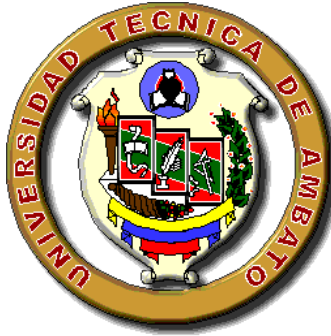


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

Trabajo estructurado de manera independiente

Previo la obtención del título de:

INGENIERO MECÁNICO

TEMA:

“ESTUDIO DEL ESTADO ACTUAL DE LAS MÁQUINAS Y EQUIPOS DE LABORATORIO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Y SU INCIDENCIA EN LA FIABILIDAD”

AUTOR: **Santiago Eduardo Sánchez Rojas**

TUTOR: **Ing. Mg. Juan Gilberto Paredes Salinas**

AMBATO – ECUADOR

2014

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de tutor del trabajo investigativo “**ESTUDIO DEL ESTADO ACTUAL DE LAS MÁQUINAS Y EQUIPOS DE LABORATORIO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Y SU INCIDENCIA EN LA FIABILIDAD**”, desarrollado por el Sr. Santiago Eduardo Sánchez Rojas egresado de la carrera de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de Universidad Técnica de Ambato, considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del jurado examinador designado por el consejo.

Ambato 21 de enero de 2014.

EL TUTOR

Ing. Mg. Juan Paredes Salinas

AUTORÍA

Yo, Santiago Eduardo Sánchez Rojas con C.I. 1803527579 declaro que los resultados obtenidos y expuestos en el presente trabajo de investigación con el tema investigativo **“ESTUDIO DEL ESTADO ACTUAL DE LAS MÁQUINAS Y EQUIPOS DE LABORATORIO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Y SU INCIDENCIA EN LA FIABILIDAD”**, son absolutamente de mi autoría; a excepción de las referencias bibliográficas que se incluyen en este texto.

Que los criterios emitidos en el trabajo de investigación así como también los contenidos de tablas, conclusiones, recomendaciones son auténticos y de exclusiva responsabilidad de mi persona como autor del presente trabajo.

Ambato, enero de 2014.

EL AUTOR

Santiago Eduardo Sánchez Rojas

C.I. 1803527579

DEDICATORIA

El presente proyecto se le dedico a Dios nuestro creador, quien con su grandeza me ha permitido tener fe en él y con sus bendiciones ha iluminado el camino para hoy alcanzar este triunfo profesional.

A mi mami Leonor, por todo su amor, por haber dado todo en su vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, gracias de corazón. Este triunfo es suyo mami.

A mis hermanitas Mariela y Kathy, mis compañeras de infancia, con quienes compartí cada momento de juegos, alegrías. Mucho de esto es gracias a ustedes.

A mi esposa Johanna, mi compañera, amante y amiga, por acompañarme en cada paso que daba para hoy llegar a la meta.

A mi hijo Matheo Nicolás, el motor de mi vida, por ser la inspiración para concluir este proyecto, quien con sus demostraciones de amor y ternura me hacía ver las cosas más fáciles para no retroceder en esos momentos de debilidad. Esto es para ti mi CAMPEÓN.

AGRADECIMIENTO

A la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, por permitir formarme como profesional y persona, al personal administrativo y de servicio quienes han hecho de una u otra manera acogedora la estadía durante todo el tiempo de estudio.

A mis maestros que en este andar por la vida, influyeron con sus lecciones y experiencias en formarme como una persona de bien y preparada para los retos que pone la vida, a todos y cada uno de ellos les agradezco y dedico cada una de estas páginas de mi tesis.

Al Ing. Mg. Juan Paredes Salinas, tutor de este proyecto ya que sin su ayuda el desarrollo de este trabajo hubiera sido más difícil.

A mis amigos y compañeros de clase, con quienes he compartido momentos de estudio y de diversión, con su amistad los obstáculos siempre fueron superados.

Un agradecimiento especial a Víctor Osejo y Marsene Peralvo, por permitirme trabajar en su hotel durante todo el tiempo que fui estudiante, con ello he podido sustentar gran parte de este logro profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PÁGINAS PRELIMINARES

PORTADA.....	i
CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xix
RESUMEN	xxi

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Tema de la investigación.	1
1.2 Planteamiento del problema	1
1.2.1 Contextualización	1
1.2.2 Análisis crítico	4
1.2.3 Prognosis	5
1.2.4 Formulación del problema	5
1.2.5 Preguntas directrices	5

1.2.6 Delimitación del problema	6
1.3 Justificación.....	7
1.4 Objetivos	7
1.4.1 Obejetivo general.....	7
1.4.2 Objetivos específicos	7

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes investigativos	9
2.2 Fundamentación filosófica	12
2.3 Fundamento teórico	13
2.3.1 Historia y evolución del mantenimiento.....	13
2.3.2 Mantenimiento industrial.....	15
2.3.3 Tipos de mantenimiento	19
2.3.4 El mantenimiento correctivo (CM)	21
2.3.5 El mantenimiento preventivo (PM)	24
2.3.6 El mantenimiento predictivo (CBM)	32
2.3.7 Métodos de análisis de fallas	40
1. Definición	46
2. Tipos de amfe	48
3. Descripción del método	50
4. Implantación del amfe	59

2.3.8 Gestión del mantenimiento	60
2.3.9 Fiabilidad	69
2.4 Categorías fundamentales	81
2.5 Hipótesis.....	82
2.6 Señalamiento de variables	82
2.6.1 Variable independiente	82
2.6.2 Variable dependiente	82

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Enfoque	83
3.2 Modalidad básica de la investigación	83
3.2.1 De campo	83
3.2.2 Bibliográfico.....	83
3.3 Nivel o tipo de investigación	84
3.3.1 Exploratorio	84
3.3.2 Descriptiva	84
3.3.3 Correlacional	84
3.4 Población y muestra	84
3.4.1 Población	84
3.4.2 Muestra	85
3.5 Operacionalización de variables.....	86

3.5.1 Variable independiente	86
3.5.2 Variable dependiente	87
3.6 Plan de recolección de la investigación	88
3.6.1 Observación	88
3.7 Procesamiento y análisis	88
3.7.1. Plan de procesamiento	88

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Análisis de los resultados	89
1. Estudio inicial de los laboratorios de materiales y taller de soldadura.	89
2. Análisis de la situación actual física del estado de los laboratorios.	89
3. Análisis de la situación actual del estado de las máquinas y equipos de los laboratorios de materiales y taller de soldadura	90
4. Análisis de los fallos de las maquinas y equipos de los laboratorios de materiales y taller de soldadura.....	90
4.1.1 Estudio inicial de los laboratorios de materiales y taller de soldadura	90
4.1.2 Análisis de la situación actual del estado de los laboratorios.	95
4.1.3 Análisis de la situación actual del estado de las máquinas y equipos de los laboratorios de materiales y taller de soldadura.....	131
4.1.4 Análisis de los fallos de las maquinas y equipos de los laboratorios de materiales y taller de soldadura.....	142
4.2 Interpretación de resultados	179

4.2.1 Resumen e interpretación del análisis actual de las condiciones extremas y mantenimiento.	180
4.2.2 Resumen e interpretación del amfe.	181
4.2.3 Resumen e interpretación del análisis de citicidad.	183
4.3 verificación de la hipótesis	186

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones	188
5.2 Recomendaciones	189

CAPITULO VI

PROPUESTA

6.1 Datos informativos	190
6.2 Antecedentes de la propuesta	191
6.3 Justificación	191
6.4 Objetivos	192
6.4.1 Objetivo general.....	192
6.4.2 Objetivos especificos	192
6.5 Análisis de factibilidad	193
6.6 Fundamentación	193
6.7 Metodología o Modelo operativo	196

6.7.1 Códigos de identificación de las áreas	198
6.7.2 Códigos de identificación de las máquinas y equipos.	201
6.7.3 Elaboración de las fichas de máquinas y equipos.	204
6.7.4 Elaboración de una matriz de limpieza.	205
6.7.5 Elaboración de una matriz de inspección.	206
6.7.6 Elaboración de una matriz de mantenimiento.	207
6.7.7 Elaboración de un plan de mantenimiento.	208
6.7.8 Costos de mantenimiento	209
6.8 Administración	210
6.9 Previsión de la evaluación	211
Bibliografía	212
Anexos	214

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-2 Evolución del Mantenimiento.	14
Figura 2-3 Categorías del Mantenimiento Preventivo	27
Figura 2-4 Organigrama sobre el tipo de mantenimiento a aplicar.....	39
Figura 2-5 Herramientas de la Confiabilidad Operacional.	41
Figura 2-6 Ejemplo Matriz de Criticidad.....	46
Figura 2-7 Modelo de Formato del Método AMFE	50
Figura 2-11 Concepto Actual Del Mantenimiento.....	62
Figura 2-12 Clasificación de los Equipos	63
Figura 2-13 Ejemplo Lógico de la Estructura para codificar un inventario.	64
Figura 2-16 . Evolución de los tipos de mantenimiento	72
Figura 2-17 Interpretación grafica de los Índices TPEF, TPPR, TPR.	81
Figura 4-1 Ubicación Geográfica de la UTA – Huachi.	91
Figura 4-2 Ubicación de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura.	92
Figura 4-3 ESQUEMA ESTRUCTURAL DE LA FICM.	92
Figura 4-4 Durómetro.....	118
Figura 4-5 Horno de Tratamientos Térmicos.....	119
Figura 4-6 Horno de Tratamientos Térmicos y Enfriamiento en Sales Fundidas	120
Figura 4-7 Microscopio Metalográfico.....	122
Figura 4-8 Prensa Hidráulica Manual para Montaje de Probetas	123
Figura 4-9 Cortadora de Muestras Metalográficas.....	124

Figura 4-10 Banco de devaste para cuatro tipos de papel abrasivo.	125
Figura 4-11 Banco de pulido de dos puestos.	127
Figura 4-12 Equipo para Templabilidad Jominy.	128
Figura 4-13 Equipo para Templabilidad Jominy.	129
Figura 4-14 : Taladro Eléctrico de Pedestal.	130
Figura 4-15 Horno Giratorio para Fundir Aluminio y Bronce.	131

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1 Criterios entre Mantenibilidad y Confiabilidad	72
Tabla 2-2 Requisitos de algunos sistemas y enfoque de los indicadores.....	76
Tabla 4-1 Criterios de Evaluación de la Situación Actual de los Laboratorios....	96
Tabla 4-2 Situación actual del Estado de Conservación y Seguridad del laboratorio de Materiales, Área Académica.	97
Tabla 4-3 Situación actual del Estado de Conservación y Seguridad del laboratorio de Materiales, Servicios Higiénicos.	98
Tabla 4-4 Situación actual del Estado de Conservación y Seguridad del laboratorio de Materiales, Seguridad Industrial.....	99
Tabla 4-5 Situación actual del Estado de Conservación y Seguridad del laboratorio de Taller de Soldadura, Área Académica.	100
Tabla 4-6 Situación actual del Estado de Conservación y Seguridad del laboratorio de Soldadura, Servicios Higiénicos.....	101
Tabla 4-7 Situación actual del Estado de Conservación y Seguridad del laboratorio de Taller de Soldadura, Seguridad Industrial.....	102
Tabla 4-8 Resumen del Análisis del Estado de Conservación de las Instalaciones Físicas	103
Tabla 4-9 Máquinas y Equipos existentes, actualmente en el laboratorio de Materiales.....	105
Tabla 4-10 Máquinas y Equipos existentes, actualmente en el Taller de Soldadura.....	106
Tabla 4-11 Criterios para el Análisis del Estado Superficial Actual de las Máquinas y Equipos.....	107
Tabla 4-12 Estado superficial actual de operación de las Máquinas y Equipos del Laboratorio de Materiales.	108

