantenimiento, con la finalidad de mejorar su estado de operatividad, esto se determina a partir de ciertas condiciones de estudios de cada activo, donde se investiga su impacto y flexibilidad operacional, sus costos de mantenimiento, la seguridad e higiene que presenta, sus condiciones ambientales y la frecuencia con la que falla cada máquina/herramienta, su detección y ocurrencia respectivamente.

		CRITICIDAD																																	
		5					4										3																		
FRECUENCIA	5	[Green]					[Yellow]										[Red]																		
	4	[Green]					[Yellow]										[Red]																		
	3	[Green]					[Yellow]										[Red]																		
	2	Soldadoras eléctricas, compresores de tubo horizontal, engrasadoras, prensas de banco, taladros manuales, esmeril, cizalla, generadores de funciones, osciloscopios, fuentes de alimentación DC, multímetros, instrumentos de laboratorio de los equipos de Mecánica, Electricidad y Electrónica y Termología, esmeriladora angular, impresoras 3D, mini CNC, instrumento deformador de barras, Mufla														Compresor de tubo vertical, dobladora, taladro pedestal, fresadora CNC,										[Red]									
	1	[Green]																																	
		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25													
		CONSECUENCIAS																																	

Figura 63. Resumen de matriz de criticidad de las máquinas y herramientas del Laboratorio Industrial.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Se realizaron las codificaciones para cada máquina, herramienta y equipo para los cuatro laboratorios correspondientes, planteando un modelo de codificación en base a la norma ISO 14224, la cual se basa en la jerarquización de equipos que permite identificar la ubicación de un activo físico mediante niveles y subniveles, a su vez se planteó una propuesta de distribución de áreas para las máquinas y herramientas del laboratorio de Mecánica, siendo estas las siguientes: Área de Soldadura y Área de Mecánica General, para el Laboratorio de Materiales se plantearon las siguientes áreas: Área de Mecanizado, Área de Impresión 3D y Área de Mecánica de Materiales.
- Se elaboraron diferentes formatos de documentación para cada máquina, herramienta del Laboratorio de Mecánica, tales como: Fichas Técnicas, permite conocer las características técnicas de cada máquina/herramienta; Orden de Trabajo, documento que designa las actividades de mantenimiento planificadas a realizar por un técnico de mantenimiento; Historial de Fallas, permite redactar las averías encontradas en los equipos que se realizaron mantenimiento y las soluciones que se realizaron para repararlas; Solicitud de Servicio de Mantenimiento Externo, este documento se lo plantea con la finalidad de que si en algún momento existe algún activo que no se pueda reparar en las instalaciones del Laboratorio Industrial, se deba emitir este documento para que una empresa externa pueda repararlo.
- Se elaboró un Plan de Mantenimiento para las máquinas y herramientas del Laboratorio de Mecánica, para que el personal encargado, correspondiente a esta área puedan controlar el cuidado de cada activo, con la finalidad de que los estudiantes puedan utilizarlas sin inconvenientes en lesiones a ellos o daños en estas máquinas.
- Se establecieron las actividades y frecuencias de mantenimiento para cada máquina y herramienta de los cuatro laboratorios basándose en una investigación bibliográfica, conocimiento empírico y manuales de usuario de cada activo físico, ya que en estos manuales existen apartados de actividades de mantenimiento con su respectiva frecuencia, también en estos manuales hay un apartado de fallas, causas y soluciones, el cual sirvió de guía para realizar el AMEF de cada activo.

5.2. Recomendaciones

- Se sugiere al Líder de Activos de Laboratorios y Talleres de la Universidad, se gestione ante las instancias respectivas la compra de materiales, herramientas y repuestos de algunos equipos para el Laboratorio Industrial ya que al momento de realizar las actividades de mantenimiento y reparación se tuvo que solicitar en calidad de préstamo a otras instancias herramientas y repuestos para desmontar y operativizar algunos activos.

- Redistribuir el Laboratorio de Materiales en un lugar adecuado, debido a que, en la situación actual, se emplea tanto para impartición de clases como para prácticas experimentales, por lo cual, alguna incorrecta manipulación puede ocasionar daños en el equipo o lesiones en la persona que lo manipula.