Tabla 4-13 Estado superficial actual de operación de las Máquinas y Equipos del Taller de Soldadura.....	110
Tabla 4-14 Criterio para el Análisis de la Situación Actual del Mantenimiento de las Máquinas y Equipos.	112
Tabla 4-15 Documentación Existente de la Situación Actual del Mantenimiento de las Máquinas y Equipos del Laboratorio de Materiales.	113
Tabla 4-16 Documentación Existente de la Situación Actual del Mantenimiento de las Máquinas y Equipos del Taller de Soldadura.	115
Tabla 4-17 Fallas detectadas en Máquinas y Equipos – Sep. 2012/ Feb. 2013. Laboratorio de Materiales	132
Tabla 4-18 Fallas detectadas en Máquinas y Equipos – Mar. 2013/ Ago. 2013. Laboratorio de Materiales	133
Tabla 4-19 Fallas detectadas en Máquinas y Equipos – Sep. 2012/ Feb. 2013. Taller de Soldadura.....	134
Tabla 4-20 Fallas detectadas en Máquinas y Equipos – Mar. 2012/ Ago. 2013. Taller de Soldadura.....	135
Tabla 4-21 Análisis de Confiabilidad de las Máquinas y Equipos del Laboratorio de Materiales.....	136
Tabla 4-22 Análisis de Confiabilidad de las Máquinas y Equipos del Taller de Soldadura.....	137
Tabla 4-23 Análisis de Mantenibilidad de las Máquinas y Equipos del Laboratorio de Materiales.....	138
Tabla 4-24 Análisis de Mantenibilidad de las Máquinas y Equipos del Taller de Soldadura.....	139
Tabla 4-25 Análisis de Disponibilidad de las Máquinas y Equipos del Laboratorio de Materiales.....	140

Tabla 4-26 Análisis de Disponibilidad de las Máquinas y Equipos del Taller de Soldadura.....	141
Tabla 4-27 Criterio para Evaluar la Gravedad de Fallo o Severidad S	143
Tabla 4-28 Criterio para Evaluar la Probabilidad de Ocurrencia O	144
Tabla 4-29 Criterio para Evaluar la Probabilidad de NO Detección D	144
Tabla 4-30 Análisis Modal de Fallos del Durómetro	145
Tabla 4-31 Análisis Modal de Fallos del Horno de Tratamientos Térmicos.....	146
Tabla 4-32 Análisis Modal de Fallos del Horno de Tratamientos Térmicos y Enfriamiento en Sales Fundidas.....	147
Tabla 4-33 Análisis Modal de Fallos del Microscopio Metalográfico	148
Tabla 4-34 Análisis Modal de Fallos de la Prensa Hidráulica Manual	149
Tabla 4-35 Análisis Modal de Fallos de la Cortadora de Muestras Metalográficas	150
Tabla 4-36 Análisis Modal de Fallos del Banco de Desbaste para Cuatro Tipos de Papel Abrasivo	151
Tabla 4-37 Análisis Modal de Fallos del Banco de Pulido de dos Puestos	152
Tabla 4-38 Análisis Modal de Fallos del equipo para Ensayo de Templabilidad de Probetas Jominy	153
Tabla 4-39 Análisis Modal de Fallos de la Soldadora Eléctrica Miller Dialarc	154
Tabla 4-40 Análisis Modal de Fallos de la Soldadora MIG.....	155
Tabla 4-41 Análisis Modal de Fallos de la Soldadora Miller.....	156
Tabla 4-42 Análisis Modal de Fallos de la Prensa Hidráulica 30 TONS	157
Tabla 4-43 Análisis Modal de Fallos del Taladro Eléctrico de Pedestal 3/4 HP	158

Tabla 4-44 Análisis Modal de Fallos del Horno Giratorio para Fundir Aluminio y Bronce	159
Tabla 4-45 Análisis Modal de Fallos del Esmeril Eléctrico 1HP/Piedra ZTF - TW	160
Tabla 4-46 Criterios para Evaluar Frecuencia de Fallas.	161
Tabla 4-47 Criterios para Evaluar Impacto Operacional.....	162
Tabla 4-48 Criterios para Evaluar Flexibilidad Operacional	162
Tabla 4-49 Criterio para Evaluar Costo de Mantenimiento	162
Tabla 4-50 Criterio para Evaluar Impacto de Seguridad Ambiental y Humana.	162
Tabla 4-51 Cálculo de Criticidad del Durómetro	164
Tabla 4-52 Cálculo de Criticidad del Horno de Tratamientos Térmicos.....	165
Tabla 4-53 Cálculo de Criticidad del Horno de Tratamientos Térmicos y Enfriamiento en Sales Fundidas.....	166
Tabla 4-54 Cálculo de Criticidad del Microscopio Metalográfico.....	167
Tabla 4-55 Cálculo de Criticidad de la Prensa Hidráulica Manual	168
Tabla 4-56 Cálculo de Criticidad de la Cortadora de Muestras Metalográficas	169
Tabla 4-57 Banco de Desbaste para Cuatro Tipos de Papel Abrasivo.....	170
Tabla 4-58 Cálculo de Criticidad del Banco de Pulido de Dos Puestos.....	171
Tabla 4-59 Cálculo de Criticidad del Equipo para Ensayo de Templabilidad de Probetas Jominy	172
Tabla 4-60 Cálculo de Criticidad de la Soldadora Eléctrica Miller Dialarec	173
Tabla 4-61 Cálculo de Criticidad de la Soldadora MIG.....	174
Tabla 4-62 Cálculo de Criticidad de la Soldadura Miller.....	175

Tabla 4-63 Cálculo de Criticidad de la Prensa Hidráulica 30 TONS	176
Tabla 4-64 Cálculo de Criticidad del Taladro Eléctrico de Pedestal	177
Tabla 4-65 Cálculo de Criticidad del Horno Giratorio para Fundir Aluminio y Bronce	177
Tabla 4-66 Cálculo de Criticidad del Esmeril Eléctrico 1HP/PIEDRA ZTF -TW	179
Tabla 4-67 Resumen del Análisis Actual de las Condiciones Externas y Mantenimiento.....	180
Tabla 4-68 Resumen AMFE del Laboratorio de Materiales	181
Tabla 4-69 Resumen AMFE Taller de Soldadura.....	182
Tabla 4-70 Resumen Matriz de Criticidad de Laboratorio de Materiales	183
Tabla 4-71 Resumen Matriz de Criticidad de Taller de Soldadura.....	185
Tabla 6-1 Costo de Mantenimiento por Mano de Obra del Laboratorio de Materiales.....	209
Tabla 6-2 Costo de Mantenimiento por Mano de Obra del Taller de Soldadura	209
Tabla 6-3 Costo Total de Mantenimiento por Mano de Obra De los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura.....	210
Tabla 6-4 Costo total de la Investigación	210

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 4-1 Ubicación de las Máquinas y Equipos del Laboratorio de Materiales	93
Gráfico 4-2 Ubicación de las Máquinas y Equipos del Taller de Soldadura.....	94
Gráfico 4-3 Resumen del Estado Actual de Conservación de las Instalaciones Físicas	103
Gráfico 4-4 Número de Máquinas VS: Años de Operación.	107
Gráfico 4-5 Condiciones Externas de Máquinas y Equipos de Laboratorio de Materiales.....	109
Gráfico 4-6 Promedio de Condiciones Externas del Laboratorio de Materiales.	109
Gráfico 4-7 Condiciones Externas de Máquinas y Equipos de Taller de Soldadura.....	111
Gráfico 4-8 Promedio de Condiciones Externas de Taller de Soldadura.....	111
Gráfico 4-9 Documentación Existente de las Máquinas y Equipos de Laboratorios de Materiales.	114
Gráfico 4-10 Promedio de documentación Existente de la Máquinas y Equipos de Laboratorio de Materiales.	114
Gráfico 4-11 Documentación Existente de la Máquinas y Equipos de Taller de Soldadura.....	116
Gráfico 4-12 Promedio de documentación Existente de la Máquinas y Equipos de Taller de Soldadura.....	116
Gráfico 4-13 Matriz de Criticidad	163
Gráfico 4-14 Matriz de Criticidad del Durómetro	164
Gráfico 4-15 Matriz de Criticidad de Horno de Tratamientos Térmicos	165

Gráfico 4-16 Matriz de Criticidad del Horno de Sales y Enfriamiento en Sales Fundidas.....	166
Gráfico 4-17 Matriz de Criticidad del Microscopio Metalográfico.....	167
Gráfico 4-18 Matriz de Criticidad de la Prensa Hidráulica	168
Gráfico 4-19 Matriz de Criticidad de la Cortadora de Muestras Metalográficas	169
Gráfico 4-20 Matriz de Criticidad del Banco de Desbaste para Cuatro Tipos de Papel Abrasivo	170
Gráfico 4-21 Matriz de Criticidad del Banco de Pulidos de Dos Puestos.....	171
Gráfico 4-22 Matriz de Criticidad del equipo para Ensayos de Templabilidad de Probetas Jominy	172
Gráfico 4-23 Matriz de Criticidad de la Soldadora Eléctrica Miller Dialarec	173
Gráfico 4-24 Matriz de Criticidad de la Soldadora MIG	174
Gráfico 4-25 Matriz de Criticidad de la Soldadura Miller.....	175
Gráfico 4-26 Matriz de Criticidad de la Prensa Hidráulica 30 TONS.....	176
Gráfico 4-27 Matriz de Criticidad del Taladro Eléctrico de Pedestal	177
Gráfico 4-28 Matriz d Criticidad del Horno de Giratorio para Fundir Aluminio .	178
Gráfico 4-29 Matriz de Criticidad del Esmeril Eléctrico 1HP/PIEDRA ZTF – TW	179
Gráfico 4-30 Resumen Matriz de Criticidad del Laboratorio de Materiales	184
Gráfico 4-31 Criticidad del Laboratorio de Materiales. Frecuencia VS Consecuencia	184
Gráfico 4-32 Resumen Matriz de Criticidad Taller de Soldadura	185
Gráfico 4-33 Criticidad del Taller de Soldadura. Frecuencia VS Consecuencia	186

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

TEMA: “ESTUDIO DEL ESTADO ACTUAL DE LAS MÁQUINAS Y EQUIPOS DE LABORATORIO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Y SU INCIDENCIA EN LA FIABILIDAD”

AUTOR: Santiago Eduardo Sánchez Rojas

TUTOR: Juan Gilberto Paredes Salinas

FECHA: Enero del 2014

RESUMEN

En el presente trabajo se muestra la investigación realizada a las Máquinas y Equipos de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura de la Carrera de Ingeniería Mecánica, acerca del estado actual en que se encuentran éstos.

Para el desarrollo de esta investigación se realizó trabajos de campo, aplicando diferentes métodos de fallas como son: el AMFE (Análisis Modal de Fallas y Efectos) y Análisis de Criticidad, con los cuales se encontró que las Máquinas y Equipos tienen diferentes complicaciones tanto en su estado físico como en su estado operacional.

Además de estos métodos aplicados se calculó la mantenibilidad y disponibilidad que fue necesario para encontrar el índice de fiabilidad que presentan los laboratorios estudiados.

Por los resultados encontrados se propone realizar un plan de mantenimiento, el cual ayudará a la conservación y mejora de las Máquinas y Equipos.

CAPÍTULO I

1. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 TEMA DE LA INVESTIGACIÓN.

“ESTUDIO DEL ESTADO ACTUAL DE LAS MÁQUINAS Y EQUIPOS DE LABORATORIO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Y SU INCIDENCIA EN LA FIABILIDAD”.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 CONTEXTUALIZACIÓN

La Fiabilidad, en la ingeniería se define como “la probabilidad de que un dispositivo realice su función bajo determinadas condiciones de funcionamiento, durante un período de tiempo establecido”, su estudio se ha orientado a los tiempos hasta el fallo de dispositivos y componentes de diferente naturaleza con el fin de predecir, la probable ocurrencia de las averías, la rapidez con que se presentan y el instante en que ocurrirán. De esta manera se pueden determinar políticas de mantenimiento y rehabilitación, predicción de costes en mantenimiento de redes de suministro de servicios públicos y en general plazos de garantías en productos y servicios de abastecimiento. (Nachlas J. A., 1995, pág. 18)

En las últimas décadas, las estrictas normas de calidad y la presión competitiva han obligado a las empresas a transformar sus departamentos de mantenimiento. Estos cambios suponen pasar de ser un departamento que realiza reparaciones y cambia piezas o máquinas completas, a una unidad con un alto valor en la productividad total de la empresa, mediante la aplicación de nuevas técnicas y prácticas.

Es así que en china Xuzhou Keyuan Hydraulic Pressure Co. Ltd.¹ explora nuevas vías de crecimiento a la vez que potencia su reputación como fabricante de productos fiables.

Xuzhou Keyuan Hydraulic Pressure Co. Ltd., con sede en la provincia de Jiangsu, al este de China, se esfuerza por alcanzar una sólida posición en la industria nacional de la maquinaria para la construcción, a la vez que pretende mejorar la fiabilidad de sus productos, abrirse a nuevos mercados y consolidar una reputación duradera como empresa líder en su sector.

Han Yongjin, director general y presidente de Keyuan, repasa la evolución de la empresa al cumplir su primera década de existencia.

Keyuan ha sabido aprovechar el auge de la industria de la maquinaria para la construcción en China, dice Han.

Desde sus comienzos, Keyuan ha dado una gran importancia a la fiabilidad de sus productos. Como resultado, las bombas hidráulicas de engranajes y los reductores de la empresa ahora dominan los mercados nacionales de las grúas móviles y de la industria de la automoción.

La fiabilidad es clave para las empresas chinas de accesorios que suministran componentes a la industria de la maquinaria para la construcción. Las pequeñas y medianas empresas deben mejorar la fiabilidad de sus productos para ganarse la confianza de sus clientes. Actualmente, Keyuan se centra en la fabricación de productos altamente fiables a precios competitivos, que es la base para seguir creciendo. Relativamente hablando, las empresas chinas de accesorios pueden diseñar y fabricar, pero son deficientes en lo que respecta a materiales, competencias básicas e investigación de componentes.

¹ Xuzhou Keyuan Hydraulic Pressure Co. Ltd¹., Empresa China que ha creado un departamento exclusivamente para estudios de fiabilidad.

Han explica que si hay algún problema con la fiabilidad de los productos de Keyuan, la empresa se reúne para analizar todos los factores relevantes y sacar conclusiones basadas en los hechos. Keyuan también ha recurrido a Japón en busca de métodos y asesoramiento para una gestión avanzada de la calidad.

En la situación actual es imprescindible, tanto en las grandes como en las medianas empresas, la implantación de una estrategia de mantenimiento predictivo para aumentar la vida de sus componentes, mejorando así la disponibilidad de sus equipos y su confiabilidad, lo que repercute en la productividad de la planta o la empresa.

La gestión del mantenimiento ha evolucionado mucho a lo largo del tiempo. El mantenimiento industrial, día a día, está rompiendo con las barreras del pasado. Actualmente, muchas empresas aplican la frase: “el mantenimiento es inversión, no gasto”.

En Latinoamérica, en algunos países como Colombia y Argentina, la fiabilidad se ha ubicado como uno de los puntos de estudio más importantes para el avance tecnológico e industrial. Según se puede evidenciar en algunos trabajos desarrollados que a continuación citaremos:

Gustavo González, Cynthia Corso, Sandra Olariaga y Clarisa Stefanich Ingenieros Expositores del Primer Congreso de Estudiantes de Ingeniería Mecánica, presentado en la Facultad Regional de Córdoba – UTN, en su trabajo realizado “INTRODUCCION A LA FIABILIDAD, ANALISIS DE FALLO, APLICACION AL DISEÑO Y AL MANTENIMIENTO” ponen en manifiesto la necesidad de fiabilidad desde un punto de vista puramente económico, es deseable una alta fiabilidad para reducir los costos totales del producto. El hecho de que en algunos sistemas militares el costo anual de mantenimiento sea diez veces el costo original del mismo, pone de manifiesto esta necesidad. (Ciclo vida)

En el Ecuador existen varios trabajos desarrollados en relación a la fiabilidad y entre los más destacados encontramos el del señor Ricardo Garzón de la Universidad Politécnica Nacional en su Proyecto Previo a la Obtención del Título de Ingeniero Mecánico “SISTEMA AUTOMATIZADO DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD PARA PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS” desarrolla la importancia del mantenimiento desde su evolución así como sus generalidades y estrategias, hasta abordar la confiabilidad e in fiabilidad y algunos de sus índices, denota la confiabilidad operacional, sus parámetros y fallas.

En su trabajo hace mención a la importancia del mantenimiento centrado en la confiabilidad, describe los requerimientos para su aplicación y como aplicarlos.

Es así como se pueden evidenciar los diferentes trabajos e investigaciones realizadas últimamente tanto a nivel nacional como mundial para la aplicación e importancia de la fiabilidad ya sea en el campo mecánico como en otros campos.

En nuestra provincia especialmente en la ciudad de Ambato en la UTA, tenemos la Carrera de Ingeniería Mecánica la cual cuenta con laboratorios pero lamentablemente se ha visto desatendidos causando un desgaste en sus equipos y máquinas, motivo por el cual no pueden garantizar que sean confiables para el desarrollo de sus actividades.

1.2.2 ANÁLISIS CRÍTICO

Actualmente las exigencias del medio en el que nos desarrollamos son cada vez más fuertes, por lo que debemos hacer algo a tiempo para estar actualizados, siendo así la importancia de los equipos y máquinas de los laboratorios de ingeniería mecánica de la UTA. Que al igual que otros laboratorios debería tener un plan de mantenimiento, pero para que esto ocurra debemos primero analizar el estado actual de los mismos, puesto que por el uso que tienen los equipos y máquinas han sufrido desgastes,

daños, y en algunos casos están inutilizados, lo cual causa también un bajo nivel de confianza, disponibilidad; es decir en general el nivel de fiabilidad que presentan actualmente los equipos y máquinas de los laboratorios de Ingeniería Mecánica podrían ser deficientes.

1.2.3 PROGNÓISIS

Es muy importante hacer énfasis en la fiabilidad de los equipos y máquinas de los laboratorios de Ingeniería Mecánica de la UTA, puesto que si se deja pasar más tiempo los daños que se podrían presentar serían más graves, las máquinas dejarían de funcionar definitivamente y esto causaría un retraso tanto académico como económico en la Carrera, y se verían estancadas las aspiraciones de surgir tanto en acreditaciones nacionales como internacionales. Así el desarrollo tecnológico local también se reflejaría limitado.

1.2.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿El estado actual de las máquinas y equipos de laboratorio de la carrera de Ingeniería Mecánica de la UTA influirá en la fiabilidad para el uso de los mismos?

1.2.5 PREGUNTAS DIRECTRICES

Para el estudio que tiene como finalidad mejorar la fiabilidad de las máquinas y equipos de laboratorio deberemos desarrollar la mejor alternativa de solución, para lo cual será necesario plantearnos algunas interrogantes como:

¿Permitirá una investigación de campo determinar los parámetros de diseño y de trabajo de las máquinas y equipos de los laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura para establecer las mejores condiciones de cuidado que se deben aplicar a los mismos?

¿Será necesario realizar un análisis del estado actual de las máquinas y equipos de los laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura de la

carrera de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la UTA?

¿Las consideraciones de funcionalidad y operación de las Máquinas y Equipos de los laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura, nos permitirá establecer la disponibilidad de los mismos?

¿Se podrá mejorar el estado actual de las máquinas y equipos de los laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura, para incrementar la fiabilidad en los mismos?

1.2.6 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.6.1 Delimitación del Contenido

El presente estudio se llevara a cabo dentro de los parámetros científicos de investigación del campo de ingeniería mecánica con el estudio de diferentes áreas como son Gestión de Mantenimiento, Seguridad Industrial; siendo estas las principales materias y además tomando en cuenta como fuentes de consulta varios libros y textos de la biblioteca de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, y para información global páginas en internet.

1.2.6.2 Delimitación Espacial

El estudio del estado actual de los equipos y máquinas se llevara a cabo en los laboratorios de la Carrera de Ingeniería Mecánica, en la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, Campus de Huachi.

1.2.6.3 Delimitación Temporal

El desarrollo de esta investigación del estado actual de los equipos y máquinas de los laboratorios de Ingeniería Mecánica se lo realizará desde Septiembre 2012 hasta Agosto 2013, tiempo durante el cual se

determinara el correcto plan de trabajo a desarrollar para el problema planteado.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de esta investigación se ve justificado por muchos aspectos, uno de ellos es el grado de importancia, ya que al finalizar el mismo se estaría analizando y conociendo cual es realmente el estado de las máquinas y los equipos de los laboratorios, para de esta manera desarrollar planes que ayuden con la conservación, disponibilidad y confiabilidad de los laboratorios, además de darnos cuenta si se cumple con los requerimientos de las educación actual y las distintas demandas sociales, y así en un futuro implementar normas internacionales que permitan prestar mejores servicios a los estudiantes como a la comunidad en general, que es lo que hoy en día el gobierno solicita.

A más de todo, el estudio es factible de realizarlo puesto que se cuenta con los conocimientos y el personal calificado, la bibliografía y documentación necesaria de la facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBEJETIVO GENERAL

Estudiar el estado actual de las máquinas y equipos de los laboratorios Materiales y Taller de Soldadura de La Carrera de Ingeniería Mecánica para establecer su incidencia en la fiabilidad.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar los parámetros de diseño y de trabajo de las máquinas y equipos de los laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura para establecer las mejores condiciones de cuidado que se deben dar a los mismos.

- Analizar la funcionalidad y operación de los equipos y máquinas de los laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura para establecer la disponibilidad de los mismos.
- Determinar cuáles son los principales inconvenientes que se presentan en las máquinas y equipos de laboratorio de Materiales y Taller de Soldadura para establecer una alternativa de solución a los problemas.
- Evaluar los principales inconvenientes de las máquinas y equipos de laboratorio de Materiales y Taller de Soldadura para implementar un mecanismo que permita mejorar su fiabilidad.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Durante los últimos tiempos se ha realizado diferentes estudios sobre conservación de máquinas y elementos mecánicos a nivel mundial, mostrando un mayor énfasis los Estados Unidos de Norte América tras darse cuenta que en la aviación comercial se sufría más de 60 accidentes por millón de despegues lo que equivale actualmente 2 accidentes diarios de avión en algún lugar del mundo.

“A mediados de 1970, el gobierno de los Estados Unidos de América quiso saber más acerca de la filosofía moderna en materia de mantenimiento de aeronaves. Y solicitaron un reporte sobre éste a la industria aérea. Dicho reporte fue escrito por Stanley Nowlan y Howard Heap de United Airlines. Ellos lo titularon “RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE” (RCM) (Mantenimiento Centrado En La Confiabilidad), fue publicado en 1978, y aún sigue siendo uno de los documentos más importantes en la historia del manejo de los activos físicos. Está disponible en el Servicio de Información Técnica Nacional del Gobierno de los Estados Unidos de América, en Springfield, Virginia.

El Departamento de Defensa aprendió que la aviación comercial había encontrado un enfoque revolucionario para programar el mantenimiento y buscó beneficiarse de ésta experiencia. Nowlan y Heap fueron comisionados para escribir su versión del libro para el Departamento de Defensa de los Estados Unidos de América, el cual estaba mirando en la aviación comercial formas para hacer menos costosos sus planes de

mantenimiento. Una vez que el Departamento de Defensa publicó el libro de Nowlan y Heap, el ejército americano se propuso desarrollar procesos RCM para su propio uso: uno para el ejército, uno para la fuerza aérea, y otro para la armada.

En un esfuerzo separado al principio de 1980, El Instituto para (EPRI por sus siglas en Inglés) la Investigación de la Energía Eléctrica, un grupo de investigación industrial para las compañías generadoras de energía en los Estados Unidos de América realizó dos aplicaciones piloto del RCM en la industria de la energía nuclear americana.

Su interés surgió de la creencia de que ésta industria estaba logrando niveles adecuados de seguridad y confiabilidad, pero se hacía sobremantenimiento masivo a sus equipos. Esto significaba que su principal propósito era reducir costos de mantenimiento en vez de mejorar la confiabilidad, y el proceso RCM era modificado consecuentemente.

Al mismo tiempo, otros especialistas en la formulación de estrategias se interesaron en la aplicación del RCM en industrias diferentes a la aviación. Dentro de éstos, el principal fue John Moubray y sus asociados. Este grupo trabajó inicialmente con el RCM en industrias mineras y de manufactura en Sudáfrica bajo la asesoría de Stan Nowlan, y luego se ubicaron en el Reino Unido. Desde allí, sus actividades se han expandido para cubrir la aplicación del RCM en casi todos los campos del esfuerzo humano organizado, abarcando más de 42 países". (Moubray J., publicado en la página web: <http://confiabilidad.net/articulos/el-camino-hacia-el-rcm/>)

Es así como en varios países incluidos el Ecuador se han desarrollado varios trabajos relacionados con las mejoras de máquinas y equipos de algunos laboratorios, a continuación citaremos aquellos que ayudarían con la realización de nuestra investigación:

LEONARDO CAIZA L. (2006) de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la ESPE en su proyecto previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico desarrolla un “Estudio, diseño e implementación de un sistema de mantenimiento para los laboratorios de la facultad de ingeniería mecánica de la ESPE”, donde hace mención que el mantenimiento industrial es una importante actividad que pretende conservar y mantener bienes en las mejores condiciones y en una alta disponibilidad para que dichos bienes mantengan su prestación de servicios en óptimos términos, en otras palabras el mantenimiento es una herramienta de productividad y de gestión de calidad.