- Mejorar constantemente los planes de mantenimiento propuestos ya que cada día existen nuevos procedimientos para el mejor uso del activo físico.

- Implementar un software asistido por computador para gestionar las actividades de mantenimiento de manera continua.

CAPÍTULO V
BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

- [1] E. Díaz Ocampo, «Universidad Técnica Estatal de Quevedo,» 2021. [En línea]. Available: https://www.uteq.edu.ec/doc/slide/2021_RC_Rector.pdf. [Último acceso: 25 Julio 2022].
- [2] «AEC (Asociación Española para la Calidad),» 2019. [En línea]. Available: <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/mantenimiento>. [Último acceso: 22 Julio 2022].
- [3] J. L. Lucía, «Criterios para la información de la gestión del mantenimiento,» *Revista Mantenimiento*, nº 1, p. 5, 1990.
- [4] P. Ticona Ticona, «Universidad Continental,» 2020. [En línea]. Available: https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8085/2/IV_FIN_108_TI_Ticona_Ticona_2020.pdf. [Último acceso: 26 Julio 2022].
- [5] J. Medrano Márquez, V. González Ajuech y V. Díaz de León Santiago, *Mantenimiento Técnicas y aplicaciones industriales*, México: Patria, 2017.
- [6] O. García Palencia, «Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia,» 2006. [En línea]. Available: <https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/1297/1/RED-70.pdf>. [Último acceso: 28 Julio 2022].
- [7] J. V. González Sosa, J. Loyo Quijada, M. Á. López Ontiveros, P. Pérez Montoya y A. Cruz Hernández, «Mantenimiento industrial en máquinas herramientas por medio de AMFE,» *Revista Ingeniería Industrial*, vol. XVII, nº 3, p. 18, 2018.
- [8] J. C. Razuri Guanillo y E. Ventura Llanos, «Universidad Provida del Norte,» 1 Mayo 2020. [En línea]. Available: <https://core.ac.uk/download/pdf/328899772.pdf>. [Último acceso: 28 Julio 2022].
- [9] I. A. Campos Vera, «Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo,» 16 Julio 2018. [En línea]. Available: https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/1751/1/TL_CamposVeraIIIarec.pdf. [Último acceso: 24 Julio 2022].

- [10] S. García Garrido, Organización y Gestión Integral de Mantenimiento, Madrid: Díaz de Santos, S.A., 2003.
- [11] «ISO 14224 INTERNATIONAL STANDARD,» 15 Septiembre 216. [En línea]. Available: [http://dl.mpedia.ir/e-books/21-\[ISO\]ISO%2014224-reliability-and-maintenance-data-for-equipment\[mpedia.ir\].pdf](http://dl.mpedia.ir/e-books/21-[ISO]ISO%2014224-reliability-and-maintenance-data-for-equipment[mpedia.ir].pdf). [Último acceso: 1 Agosto 2022].
- [12] «Universidad Politécnica de Valencia,» [En línea]. Available: <http://personales.upv.es/jpgarcia/linkedddocuments/4%20distribucion%20en%20planta.pdf>. [Último acceso: 20 Agosto 2022].
- [13] J. Maldonado, «Instituto Universitario Politécnico "Santiago Mariño",» [En línea]. Available: <https://1library.co/document/y4e27vvq-plantas-industriales-distribucion-planta-calculo-ubicacion-maquinas.html?fbclid=IwAR0MRHz79L7A0Jc03c562gZ2dDOTdTZJ6zfPOfQ22FhO31SwKChML7jRY4M>. [Último acceso: 18 Agosto 2022].
- [14] «Guía actualizada para la adecuación de equipos de trabajo,» [En línea]. Available: <https://issuu.com/cepymearagon/docs/2011-fprl2rec/106>. [Último acceso: 20 Agosto 2022].
- [15] G. A. Sierra Álvarez, «Universidad Industrial de Santander,» 2004. [En línea]. Available: <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2004/112490.pdf>. [Último acceso: 29 Julio 2022].
- [16] W. J. Cedeño Moreira y F. B. Gorozabel Chata, «Análisis de criticidad del equipamiento industrial de la línea de bovinos de un centro de faneamiento,» *Revista Científica "INGENIAR"*, vol. IV, n° 8, p. 17, 2021.
- [17] «Sedisa,» 21 Abril 2021. [En línea]. Available: <https://www.sedisa.com.pe/servicios/sin-categoria/guia-para-hacer-un-analisis-de-criticidad-de-equipos>. [Último acceso: 1 Agosto 2022].
- [18] L. Vargas Henríquez, S. Mejía Ruíz y C. Vásquez Caballis, «Metodología para diagnosticar fallas localizadas en equipos de una línea de producción de carbón activado,» *INGENIARE*, n° 24, pp. 1-12, 2018.