El rápido avance tecnológico, la diversificación de áreas de trabajo, la complejidad de las instituciones, y el alto costo de los bienes hacen que el mantenimiento ya no sea una actividad esporádica y sin control, si no que en estos días se ha convertido en una disciplina definida y con procesos claros y precisos cuyo objetivo es el mantenimiento y conservación de bienes dentro de un sistema técnico-económico-administrativo para la explotación de dichos bienes en las mejores condiciones y con los mejores resultados.

Bajo estos conceptos y percepciones realiza el estudio de los laboratorios, permitiéndole así presentar un trabajo donde pone en manifiesto el manejo de inventarios, manejo de repuestos, entre otros aspectos de vital importancia para la conservación de los equipos y máquinas existentes en su laboratorio.

JENNY A. RIVERA P. (2008) de la Escuela Politécnica Nacional en su proyecto previo a la titulación de Tecnólogo en Mantenimiento Industrial quien desarrolla en su trabajo final “Determinación de los Costos para los Trabajos de Extensión del Laboratorio de Soldadura de la EPN” en donde menciona las ventajas de mantenimiento a los equipos de laboratorio así como y el aporte económico e industrial que este tiene al implementar un sistema de acreditación.

DIEGO R. MEDRANO P. y BYRON J. VEGA G. (2012) en su trabajo de graduación, “Diseño e implementación de un plan integral de mantenimiento y calibración de las máquinas del laboratorio de procesos de manufactura de la escuela politécnica del ejército.” previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico en la ESPE, donde menciona y hace referencia a la importancia de un sistema de mejoramiento continuo en lo que respecta a las tareas de mantenimiento en el laboratorio de Procesos de Manufactura del departamento de Ciencia de Ingeniería y Mecánica, de la ESPE, se ha diseñado un programa computacional basado en un plan integral de mantenimiento que se ajusta a las necesidades particulares del laboratorio, cuyo objetivo es preservar y asegurar la máxima disponibilidad de su maquinaria.

Este trabajo anteriormente mencionado será nuestro principal referente para el desarrollo de nuestra investigación puesto que plantea la realización de un análisis del estado actual de los laboratorios, tomando en cuenta a que áreas de manufactura prestan sus servicios las diferentes máquinas, luego de ello procedió a la inspección de las instalaciones y operación de las máquinas, para luego proseguir con una evaluación del nivel de utilización de las mismas con miras a un mejoramiento en cada área de trabajo.

Por otra parte se desconoce de la aplicación de un sistema de mejoramiento de laboratorios aplicados en la provincia de Tungurahua, menos aún en los laboratorios de la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

La presente investigación se fundamentara en el paradigma crítico propositivo, ya que las características de este paradigma permitirán ser flexibles, conocer el problema planteado tanto en el aspecto teórico como el práctico, permitiéndose tener en cuenta las causas y efectos del

problema, en cuanto a métodos de elaboración que a la presente investigación compete.

Además permitirá una correcta interpretación, comprensión y explicación de las variables involucradas en esta investigación para considerar las cualidades más no las cantidades que en el desarrollo de dicha investigación se podrán encontrar y producir durante el transcurso investigativo del tema.

Mediante el paradigma propuesto se podrá plantear alternativas de solución al presente problema en desarrollo, siempre enfocándose a un desarrollo de fácil comprobación y proporcionando una correcta comprensión.

2.3 FUNDAMENTO TEÓRICO

2.3.1 HISTORIA Y EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO.

A lo largo del proceso industrial vivido desde finales del siglo XIX, la función mantenimiento ha pasado diferentes etapas. En los inicios de la revolución industrial eran los propios operarios quienes se encargaban de las reparaciones de los equipos. Conforme las máquinas se fueron haciendo más complejas y la dedicación a tareas de reparación aumentaba, empezaron a crearse los primeros departamentos de mantenimiento, con una actividad diferenciada de los operarios de producción.

El término "mantenimiento" se empezó a utilizar en la industria hacia 1950 en EE.UU. En Francia se fue imponiendo progresivamente el término "entretenimiento".

El concepto ha ido evolucionando desde la simple función de arreglar y reparar los equipos para asegurar la producción (ENTRETENIMIENTO) hasta la concepción actual del MANTENIMIENTO con funciones de prevenir, corregir y revisar los equipos a fin de optimizar el coste global.

Los servicios de mantenimiento, no obstante lo anterior, ocupan posiciones muy variables dependientes de los tipos de industria:

- ✓ Posición fundamental en centrales nucleares e industrias aeronáuticas.
- ✓ Posición importante en industrias de proceso.
- ✓ Posición secundaria en empresas con costos de paro bajos.

En cualquier caso podemos distinguir cuatro generaciones en la evolución del concepto de mantenimiento: (Díaz J., 2004, pág. 2)

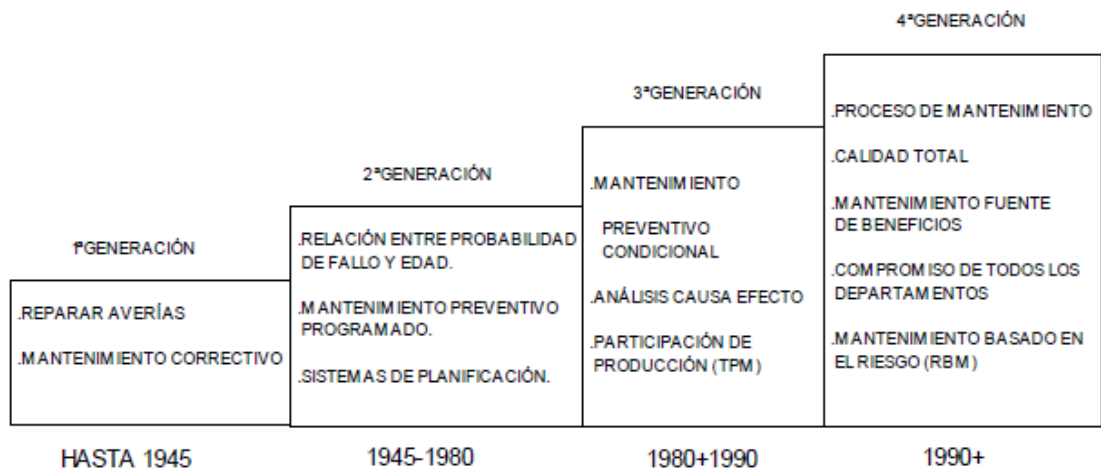


Figura 2-1 Evolución del Mantenimiento.

Fuente: J. Díaz N., Técnicas de Mantenimiento Industrial. Escuela Politécnica Superior – Algeciras Universidad de Cádiz

De lo demostrado en la figura anterior, concluimos que se requiere un cambio de mentalidad en las personas y se utilizan herramientas como:

- ✓ Ingeniería del Riesgo (Determinar consecuencias de fallos que son aceptables o no).
- ✓ Análisis de Fiabilidad (Identificar tareas preventivas factibles y rentables).
- ✓ Mejora de la Mantenibilidad (Reducir tiempos y costes de mantenimiento).

2.3.2 MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Definimos habitualmente mantenimiento como el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible, buscando la más alta disponibilidad y con el máximo rendimiento.

“El mantenimiento industrial engloba las técnicas y sistemas que permiten prever las averías, efectuar revisiones, engrases y reparaciones eficaces, dando a la vez normas de buen funcionamiento a los operadores de las máquinas, a sus usuarios, y contribuyendo a los beneficios de la empresa. Es un órgano de estudio que busca lo más conveniente para las máquinas, tratando de alargar su vida útil de forma rentable para el usuario.

En ese sentido se puede decir que el mantenimiento es el conjunto de acciones necesarias para conservar o restablecer un sistema en un estado que permita garantizar su funcionamiento a un coste mínimo”. (Sanzol L., 2010, pág. 8)

Conforme con la anterior definición se deducen distintas actividades:

- ✓ Prevenir y/o corregir averías.
- ✓ Cuantificar y/o evaluar el estado de las instalaciones.
- ✓ Aspecto económico (costes).

2.3.2.1 La Terotecnología

En los años 70, en Gran Bretaña nació una nueva tecnología, la Tero-
tecnología (del griego conservar, cuidar) cuyo ámbito es más amplio que la simple conservación, sus principales objetivos son:

- ✓ Conservar permanentemente los activos físicos en su mejor estado para evitar tiempos de parada improductivos.
- ✓ Prolongar la vida útil de los equipos y maquinaria el máximo tiempo posible, con funcionamiento eficiente.

- ✓ Efectuar las reparaciones de emergencia, tan pronto y eficazmente como sea posible.
- ✓ Sugerir y proyectar mejoras proactivas en los equipos, para reducir las posibilidades de falla.
- ✓ Llevar a cabo las inspecciones sistemáticas de la planta con suficientes intervalos de control, manteniendo los registros adecuados.
- ✓ Controlar el costo directo del mantenimiento, mediante el correcto y efectivo uso del tiempo, materiales, y servicios del talento humano.

2.3.2.2 Actividades de la Terotecnia

La Ingeniería del Mantenimiento desarrolla permanentemente todas las actividades necesarias para conservar la función principal de los activos físicos, de los sistemas productivos. Sin embargo, todas las actividades realizadas se han caracterizado, para una mejor comprensión, dentro de siete principales que se detallan a continuación:

A) INSPECCIÓN.

Esta actividad consiste en efectuar los análisis del funcionamiento y operación de los equipos, con el fin de determinar su estado físico y las posibilidades de falla, antes de que puedan presentarse y generar una parada del sistema. Las inspecciones pueden ser:

- ✓ **Ligera:** Se realiza en forma superficial, con poca instrumentación.
- ✓ **Profunda:** Requiere instrumentación y herramienta compleja.
- ✓ **Abierta:** El equipo se abre o se desmonta para realizar inspecciones internas.
- ✓ **Cerrada:** No es necesario abrir o desmontar el equipo, esta se realiza generalmente con equipos de diagnóstico.

B) SERVICIO.

Son actividades que se realizan con el fin de mantener la apariencia y las propiedades físicas de los equipos e instalaciones, y son necesarias para la supervivencia de los equipos. Las acciones de servicio más comunes son las siguientes:

- ✓ Limpieza
- ✓ Pintura
- ✓ Desinfección
- ✓ Desoxidación

C) REPARACIÓN

Es la actividad general, consiste en corregir defectos, sustituir partes o piezas del sistema o equipos, que han cesado por efectuar su función principal, para que vuelvan a operar eficientemente. Las reparaciones son fundamentalmente de dos clases:

- ✓ **Reparación Mayor:** Requiere gran cantidad de mano obra y materiales.
- ✓ **Reparación Menor:** Se realiza con menor utilización de la mano de obra, en poco tiempo y con poco herramental.

La reparación es la principal actividad que desarrolla el Mantenimiento Reactivo, caracterizado por la presencia de fallas.

D) MODIFICACIÓN.

Es la actividad consistente en alterar el diseño de los equipos, sistemas e instalaciones, para simplificar la operación y el mantenimiento, o para satisfacer necesidades particulares de producción. Las modificaciones pueden ser de tres tipos:

- ✓ **De simplificación:** Para lograr operaciones más eficientes o simplificar el mantenimiento, con disminución de costos.

- ✓ **De adaptación:** Con la finalidad de aumentar el nivel de producción, o por cambio del producto.
- ✓ **Por necesidad:** Debida a la obsolescencia de los activos, o al trabajo para obtener reemplazos y repuestos.

De las modificaciones deben quedar registros precisos, en tiempo real, para que el mantenimiento sea planeado con base al nuevo estado.

E) FABRICACIÓN.

Es la actividad consistente en la manufactura de piezas o herramientas para mantenimiento; o de parte de repuestos de difícil adquisición, con el fin de reparar, modificar o realizar servicios a equipos e instalaciones.

F) MONTAJE.

Es la actividad consistente en establecer, arrancar y poner en operación normal, equipos nuevos o reconstruidos. Los montajes tienen como una ventaja muy importante el adiestramiento que se adquiere por parte de los trabajadores que posteriormente se encargan de operar o mantener estos equipos, puesto que generalmente los montajes son dirigidos por técnicos especialistas, o por los mismos fabricantes.

G) CAMBIO.

Actividad que implica el remplazo de partes o equipos que han agotado su vida útil, y su reparación o recuperación ya no es económica. Todas las actividades de cambio deben fundamentarse en las necesidades de modernización, o de ajuste en las líneas de producción para mejorar la eficiencia, aumentar la capacidad productiva, o la calidad del producto.

Son misiones de mantenimiento:

- ✓ La vigilancia permanente y/o periódica.
- ✓ Las acciones preventivas.
- ✓ Las acciones correctivas (reparaciones).

- ✓ El reemplazamiento de maquinaria.

El diseño e implementación de cualquier sistema organizativo y su posterior informatización debe siempre tener presente que está al servicio de unos determinados objetivos. Cualquier sofisticación del sistema debe ser contemplada con gran prudencia en evitar, precisamente, de que se enmascaren dichos objetivos o se dificulte su consecución.

En el caso del mantenimiento su organización e información debe estar encaminada a la permanente consecución de los siguientes objetivos:

- ✓ Aumentar la disponibilidad de los equipos hasta el nivel preciso.
- ✓ Reducir los costes al mínimo compatible con el nivel de disponibilidad necesario.
- ✓ Mejorar la fiabilidad de máquinas e instalaciones.
- ✓ Asistencia al departamento de ingeniería en los nuevos proyectos para facilitar la mantenibilidad de las nuevas instalaciones. (García O., (2012) pág. 40-42)

2.3.3 TIPOS DE MANTENIMIENTO

Un sistema de gestión de mantenimiento busca garantizarle a los clientes internos o externos, que el parque industrial esté disponible, cuando lo requieran con *Disponibilidad, Contabilidad y Seguridad Total*, durante el tiempo necesario para operar, con los requisitos técnicos y tecnológicos exigidos, para producir bienes o servicios que satisfagan las condiciones, deseos o requerimientos de los clientes, en cuanto a la calidad, cantidad y tiempo solicitados, en el momento oportuno, al menor costo posible y con los mejores índices de productividad, rentabilidad y competitividad.

En la práctica real del mantenimiento industrial solo existen dos tipos, o formas fundamentales de hacer mantenimiento:

- ✓ Mantenimiento Reactivo.
- ✓ Mantenimiento Proactivo.

El *Mantenimiento Reactivo* es el conjunto de actividades desarrolladas en los sistemas, equipos, máquinas, instalaciones, o edificios, cuando a causa de una falla, se requiere recuperar su función principal. Como su nombre lo indica, las acciones de mantenimiento reaccionan a las fallas y se ejecutan para corregirlas.

El *Mantenimiento Proactivo* es el sistema opuesto del sistema reactivo, es decir, las acciones de mantenimiento se realizan antes de presentarse la falla del equipo. En la operación proactiva la prevención de las fallas se hace a través de inspecciones y de acciones preventivas y predictivas. El objetivo del Mantenimiento Proactivo es por tanto, anticiparse a la probabilidad de ocurrencia de las fallas.

Teniendo en cuenta los diversos sistemas de mantenimiento que se han popularizado a través del tiempo, se puede mencionar que existen varias formas comunes de efectuar el Mantenimiento Reactivo, entre ellas:

- ✓ Mantenimiento Reparativo
- ✓ Mantenimiento de Emergencia
- ✓ Mantenimiento Correctivo
- ✓ Mantenimiento Reconstructivo.

De igual manera existen diferentes formas comunes, de realización del Mantenimiento Proactivo, en el pasado, entre ellas:

- ✓ Mantenimiento Preventivo
- ✓ Mantenimiento Predictivo
- ✓ Mantenimiento Detectivo
- ✓ Mantenimiento Mejorativo.

Dentro de todas estas metodologías sobresalen por su mayor utilización principalmente tres, que se han establecido como los sistemas básicos de hacer mantenimiento, y son:

- ✓ Mantenimiento Correctivo (CM).

- ✓ Mantenimiento Preventivo (PM).
- ✓ Mantenimiento Predictivo (CBM).

Todas las restantes metodologías de implementación de mantenimiento son sistemas mixtos que utilizan los tres sistemas básicos, dependiendo del desarrollo de sus procesos, y a su vez agrupan varias herramientas elementales, que se denominan *Estrategias de Gestión Moderna* del mantenimiento, o estrategias de *Confiabilidad Operacional* dentro de un adecuado sistema de *Gestión de Activos*; las más destacadas durante los últimos cuarenta años, y que se tratan en el capítulo quinto, son las cuatro siguientes:

- ✓ Mantenimiento Productivo Total (TPM).
- ✓ Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM).
- ✓ Optimización del Mantenimiento Planeado (PMO).
- ✓ Optimización Integral del Mantenimiento (MIÓ).

2.3.4 EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO (CM)

2.3.4.1 Generalidades

El *Mantenimiento Correctivo* son todas las actividades para corregir las causas de las fallas, ejecutadas en los equipos, máquinas, instalaciones o edificios, cuando a consecuencia de una falla, han dejado de prestar la calidad del servicio para la cual fueron diseñados. Por tanto, las labores que deben llevarse a cabo tienen por objeto la recuperación inmediata de la calidad del servicio.

Toda labor de *Mantenimiento Correctivo*, exige atención inmediata, por lo cual esta no puede ser debidamente programada y en ocasiones solo se tramita y controla por medio de reportes "*Máquina fuera de servicio*" y en todos los casos el personal debe efectuar los trabajos enteramente indispensables para seguir prestando el servicio, reduciendo al mínimo el tiempo de parada y la producción perdida. El sistema correctivo es el tipo de mantenimiento más usado, ya que es el que requiere de menor

conocimiento, organización y en principio menor esfuerzo, aunque esto realmente no es así pues demanda cantidad de trabajo anormal, por lo general, fuera de horas hábiles.

2.3.4.2 Recursos Necesarios

Las averías y los paros en maquinaria se presentan aún en las fábricas que cuentan con un buen sistema de Mantenimiento Preventivo. Para la rápida solución de los problemas se requiere contar con un equipo de reparaciones especialmente preparado en los diversos tipos de equipos y máquinas dentro de la planta.

Los cuatro factores más importantes en todo sistema de Mantenimiento Correctivo son:

- ✓ El Talento Humano.
- ✓ Los Equipos (Maquinaria, herramientas, elementos de medición y control).
- ✓ El suministro de repuestos.
- ✓ La organización y las actividades de control.

Los recursos físicos y el *Talento Humano* se deben integrar, coordinar y complementar adecuadamente para lograr la eficiencia requerida en las labores urgentes. El Talento Humano debe ser debidamente explotado, pues es imposible mantener un equipo suficiente para atender todas las solicitudes de inmediato, o en circunstancias adversas; por lo tanto, es deber del líder del equipo, decidir las prioridades en la ejecución de los trabajos, con las personas adecuadas, para lograr la minimización de los costos.

Otro aspecto importante a considerar, es que el personal que se envía a efectuar las reparaciones este dotado de las herramientas y los equipos apropiados para que pueda desempeñar su labor con rapidez y eficacia; es decir, que cuente con los recursos físicos en el momento oportuno, así como con un conveniente suministro de repuestos y partes de

recambio. Debe también instruirse acerca de la labor específica a realizar y de los procedimientos lógicos a emplear para minimizar la posibilidad de fallas o errores humanos y así poder aprovechar los recursos disponibles.

2.3.4.3 Razones de Alto Mantenimiento Correctivo

Existen siete razones principales para tener un excesivo Mantenimiento Correctivo:

- ✓ Mantener los equipos 100% del tiempo programados para producir.
- ✓ Permitir tiempos muy limitados para los trabajos de mantenimiento.
- ✓ Falta de inventario conveniente y económico de refacciones.
- ✓ Mala calidad de los trabajos por la premura de su realización.
- ✓ Mala planeación y programación de los trabajos originados en fallas imprevistas.
- ✓ Mala estimación de la carga de trabajo necesaria.
- ✓ Falta de diagnóstico acertado de las causas de las fallas anteriores.

2.3.4.4 Proceso Resolutivo al Mantenimiento Correctivo

Se debe tener en cuenta los siguientes puntos para un correcto proceso resolutivo de los problemas presentados en Mantenimiento Correctivo:

- ✓ Identifique su problema!
- ✓ Diagnostique su causa raíz!
- ✓ Proponga soluciones alternativas!
- ✓ Evalúe y decida!
- ✓ Planee la mejor solución!
- ✓ Establezca prioridades, Clasifíquelas!
- ✓ Determine la carga de trabajo!
- ✓ Confronte la carga y la fuerza de trabajo!
- ✓ Programe!
- ✓ Dirija y realice!

- ✓ Controle y corrija!

2.3.4.5 Ventajas

- ✓ No se requiere una gran infraestructura ni una elevada capacidad de análisis.

2.3.4.6 Inconvenientes

- ✓ Las averías se presentan de forma imprevista lo que origina trastornos en la producción.
- ✓ Riesgo de fallos de elementos difíciles de adquirir, lo que implica la necesidad de un "stock" de repuestos importante.
- ✓ Baja calidad del mantenimiento como consecuencia del poco tiempo para reparar.

2.3.4.7 Aplicaciones

- ✓ Cuando el coste total de las paradas ocasionadas sea menor que el coste total de las acciones preventivas.
- ✓ Esto sólo se da en sistemas secundarios, cuya avería no afecta de forma importante en la producción.

Estadísticamente resulta ser el más aplicado en la mayoría de industrias.

2.3.5 EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO (PM)

Son múltiples las definiciones que se encuentran para el Mantenimiento Preventivo, pero todas ellas coinciden en la intervención del sistema, o equipo, antes de presentarse la falla. Una definición de Mantenimiento Preventivo puede ser: *"El conjunto de actividades programadas a equipos en funcionamiento que permiten en la forma más económica, continuar su operación eficiente y segura, con tendencia a prevenir las fallas y paros imprevistos".*

Esto significa que un programa de Mantenimiento Preventivo incluye dos actividades básicas:

- ✓ Inspección periódica de los equipos de industria, para descubrir las condiciones que conducen a paros imprevistos de producción, y
- ✓ Conservación de la planta para anular dichos aspectos, adaptarlos o repararlos cuando se encuentren aún en etapa incipiente.

Para una buena implementación se requiere una aplicación selectiva del programa de Mantenimiento Preventivo; se considera que es demasiado riesgo aplicarlo a toda la planta de una vez, lo mejor es ir construyendo el programa paso a paso, sin importar que tan rápidamente sea posible su integración; hasta cuando se termine una etapa se deba comenzar la siguiente. Una vez que se armen los programas de inspección y la lista de tareas a realizar, estas se deben ejecutar periódicamente puesto que el desarrollo mismo del plan va dando las pautas para las correcciones a que haya lugar. Es conveniente, también, que una vez implementado el programa sea manejado con suma honestidad, es decir que los trabajos programados sean realizados a conciencia y que los informes se ajusten exactamente a las labores realizadas.

Un plazo prudencial para la implantación de un sistema de PM es de dos a tres años. La impaciencia puede malograr el desarrollo del programa, por tanto, es necesario que todas las personas relacionadas se enteren también de las dificultades que se presentan, para que colaboren de la mejor forma posible en el mejoramiento del programa. Se puede afirmar además, que implantar el *Mantenimiento Preventivo* exige un cambio de mentalidad, una férrea voluntad de hacerlo y un sólido convencimiento de la bondad del sistema.

En síntesis, un sistema de Mantenimiento Preventivo (PM) cubre todos los mantenimientos programados a la planta, los cuales son llevados a cabo con el objeto de prevenir la ocurrencia de las fallas, o para detectar fallas

prematuras antes de que desarrollen una parada inesperada de la maquinaria, o de los sistemas de control, que desencadenen problemas a la producción.

2.3.5.1 Categorías del Mantenimiento Preventivo

El objetivo del Mantenimiento Preventivo es asegurar la Disponibilidad, la Confiabilidad y la Mantenibilidad de los sistemas productivos con la aplicación de un plan de mantenimiento eficaz. La *Disponibilidad* puede definirse como la probabilidad estadística de que el sistema productivo pueda funcionar debidamente cuando se requiera, dentro de un período de tiempo determinado.