- [19] J. C. Ramirez y H. F. Moreno, «Universidad Distrital Francisco José de Caldas,» 2017. [En línea]. Available: <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/7854>. [Último acceso: 28 Julio 2022].
- [20] «Pvcase,» [En línea]. Available: <https://www.ingenioempresa.com/analisis-modo-efecto-fallas-amef/>. [Último acceso: 1 Agosto 2022].
- [21] «PMG,» 13 Junio 2019. [En línea]. Available: <https://www.pmg-ssi.com/2019/06/el-metodo-amef-en-el-sector-industrial/>. [Último acceso: 1 Agosto 2022].
- [22] «Lean Solutions,» [En línea]. Available: <https://leansolutions.co/conceptos-lean/lean-manufacturing/amef-analisis-de-modo-y-efecto-de-falla/>. [Último acceso: 1 Agosto 2022].
- [23] M. Bestratén Belloví, R. Orriols Ramos y C. Mata París, «INSST,» 2004. [En línea]. Available: https://www.insst.es/documents/94886/326775/ntp_679.pdf/3f2a81e3-531c-4daa-bfc2-2abd3aaba4ba?version=1.0&t=1528460825650. [Último acceso: 1 Agosto 2022].
- [24] O. Campos López, G. Tolentino Eslava, M. Toledo Valásquez y R. Tolentino Eslava, «Redalyc,» 28 Noviembre 2018. [En línea]. Available: <https://www.redalyc.org/journal/614/61458265006/html/>. [Último acceso: 1 Agosto 2022].
- [25] «Mantenimiento.Win,» [En línea]. Available: <https://mantenimiento.win/plan-de-mantenimiento/>. [Último acceso: 1 Agosto 2022].

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo 1. Reemplazo de portaelectrodo a las soldadoras eléctricas.



Anexo 2. Prueba de funcionamiento de las engrasadoras neumáticas.



Anexo 3. Reparación de los contadores digitales.



Anexo 4. Materiales e insumos para el mantenimiento de los activos físicos del Laboratorio de Mecánica.



Anexo 5. Manómetro y acople para la engrasadora neumática.



Anexo 6. Facturas de los materiales e insumos utilizados para las actividades de mantenimiento.

HUGO ERNESTO TORRES TOR
RUC: 1203588130001
PARROQ. 7 DE OCTUB AV. W ANDRADE Y AV. GUAYACANES

FERROCOMERCIO
FACTURA ELECTRONICA N°:
001 - 002 - 263135
CLAVE ACCESO:
1506202201120358813000120010020002931355805686715

AGENTE DE RETENCION
RESOLUCION: Nro. NAC-DNCRASC20-00000001
CLIENTE: MORETA VACA RAUL ALEXANDER

RUC: 1206773499
DIRECCION:

FECHA:
15-ago-2022 8:15:41 CONTADO

CANT	DETALLE	V.U	V.T
1.00	JGO ACOPLES COMPRES 5 PCS ARMADA S.M	3.17	3.17
1.00	PORTAELECTRODO 600A P16306 S.M	2.23	2.23
1.00	CINTA AISL NEG 10Y 3M	0.54	0.54
1.00	TEFLON PAOLO	0.22	0.22
1.00	GUAYPE (FUNDA) S.M.	1.25	1.25

Vende: ARTURO HOLGUIN SEG
Vta C / IVA 7.41
Vta S / IVA 0.00
ICE 0.00
IVA 12% 0.89
TOTAL 8.30

Dcto: 0.00
Dolares: 20
Cambio: 11.70

Para revisar su factura electronica ingrese a su correo detallado al momento de facturar.