La *Confiabilidad* es la probabilidad estadística de que el sistema no falle, dentro de su operación normal, en un momento determinado. Una de las características fundamentales de un equipo bien diseñado, es que pueda mantenerse o repararse correctamente durante el tiempo especificado para ello; esto es la *Mantenibilidad* o facilidad de mantenimiento, que se puede definir como la probabilidad estadística de que el equipo pueda ser reparado correctamente durante un periodo de tiempo dado.

El Mantenimiento Preventivo puede basarse en las condiciones reales de los equipos, o en los datos históricos de fallas del equipo; el primer caso se conoce como CBM, que es la sigla en inglés de *Mantenimiento Basado en Condición o Mantenimiento Predictivo*, que por su gran desarrollo y los logros obtenidos, desde la década de los setentas del siglo pasado, se ha considerado como un nuevo sistema básico del mantenimiento, que se estudia más adelante; y el segundo caso ha dado origen a una nueva tecnología del mantenimiento denominada PMO, que es la sigla en inglés de *Optimización del Mantenimiento Planeado*, y cuyo desarrollo solo se alcanza en el presente siglo.

La figura 2-3 presenta una clasificación del Mantenimiento Preventivo en la actualidad. Consta de dos categorías, claramente diferenciadas, la

una basada en las condiciones observables durante la operación del equipo, y la otra tiene como base la estadística y la confiabilidad. En la primera categoría se considera la condición operacional del sistema. La segunda categoría basada en la obtención de los registros históricos de fallas, se realiza con base en el uso, o en el tiempo de operación.

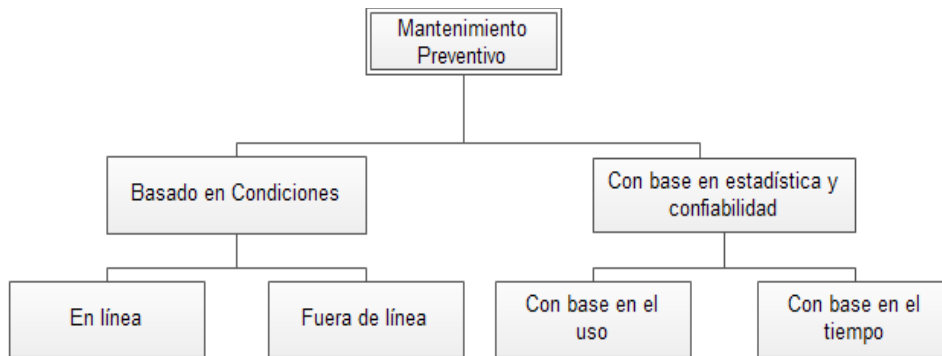


Figura 2-2 Categorías del Mantenimiento Preventivo

Fuente: García O., (2012). *Gestión Moderna del Mantenimiento* Primera Edición. Bogotá: Editoriales de la U. (pp. 58)

En el Mantenimiento Predictivo (CBM), la condición del equipo se define vigilando los parámetros claves de operación, cuyos valores se afectan por su estado real. Para medir estas condiciones se utilizan técnicas de diagnóstico de amplia divulgación, entre las que se pueden enumerar el Análisis de Vibraciones, la Termografía Infrarroja o la Termovisión, los Análisis de Lubricantes, el Ultrasonido, la Visión Remota, la Radiografía Industrial, el Mecanálisis de Ruidos, el Método de Impulsos de Choque, la Cronografía Ultravioleta, los Ensayos no Destructivos, el Monitoreo de Efectos Eléctricos y Magnéticos, y varias más que aparecen todos los días.

El Mantenimiento Preventivo con base en *Estadística y Confiabilidad*, se puede realizar teniendo en cuenta el uso, o las condiciones particulares del equipo, y considerando el histórico de tiempos de operación normal. El análisis con base en el uso, toma como parámetro principal los datos históricos de falla de los equipos para determinar el tipo de distribución estadística que más se ajuste a su comportamiento real. Para la fijación

de las frecuencias de intervención es necesario implementar múltiples conocimientos, acerca de la distribución estadística de las fallas, o de la medición de la Confiabilidad en función del tiempo de operación de los equipos o sistemas.

El Mantenimiento Preventivo basado en el tiempo, es el mantenimiento tradicional que se lleva a cabo fundamentado en las horas de operación del sistema, o con un calendario preestablecido de intervenciones, que está de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes, que luego se van ajustando por los resultados obtenidos con la aplicación de estas recomendaciones. Este sistema requiere de un alto nivel de planeación, donde las rutinas definidas, así como sus frecuencias de intervención, que se ejecutan periódicamente, son bien conocidas.

2.3.5.2 Ventajas del Mantenimiento Preventivo

Cualquier programa de Mantenimiento Preventivo bien proyectado, que sea convenientemente aplicado, proporciona beneficios que sobrepasan los costos. Entre las múltiples ventajas del Mantenimiento Preventivo, las más importantes son las siguientes:

- ✓ Reducción de las paradas imprevistas de los equipos. Se disminuye el tiempo ocioso, en relación con todo lo que se refiere a economías y beneficios para la compañía.
- ✓ Menor necesidad de reparaciones o reconstrucciones en gran escala, y menor número de mantenimientos repetitivos, por lo tanto, menor acumulación de la carga de trabajo.
- ✓ Menor necesidad de operación continua de los equipos, reduciendo con ello la inversión de capital.
- ✓ Disminución de los pagos por tiempo extra del personal, originados por las reparaciones imprevistas.
- ✓ Reducción de los costos de mantenimiento, de materiales y de mano de obra, para los activos que se encuentran en el programa.

- ✓ Aplazamiento de grandes desembolsos por reemplazos prematuros de planta o equipo, debido a la mejor conservación de los activos, y al incremento de su vida útil probable.
- ✓ Mejor control de refacciones, lo cual conduce a tener un inventario menos costoso.
- ✓ Menor número de productos rechazados, menos desperdicios, mejor control de calidad, por la correcta adaptación del equipo.
- ✓ Menores costos unitarios, al aumentar la disponibilidad de equipos, y por tanto, el tiempo útil de producción.
- ✓ Mayor seguridad para operarios y maquinaria.
- ✓ Es fuente incalculable de valiosos datos estadísticos.

2.3.5.3 Programas de Mantenimiento Preventivo

Un plan de Mantenimiento Preventivo debe ser flexible, dinámico, muy laborioso y cambiante con las experiencias adquiridas. Los principales programas de PM de aplicación industrial se pueden agrupar en tres:

Mantenimiento Preventivo Periódico Permanente. Programa de actividades realizado de acuerdo a un orden lógico de acciones de mantenimiento, basadas en las recomendaciones de los fabricantes.

Mantenimiento Preventivo Periódico Productivo. Es un programa elaborado en un 100% de acuerdo con las necesidades productivas de la organización, se realiza después de elaborar los programas de producción.

Mantenimiento Preventivo Periódico por Over Haul. Programa de actividades aplicable en las paradas generales de planta que paran totalmente las actividades productivas durante una o dos veces al año.

Es necesario concientizar las áreas de producción y mantenimiento, de las necesidades productivas y de manutención, para que conjuntamente se elaboren los programas de Mantenimiento Preventivo para lograr el mayor beneficio posible.

2.3.5.4 Aplicación de los Programas

Antes de aplicar un programa de *Mantenimiento Preventivo* es necesario cubrir dos etapas fundamentales: la *programación* y la *implementación* propiamente dicha. En la etapa de *programación* se deben cubrir cuatro actividades importantes:

- ✓ *Determinar el orden de prioridades del programa de Mantenimiento Preventivo.* Que es la escogencia de los equipos para determinar en qué orden se deben realizar las diferentes labores de Mantenimiento Preventivo estableciendo además, hojas de vida con datos técnicos y todas aquellas especificaciones que se juzguen necesarias. Los datos consignados servirán para comprobar las características del equipo cada vez que sean requeridos, y con base en ellos realizar una mejor programación preventiva.
- ✓ *Clasificar los Tipos de Programas.* Básicamente en dos: aquellos que no requieren parar el equipo, y los que deben estar acompañados de una parada programada del equipo, pues la clase de inspecciones necesarias así lo requieren.
- ✓ *Preparación del Manual de Inspecciones.* La preparación consiste en recopilar y tener disponible toda la información necesaria para la elaboración de:
 - Instrucciones de montaje
 - Instrucciones de operaciones
 - Manuales de mantenimiento y
 - Formatos de inspección.

Esta información debe ser obtenida de las casas fabricantes, de las empresas de servicio especializado, los técnicos especialistas, o de las personas más experimentadas en operación y mantenimiento de los respectivos equipos.

Integración de los Grupos de Trabajo. Según las necesidades precisas, los grupos de trabajo deben ser formados de acuerdo con el tipo de acciones a desarrollar y la capacitación y entrenamiento requeridos. Cuando se hace con base en el nivel jerárquico los grupos de trabajo, generalmente son de tres tipos:

- Profesionales experimentados
- Supervisores o técnicos experimentados
- Operarios experimentados.

2.3.5.5 Frecuencia de las Inspecciones

Un aspecto esencial para lograr una buena programación del PM basado en uso es la fijación de las frecuencias de inspección, lo cual influye de manera directa en los costos y economías del programa. La decisión de cuan a menudo inspeccionar es básicamente un asunto experimental. La etapa básica en la fijación del ciclo de frecuencia es el análisis técnico del equipo que tenga en cuenta los siguientes puntos:

- ✓ *Edad, condición y costo.* El activo más antiguo y con mayor deterioro requiere servicios de inspecciones más frecuentes, pero siempre con base en el análisis técnico-económico que justifique la inversión en su mantenimiento.
- ✓ *Severidad del servicio.* Según la carga de trabajo de un equipo debe variar la frecuencia de inspección; para equipos idénticos, el de carga más severa requiere ciclos más cortos.
- ✓ *Requisitos de seguridad.* Dependiendo de los riesgos que afectan la seguridad de personas e instalaciones, las frecuencias de inspección deben aumentarse para disminuir al mínimo las situaciones que generen condiciones peligrosas.
- ✓ *Susceptibilidad de deterioro.* Con base en la vida útil probable y en las condiciones medio ambientales, la posibilidad de deterioro varía considerablemente y por tanto la frecuencia de inspección debe ser mayor para las condiciones más desfavorables.

- ✓ *Condiciones particulares de operación.* Las frecuencias de inspección deben ajustarse con base en las condiciones de funcionamiento, del equipo tomado individualmente, que tienen que ver con operación inadecuada, sobrecargas, vibraciones debidas al sistema de montaje, susceptibilidad de perder los ajustes, etc.

En el proceso de determinación de frecuencias se debe adicionalmente, revisar las recomendaciones de los fabricantes para fijar las condiciones propias de la planta, y mientras no se tengan motivos suficientemente justificados lo mejor es seguir esas recomendaciones.

2.3.6 EL MANTENIMIENTO PREDICTIVO (CBM)

El sistema de Mantenimiento Predictivo se define como "El conjunto de actividades, programadas para detectar las fallas de los activos físicos, por revelación antes de que sucedan, con los equipos en operación y sin perjuicio de la producción, usando aparatos de diagnóstico y pruebas no destructivas".

Aunque existe multiplicidad de técnicas de aplicación del Mantenimiento Predictivo como el Ultrasonido, la Radiografía, la Termografía Infrarroja, o la Termovisión, los Análisis de Lubricantes, el Mecanálisis de Ruidos, la Inspección Visual Remota, la Cronografía Ultravioleta, el Método de Impulsos de Choque, el Análisis de Furanos, y otra serie de pruebas no destructivas, se ha popularizado que el Mantenimiento Predictivo se basa en la medición y Análisis de Vibraciones, y tiene como principio el hecho de que si un equipo está operando en buenas condiciones, no debe ser intervenido.

Las vibraciones son una medida excelente para evaluar las condiciones mecánicas de un equipo; antes que una causa, la vibración es un síntoma de una falla potencial, cuyo origen se puede determinar por medio del análisis espectral de la frecuencia de vibración. El nivel de vibración es un

indicador tan importante del estado de la maquinaria, como lo es la temperatura del cuerpo para el ser humano; cualquier anomalía en el nivel de vibración indica sin lugar a dudas cambio y posible deterioro en las condiciones del activo.

En forma generalizada un sistema de Mantenimiento Predictivo consiste en llevar un control periódico de los niveles de vibración de cada equipo teniendo como parámetros de medición, las características de vibración, la variación de temperaturas y el aumento del consumo de energía. Los elementos característicos de una señal de vibración son: Su frecuencia, su ángulo de fase y su amplitud, esta última puede ser medida como el desplazamiento, la velocidad o la aceleración de la vibración. Por tanto, un análisis comparativo de los cambios, donde los niveles de vibración son confrontados con patrones preestablecidos, permite a través de una técnica confiable, lógica y segura, diagnosticar el defecto específico; con la frecuencia de la vibración se determina el tipo de falla, mientras que la amplitud de la vibración determina la severidad del daño, con un alto grado de exactitud.

Como cada sistema productivo tiene preestablecidos sus parámetros de operación en condiciones óptimas y sus límites permitidos de vibración, cuando estos patrones varían indican los cambios en el funcionamiento del equipo, que al ser analizados determinan las actividades correctivas que se deben tomar, programando la reparación u operación del equipo con el conocimiento real de sus necesidades.

2.3.6.1 Mantenimiento Preventivo contra Predictivo

Debido al alto costo de la inversión, reparación y reemplazo, así como la alta interdependencia de la maquinaria, en los procesos productivos, su protección ha llegado a tener máxima prioridad. Esto significa mantener las máquinas en óptimas condiciones y pararlas solamente cuando sea indispensable. Para esto se requiere la capacidad de detectar problemas

en su primera etapa de formación, antes de que prospere lo suficiente para originar los daños.

Como una actividad básica en la protección de maquinaria, se introdujo hace ya bastante tiempo, el sistema de *Mantenimiento Preventivo*, que como se trató anteriormente, consiste en inspeccionar periódicamente las máquinas, en lapsos de tiempo estimados, con base en estadísticas y fruto de la observación y expertez del personal de mantenimiento. Sin embargo, para que la inspección determine el estado de funcionamiento real del equipo y se puedan identificar sus fallas, es necesario que esta sea una inspección abierta, que en muchos casos se convierte en el más grave inconveniente del proceso, lo cual no se presenta en el sistema de *Mantenimiento Predictivo*.

En las inspecciones preventivas cuando una máquina está operando en condiciones aceptables, se desarma y se vuelve a armar, por experiencia se ha demostrado que en más del 20% de los casos se incluyen defectos que inicialmente no tenía y que darán origen a fallas prematuras, que no se hubieran presentado si no se realiza la inspección. Con el diagnóstico predictivo, el uso de sensores, acelerómetros y demás instrumentos de análisis, se evade el problema, y se evitan las paradas preventivas, con lo cual se protegen los equipos, en el aspecto de disponibilidad productiva esencialmente.

Todas las máquinas dan señales de advertencia que predicen las fallas inminentes. La correcta aplicación y uso temprano de las herramientas de *Mantenimiento Predictivo* ayudan gradualmente en la identificación de problemas urgentes antes de que ellos se vuelvan catastróficos. Con el uso del diagnóstico temprano y los mecanismos de alerta por parte de mantenimiento, la falla es identificada, proporcionando a los líderes la información necesaria para una planeación objetiva.

Otro aspecto importante a considerar en la comparación de los sistemas de mantenimiento, es lo concerniente al costo y reducción del inventario

de refacciones, que en las actividades preventivas en la mayoría de los casos, se aumenta en forma considerable, por cuanto muchas partes son cambiadas antes del término de su vida útil segura, para prevenir fallas. Mediante el *Mantenimiento Predictivo* las refacciones son reemplazadas acertadamente, solo cuando están próximas a fallar, es decir se logra su máxima utilización, que se traduce en reducción de costos. El principio de ejecución del sistema predictivo, dice que solamente se interviene el equipo, cuando los instrumentos detectan una próxima falla en un rango específico de severidad.

Con el *Mantenimiento Preventivo* se tiene la tendencia a realizar excesivo mantenimiento si se cuenta con los recursos, o a realizar inspecciones superficiales permitiendo las fallas, cuando el personal es insuficiente, o no está debidamente capacitado. Mediante el *Mantenimiento Predictivo* se programa con suficiente anticipación el mantenimiento estrictamente necesario, y de esta forma se disminuyen los costos del departamento.

2.3.6.2 Beneficios del Mantenimiento Predictivo

La inversión que se haga en Mantenimiento Predictivo es absolutamente justificada, si se alcanza el objetivo fundamental del programa, con los consiguientes ahorros derivados de los beneficios generales, entre los cuales se pueden considerar:

- ✓ La detección precoz de fallas incipientes que convierten los daños en rutinas programadas de mantenimiento.
- ✓ La eliminación de inspecciones periódicas de mantenimiento, en que hay que desarmar los equipos.
- ✓ Aumento del intervalo entre las revisiones detalladas e inspecciones generales de mantenimiento preventivo.
- ✓ Eliminación casi total de las fallas accidentales, lo cual se refleja en una mayor productividad.

- ✓ Aumento del factor de servicio por determinación de la severidad de los problemas y disminución del tiempo de paro necesario para las reparaciones debidamente programadas.
- ✓ Ahorro y disminución del inventario de repuestos, ya que estos se reemplazan solamente cuando se les ha agotado su vida útil.
- ✓ Corrección a tiempo de muchos problemas de montaje que generan fallas recurrentes en la maquinaria.
- ✓ Reducción del número de equipos en Stand-by gracias al incremento de la confiabilidad de los que se encuentren en operación.
- ✓ Ahorro apreciable en los consumos de energía, cuando los equipos trabajan en óptimas condiciones.
- ✓ Garantía del cumplimiento de las características de diseño y mejora general de la seguridad de equipos e instalaciones.

Cuando se ha logrado crear conciencia de los beneficios del sistema y se ha tomado la decisión de implantarlo, al evaluar las alternativas se debe tener en cuenta, que debido a la existencia de múltiples métodos para el diagnóstico de los equipos, todos ellos tienen características diferentes. Los sistemas portátiles garantizan menor protección a más bajo costo, mientras que los automáticos más sofisticados protegen muy bien las máquinas a un precio considerablemente mayor, pero para cada planta y proceso hay un sistema de medición que efectivamente puede salvar a la compañía de millonarias pérdidas.

2.3.6.3 Implementación del Mantenimiento Predictivo

Para la implementación de un sistema de Mantenimiento Predictivo, que lógicamente supone una inversión relativamente considerable, se debe hacer un estudio particularizado de las condiciones de la organización, y un análisis concienzudo, que evalúe y resuelva las alternativas iniciales basándose en los siguientes puntos:

1. Establecimiento de la necesidad del sistema. Para ello se requiere un análisis detallado utilizando dos criterios fundamentales:

- ✓ Criterio Económico
- ✓ Criterio Estratégico.

El criterio económico analiza los costos de mantenimiento en función de sus tres componentes:

- ✓ Costo de mano de obra
- ✓ Costo de equipos y repuestos
- ✓ Costo de producción perdida.

El análisis de costos compara la inversión en mantenimiento como costo directo y costo del tiempo perdido, y cuando éste último es muy grande se justifica un aumento en la inversión, ya que el costo mínimo total se obtiene cuando el costo anual, o de un período de tiempo seleccionado, de la producción perdida es aproximadamente igual a la suma del costo anual del personal y demás recursos físicos.

El criterio estratégico considera la incidencia de diferentes factores que determinan la capacidad del sistema productivo de la empresa, entre los que se destacan:

- ✓ Volumen de paradas
- ✓ Volumen de maquinaria importante
- ✓ Comportamiento de los equipos con el deterioro
- ✓ Recursos actuales para mantenimiento
- ✓ Interdependencia de los equipos en el proceso productivo.

El análisis de cada uno de estos factores, asociados con el tamaño de la empresa y su desarrollo tecnológico, permiten justificar la adopción del sistema.

2. Ajuste de la estructura del departamento. Es necesario separar en dos equipos de trabajo colaborativo, los trabajadores de

Mantenimiento Predictivo y de Mantenimiento Correctivo. Para poder llevar a cabo las inspecciones de acuerdo con la programación previa, se necesita *Talento Humano* disponible y bien capacitado en las nuevas tecnologías; de otra forma, la urgencia de las acciones correctivas impide realizar las labores proactivas.

Cuando la programación de actividades predictivas no es suficiente para copar el personal asignado se puede balancear la carga de trabajo con operaciones de programación y control, u otras labores de Ingeniería de Mantenimiento.

3. Evaluación de las diferentes alternativas de operación. Existen cuatro alternativas de operación para la implantación de un sistema de Mantenimiento Predictivo.

- ✓ *Contratación del servicio.* Es la opción más sencilla y efectiva por que no requiere gran inversión ni capacitación inicial, ya que existen las empresas especializadas en la prestación del servicio. Esta elección además de ágil, cumple los propósitos de información, capacitación y prueba, para precisar los beneficios del sistema en forma práctica, y analizar su implantación posterior por parte de la empresa.
- ✓ *Medición de índices más servicio de análisis.* Es la segunda posibilidad en la implantación del sistema, y consiste en la adquisición por parte de la compañía de equipos de diagnóstico portátiles y de bajo costo, para tomar mediciones en el ámbito general, y poder determinar por la severidad de las medidas, cuando se requiere solicitar el servicio de diagnóstico más detallado. Esta alternativa tiene como ventajas principales, la menor dependencia del servicio exterior y vincular al personal propio con la nueva tecnología.
- ✓ *Medición y grabación de indicadores más servicio de análisis.* En esta opción se plantea una etapa más avanzada que la anterior y acentúa sus ventajas. Consiste en adicionar una grabadora

especial al equipo de medición portátil, para grabar los parámetros medidos y enviar al servicio de diagnóstico exterior la señal que se requiere analizar. En esta etapa la programación y control de las inspecciones se hace completamente por parte de la compañía y solamente se requiere contratar el servicio de análisis especializado, mientras se entrena y capacita al personal propio.

- ✓ *Medición y análisis con equipos propios.* Es el nivel más complejo de la implementación, requiere de la adquisición del equipo de análisis apropiado y la asignación de personal previamente capacitado para su operación. En esta alternativa se considera el equipo de análisis como elemento integral del sistema de mantenimiento, y se justifica la inversión cuando se desea eliminar las paradas de planta por el alto costo del tiempo perdido.

La decisión de la alternativa más adecuada se debe basar en un análisis económico apropiado de acuerdo con las condiciones particulares de la maquinaria, tipo de proceso y tamaño de la organización. (García O.,2012, Pág. 51-76)

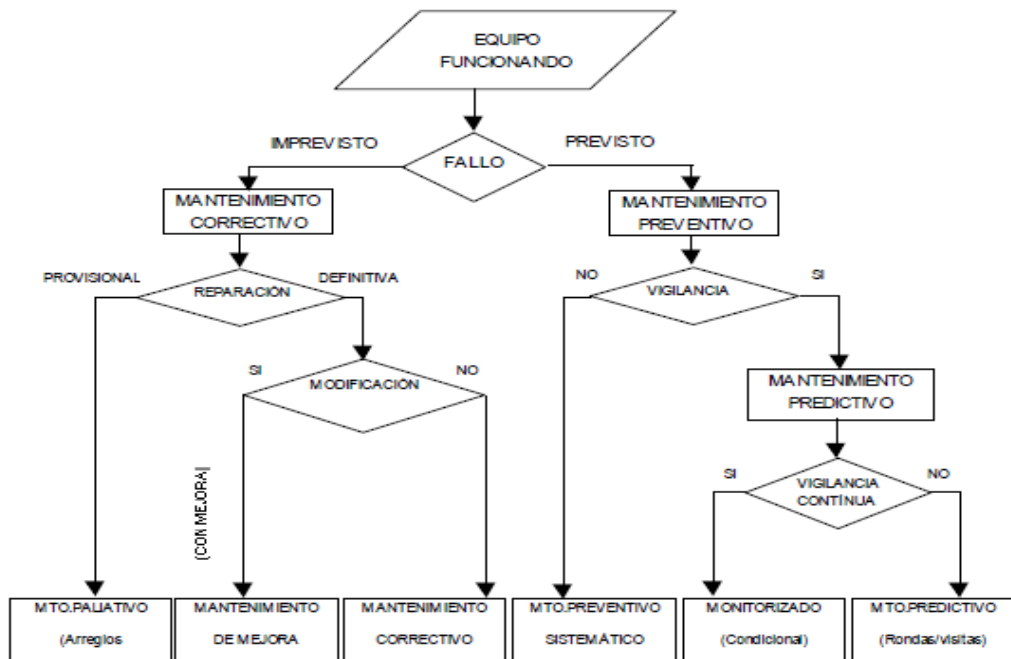


Figura 2-3 Organigrama sobre el tipo de mantenimiento a aplicar.