RETENCIONES Y NOTAS DE CREDITO AL:
Email: ferrocomercio1@hotmail.com
SALIDA LAMERCADERIA NO SE ACEPTAN DEVOLUCIONES

ELECTRICAS TORRES TOR
RUC: 1721386195001
CANCUN, Q.R.

ELECTRI AG TORRES TOR
FECHA: 15/08/2022 HORA: 08:20:41
CI/RUC: 1004773499 0020044444

CLIENTE: RAUL MORETA
DIR:QUENCIDO

Cant	Descripción	P.u	P.tot
1	ENCHUFE CAUCHO PATA / GALLINA 50A 125/25	4.1004	4.10
	Sub Iva 0		0.00
	Sub. Iva 12		4.10
	BECCO/		0.00
	SUB BECCO		4.10
	Iva 12%		0.50
	Total		4.60

Factura enviada al correo registrado

ELECTRICAS ENTREGADO

HUGO ERNESTO TORRES TOR
RUC: 1203588130001
PARROQ. 7 DE OCTUB AV. W ANDRADE Y AV. GUAYACANES

FERROCOMERCIO
FACTURA ELECTRONICA N°:
001 - 002 - 262415
CLAVE ACCESO:
0906202201120358813000120010020002624155805614615

AGENTE DE RETENCION
RESOLUCION: Nro. NAC-DNCRASC20-00000001
CLIENTE: MORETA VACA RAUL ALEXANDER

RUC: 1206773499
DIRECCION:

FECHA:
9-ago-2022 18:10:47 CONTADO

CANT	DETALLE	V.U	V.T
1.00	WT-240 AFLOJA TODO 235ML TRUPER	2.32	2.32

Vende: ARTURO HOLGUIN SEG
Vta C / IVA 2.32
Vta S / IVA 0.00
ICE 0.00
IVA 12% 0.28
TOTAL 2.60

Dcto: 0.00
Dolares: 3
Cambio: 0.40

Para revisar su factura electronica ingrese a su correo detallado al momento de facturar.

RETENCIONES Y NOTAS DE CREDITO AL:
Email: ferrocomercio1@hotmail.com
SALIDA LAMERCADERIA NO SE ACEPTAN DEVOLUCIONES

HUGO ERNESTO TORRES TOR
RUC: 1203588130001
PARR: O. 7 DE OCTUB AV. W ANDRADE Y
AV. GUAYACANES

FERROCOMERCIO
FACTURA ELECTRONICA N°:
001 - 002 - 263284
CLAVE ACCESO:
16082022011203588130001200100200026328458057
01612

AGENTE DE RETENCION
RESOLUCION: Nro. NAC-DNCRASC20-00000001
CLIENTE: MORETA VACA RAUL
ALEXANDER

RUC: 1206773499
DIRECCION:
FECHA:
16-ago-2022 8:06:34 CONTADO

CANT	DETALLE	V.U.	V.T.
1.00	JGO AROPLE COMPRES 5 FCS ARMADA S M	3.17	3.17
1.00	LJA PUEGO AGUA 150 FANDELI	0.31	0.31

Verde
JHON SANCHEZ GILCE Vta C / IVA 3.48
Vta S / IVA 0.00
ICE 0.00
IVA 12% 0.42
TOTAL 3.90

Dcto: 0.00
Dolares: 10
Carrito: 6.10

Para revisar su factura electronica ingrese a su
correo detallado al momento de facturar.

RETENCIONES Y NOTAS DE CREDITO AL:
Email: ferroc Comercio1@hotmail.com

SALIDA LAMERCADERIA NO SE ACEPTAN DEVOLUCIONES

SE.MA.HI. Servicio de MANGUERAS HIDRAULICAS
Sarabia Alvarez Fausto Emilio OBLIGADO ALLENAR CONTABILIDAD
RUC: 0500017983001 "Contribuyente Régimen RIAPÉ"
Autorización SRI 1129894495 "Agente de Retención No. Resolución NAC-DNCRASC20-00000001"
Matriz y Sucursales: San Camilo México 113 y Juan Montalvo, Quito - Ecuador
Tel: 2782107 - 0981196612 - 0993263238 * Quevedo - Ecuador
Ofrecemos un stock completo de mangueras de buses, medicina, alta y extrema presión. Distribuidores exclusivos, accesorios especiales, pernos de acero, rielmanes, cilindros, frenos, abrazaderas. Los mejores precios y Distribuidores de Clase.
Email: semahi-hidraulicos@outlook.com

FACTURA N° 007-002-00 0050577
FECHA DE AUTORIZACION: 06-05-2022

Cliente: Raul Alexander Moreta
RUC: 1206773499 Tel:
C.I.: 1206773499 Dia Mes Año
Dirección: Panama 7 de Octubre 17 08 2022

Can.	DESCRIPCION	VALOR U.	VALOR T.
J	mangueras		3.82

SE.MA.HI.
OBLIGADO ALLENAR
7702 090 11

Forma de Pago: Efectivo Dinero Electrónico
Tarjeta de Crédito/Débito Otros \$

Sub Total 12% 9.82
Sub Total 0%
SUB TOTAL
IVA 12% 1.18
TOTAL US\$ 11.00

Pago Autorizado Firma Cliente
Original - Recopista - Copia Q.C. Emisor - Copia O.P. San Valor 1%

Imprenta Gráfica "KGV" - Joseho Emanuel Velásquez Haro • RUC: 1204348030001
Aut: SRI 2555 • Tel: 2756311 • Serie 49701 al 52200 • VALIDO HASTA 06/MAYO/2023

Anexo 7. Distribución de máquinas y herramientas para el área de soldadura del Laboratorio de Mecánica.



Anexo 8. Distribución de máquinas y herramientas para el área de mecánica general del Laboratorio de Mecánica.





Anexo 9. Distribución de máquinas y herramientas para el área de mecanizado del Laboratorio de Materiales.



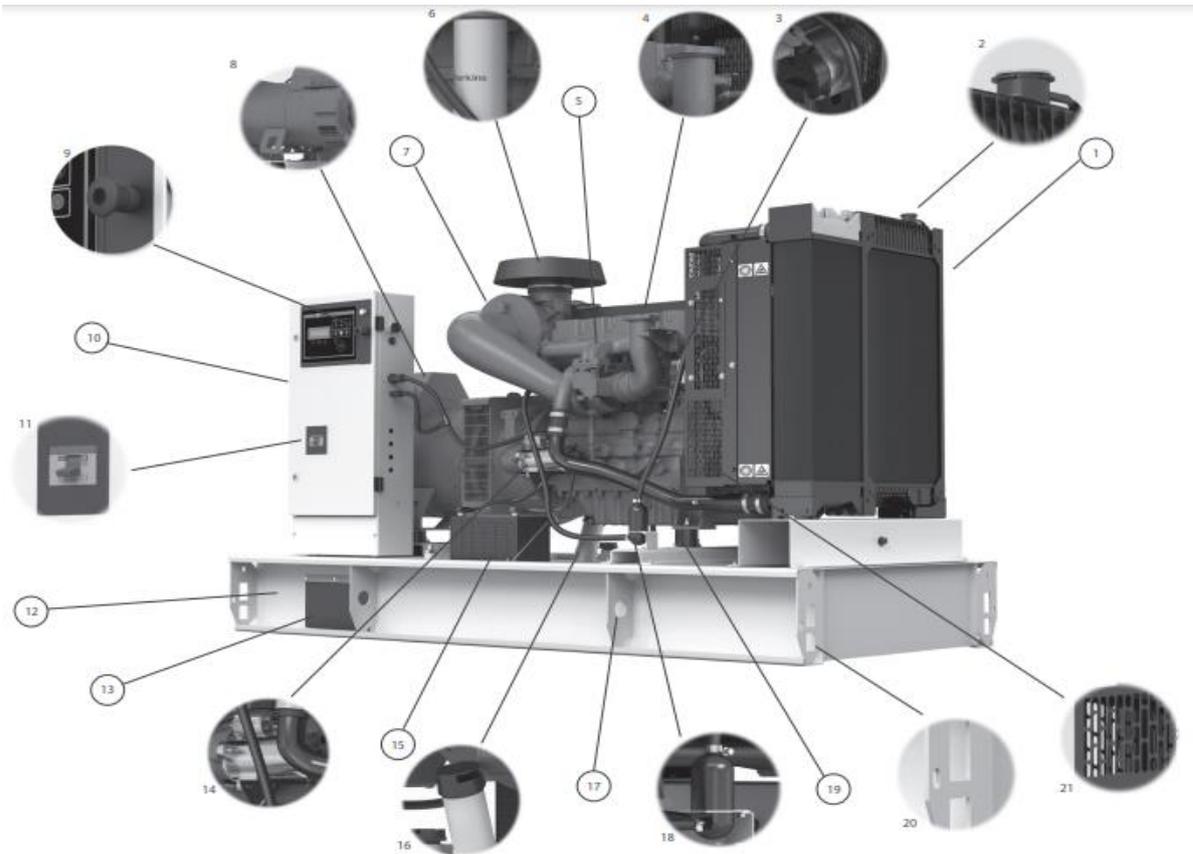
Anexo 10. Distribución de máquinas y herramientas para el área de impresión 3D del Laboratorio de Materiales.



Anexo 11. Distribución de máquinas y herramientas para el área de mecánica de materiales del Laboratorio de Materiales.



Anexo 12. Partes del motor Perkins Type HL51103U del generador eléctrico.



Ítem	Parte
1	Radiador
2	Depósito del radiador
3	Alternador de carga de baterías
4	Escape
5	Turbo
6	Filtro de aceite
7	Filtro de aire
8	Alternador
9	Pulsador de parada de emergencia
10	Cuadro de control
11	Interruptor
12	Bancada
13	Entrada del cable
14	Motor de arranque
15	Batería
16	Depósito de combustible
17	Puntos de izado
18	Calentador de agua de la camisa
19	Fijadores antivibratorios
20	Puntos de arrastre
21	Rejillas del ventilador

Anexo 13. Planos de la propuesta de distribución para las máquinas y herramientas de los laboratorios de Mecánica y Materiales.

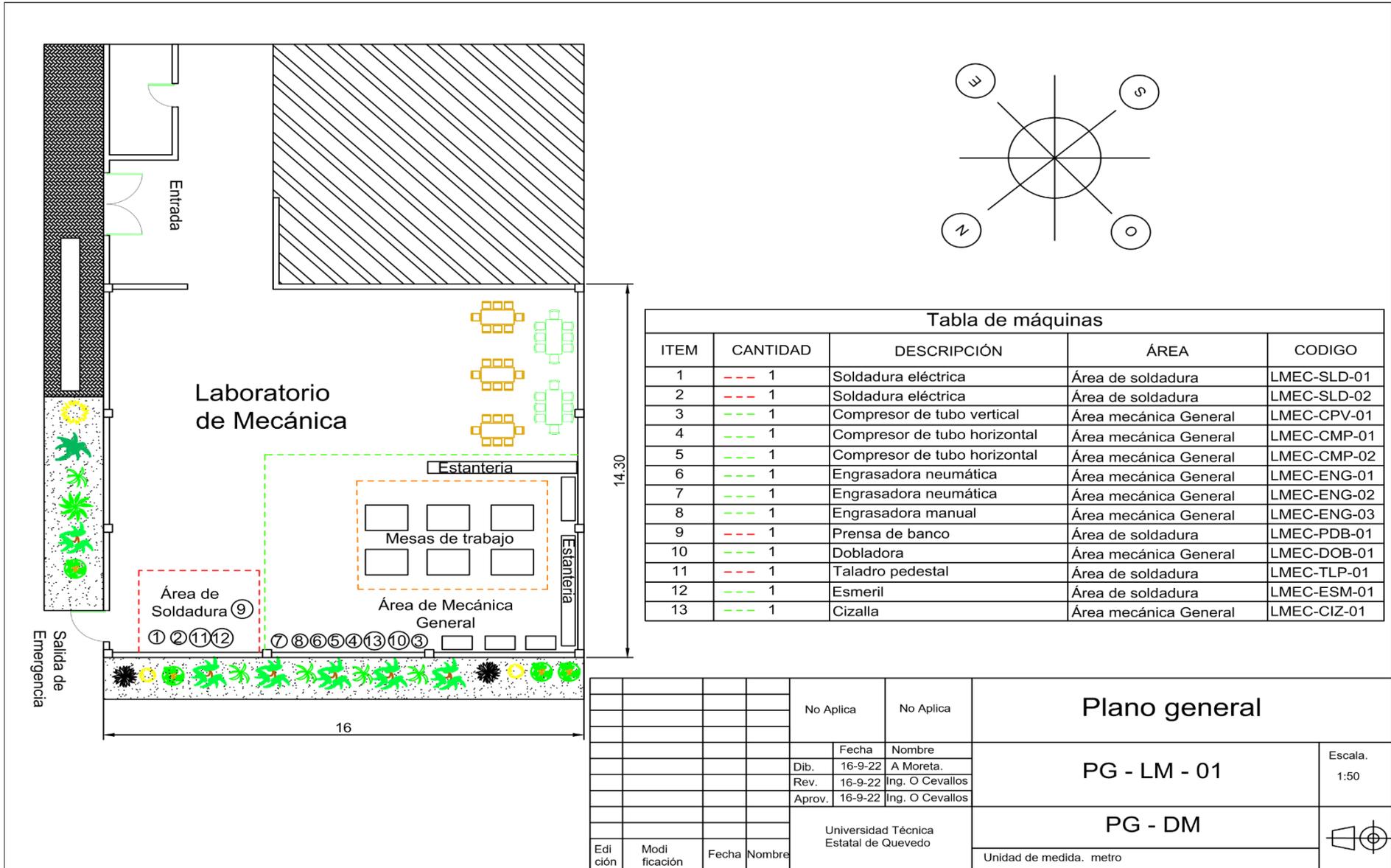
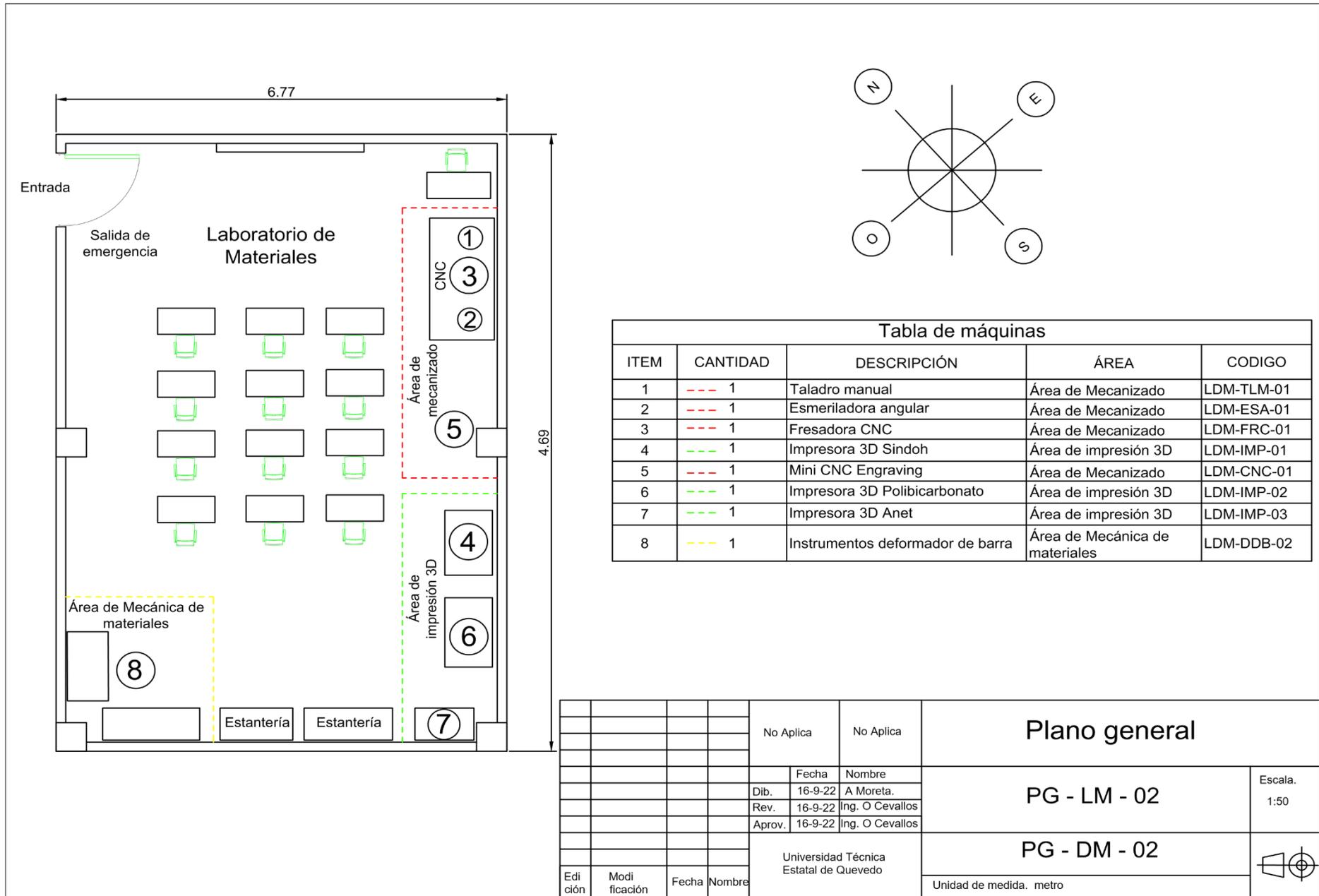


Tabla de máquinas

ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ÁREA	CODIGO
1	--- 1	Soldadura eléctrica	Área de soldadura	LMEC-SLD-01
2	--- 1	Soldadura eléctrica	Área de soldadura	LMEC-SLD-02
3	--- 1	Compresor de tubo vertical	Área mecánica General	LMEC-CPV-01
4	--- 1	Compresor de tubo horizontal	Área mecánica General	LMEC-CMP-01
5	--- 1	Compresor de tubo horizontal	Área mecánica General	LMEC-CMP-02
6	--- 1	Engrasadora neumática	Área mecánica General	LMEC-ENG-01
7	--- 1	Engrasadora neumática	Área mecánica General	LMEC-ENG-02
8	--- 1	Engrasadora manual	Área mecánica General	LMEC-ENG-03
9	--- 1	Prensa de banco	Área de soldadura	LMEC-PDB-01
10	--- 1	Dobladora	Área mecánica General	LMEC-DOB-01
11	--- 1	Taladro pedestal	Área de soldadura	LMEC-TLP-01
12	--- 1	Esmeril	Área de soldadura	LMEC-ESM-01
13	--- 1	Cizalla	Área mecánica General	LMEC-CIZ-01

				No Aplica	No Aplica	Plano general	
						PG - LM - 01	Escala. 1:50
						PG - DM	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Universidad Técnica Estatal de Quevedo		Unidad de medida. metro	



ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ÁREA	CODIGO
1	--- 1	Taladro manual	Área de Mecanizado	LDM-TLM-01
2	--- 1	Esmeriladora angular	Área de Mecanizado	LDM-ESA-01
3	--- 1	Fresadora CNC	Área de Mecanizado	LDM-FRC-01
4	--- 1	Impresora 3D Sindoh	Área de impresión 3D	LDM-IMP-01
5	--- 1	Mini CNC Engraving	Área de Mecanizado	LDM-CNC-01
6	--- 1	Impresora 3D Polibicarbonato	Área de impresión 3D	LDM-IMP-02
7	--- 1	Impresora 3D Anet	Área de impresión 3D	LDM-IMP-03
8	--- 1	Instrumentos deformador de barra	Área de Mecánica de materiales	LDM-DDB-02

Edición	Modificación	Fecha	Nombre	No Aplica	No Aplica	Plano general		Escala.
								1:50
		Dib.	16-9-22	A Moreta.			PG - LM - 02	
		Rev.	16-9-22	Ing. O Cevallos				
		Aprov.	16-9-22	Ing. O Cevallos				
				Universidad Técnica Estatal de Quevedo			PG - DM - 02	
							Unidad de medida. metro	