2.3.7 MÉTODOS DE ANÁLISIS DE FALLAS

La confiabilidad, como metodología de análisis, debe soportarse en una serie de herramientas que permitan evaluar el comportamiento de los activos de una forma sistemática, a fin de poder determinar el nivel de operatividad, la cuantía del riesgo y las demás acciones de mitigación y de mantenimiento que requiere, para asegurar su seguridad, integridad y continuidad operacional.

Son múltiples las herramientas de que se vale la confiabilidad con el fin de formular planes estratégicos para alcanzar la excelencia en la gestión del mantenimiento industrial. Algunas de las más comúnmente usadas son:

- ✓ Análisis de Criticidad (CA)
- ✓ Análisis de los Modos y Efectos de Falla (FMEA)
- ✓ Análisis Causa Raíz (RCA)
- ✓ Análisis de Integridad Mecánica (MÍA)
- ✓ Análisis Seis Sigma (SSA)
- ✓ Análisis Weibull (WA)
- ✓ Análisis de Confiabilidad Humana (HRA)
- ✓ Inspección Basada en Riesgo (RBI)
- ✓ Optimización Costo - Riesgo – Beneficio (BRCO)
- ✓ Seguridad de Proceso Basada en Riesgos (RBPS)
- ✓ Failure Reporting and Corrective Action System (FRACAS)
- ✓ Reliability Analysis and Modeling Program (RAMP)
- ✓ Reliability Block Diagram Modeling (RBD)
- ✓ Costo del Ciclo de Vida (LCC)
- ✓ Gestión del Conocimiento (KM)

Las seis que a juicio de varios autores son las más adecuadas y usadas para la orientación y mejoramiento de la Confiabilidad Operacional, se muestra en la siguiente figura:

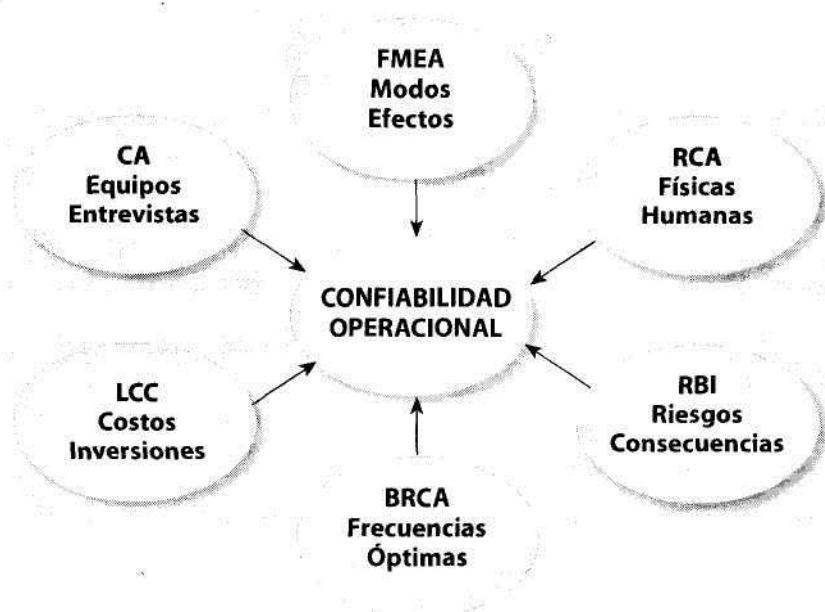


Figura 2-4 Herramientas de la Confiabilidad Operacional.
Fuente: García O. 2012 (p.p. 109)

Análisis de Criticidad (CA). Es una técnica que permite jerarquizar sistemas, equipos e instalaciones, en función de su impacto global, con el fin de facilitar la toma de decisiones.

Análisis de Modos y Efectos de Falla (FMEA). Es una metodología que permite determinar los modos de falla de los componentes de un sistema, el impacto y la frecuencia con que se presentan.

Análisis Causa Raíz (RCA). Es una técnica sistemática que se aplica con el objetivo de determinar las causas que originan las fallas, sus impactos, consecuencias y frecuencias de aparición, con el propósito de prevenirlas mitigarlas o eliminarlas.

Inspección Basada en Riesgos (RBI). Es una técnica que permite definir las probabilidades de falla de un sistema, y las consecuencias que las fallas pueden generar sobre la gente, el medio ambiente y los procesos.

Análisis Costo-Riesgo-Beneficio (BRCA). Es una metodología que permite establecer la combinación óptima entre los costos de hacer una

actividad y los logros o beneficios que la actividad genera, con base en el riesgo que involucra la realización o no de tal acción.

Costo del Ciclo de Vida (LCC). El análisis LCC es una metodología que permite elegir entre opciones de inversión o acciones de mejora de la confiabilidad, con base en su efecto en el costo total del ciclo de vida de un activo nuevo o en servicio.

2.3.7.1 Análisis de Criticidad (CA)

Es una metodología que permite jerarquizar sistemas, instalaciones y equipos, en función de su impacto global, con el fin de facilitar la toma de decisiones. El Análisis de Criticidad permite así mismo identificar las áreas sobre las cuales se tendrá una mayor atención del mantenimiento en función del proceso que se realiza.

La información recolectada en un estudio de criticidad puede ser usada para:

- ✓ Priorizar órdenes de trabajo de producción y mantenimiento.
- ✓ Dirigir las políticas de mantenimiento hacia las áreas o sistemas más críticos.
- ✓ Definir necesidades de Mantenimiento Basado en Condición.
- ✓ Priorizar proyectos de inversión.
- ✓ Diseñar políticas de mantenimiento.
- ✓ Seleccionar una política de manejo de repuestos y materiales.

Los pasos para la aplicación del *Análisis de Criticidad* son:

- ✓ Identificación de los equipos a estudiar.
- ✓ Definición del alcance y objetivo del estudio.
- ✓ Selección del personal a entrevistar.
- ✓ Informar al personal sobre la importancia del estudio.
- ✓ Recolección y verificación de datos.
- ✓ Establecimiento de la lista jerarquizada de los equipos.

La condición ideal es disponer de información estadística de los equipos a evaluar que sea precisa, lo cual permite cálculos "exactos y absolutos". Sin embargo desde el punto de vista práctico cuando no se dispone de una data histórica de excelente calidad, se debe recoger la información utilizando encuestas, teniendo en cuenta que el CA permite trabajar en rangos, es decir, establecer cuál sería la condición más favorable, como también la condición menos favorable para cada uno de los criterios a evaluar. La información requerida para el *análisis de criticidad* siempre está relacionada con la frecuencia, los efectos y las consecuencias de las fallas, donde se destaca la seguridad y el respeto por el ambiente.

La criticidad se evalúa mediante la ecuación:

$$\text{CRITICIDAD} = \text{FRECUENCIA DE FALLA} * \text{CONSECUENCIA}$$

Dónde:

Consecuencia = (Nivel de Producción * MTTR * Imp. Producción) + Costos de Reparación + Impacto en Seguridad + Impacto Ambiental + Satisfacción del Cliente.

Los parámetros que se utilizan para elaborar las encuestas y las tablas de ponderación para el cálculo de la criticidad de equipos y sistemas son los siguientes: Frecuencia de fallas, capacidad de producción, seguridad, impacto al ambiente, calidad de los productos, costos de reparación y tiempo promedio para reparar.

Veamos cada uno de los factores involucrados y como los convertiremos en cifras para obtener una medida base para ser evaluada o trasladada a una matriz de criticidad.

FRECUENCIA DE FALLAS: Como su nombre lo indica es el número de veces que se repite un evento considerado como falla dentro de un período de tiempo, que para nuestro caso será de un año. Tendremos entonces 4 posibles calificaciones para este ítem;

Alta: más de 5 Fallas por año, al cual le daremos un valor de 4.

Promedio: Entre 2 y 4 fallas por año, que tendrá un valor de 3.

Baja: De 1 a 2 Fallas al año, con una calificación de 2.

Excelente: Menos de 1 falla al año, que obtendrá un valor de 1.

IMPACTO OPERACIONAL: Entendiéndose como los efectos causados en la producción, evaluándolo de la siguiente forma:

- ✓ Parada Inmediata de toda la planta o línea de producción: Calificada con 10.
- ✓ Parada Inmediata de un sector de la línea de producción: Toma un valor de 6
- ✓ Impacta los niveles de Producción o calidad: Con un valor de 4
- ✓ Repercute en costos operativos adicionales asociados a la disponibilidad del equipo: Calificación 2.
- ✓ No genera ningún efecto significativo sobre la producción, las operaciones o la calidad: Calificación 1.

FLEXIBILIDAD OPERACIONAL: Definida como la posibilidad de realizar un cambio rápido para continuar con la producción sin incurrir en costos o pérdidas considerables.

- ✓ No existe opción de producción o respaldo; Valor 4
- ✓ Existe opción de respaldo compartido: Valor 2
- ✓ Existe opción de respaldo: Valor 1

COSTO DEL MANTENIMIENTO: Tomando todos los costos que implica la labor de mantenimiento, dejando por fuera los costos inherentes a los costos de producción sufridos por la falla. (Ejemplo)

- ✓ De 0 a 2.000 dólares: Calificación 1.
- ✓ De 2.000 a 10.000 dólares: Calificación 5.
- ✓ De 10.000 a 20.000 dólares: Calificación 10.

- ✓ De 20.000 a 25.000 dólares: Calificación 20.

IMPACTO DE SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE: Enfocado a evaluar los posibles inconvenientes que puede causar sobre las personas o el medio ambiente.

- ✓ Afecta la seguridad humana interna o externa a la planta: Toma un valor de 40
- ✓ Afecta el medio ambiente produciendo daños severos: Toma un valor de 32
- ✓ Afecta las instalaciones causando daños severos: Toma un valor de 24
- ✓ Provoca accidentes menores al personal interno: Toma un valor de 16
- ✓ Provoca un efecto ambiental pero no infringe las normas: Toma un valor de 8
- ✓ No provoca ningún daño a las personas o el medio ambiente: Toma un valor de 0

Partiendo de las cifras que obtengamos y aplicando las ecuaciones arriba suministradas, podemos pasar a evaluar los resultados o introducirlas en una matriz de riesgo como la mostrada en la figura.

Como podrán observar, es una matriz sencilla que inmediatamente nos mostrará el grado de criticidad en que se encuentra el activo evaluado, es de anotar que todas las cifras y rangos aquí planteados deben tomarse como base y no como modelo a ojo cerrado, pues existen procesos productivos o activos analizados que salen de estos.

Es de anotar que para realizar estos cálculos debemos primero contar con información histórica confiable como además un registro contable acertado y un conocimiento de planta y de procesos muy bien sustentado, de no ser así podríamos incurrir en errores de proporciones inimaginables.

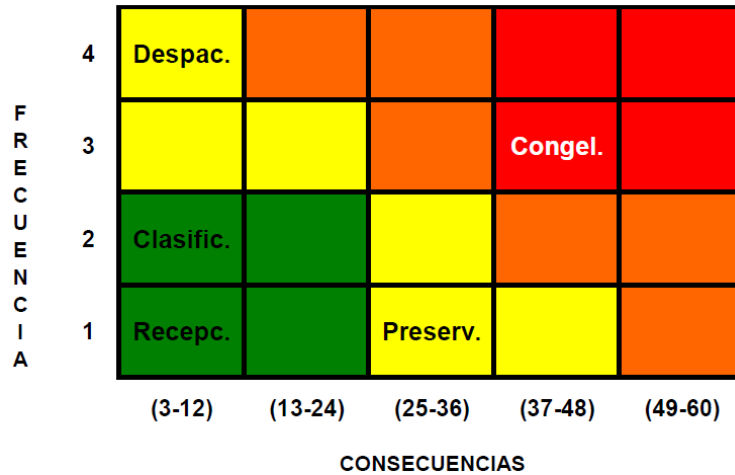


Figura 2-5 Ejemplo Matriz de Criticidad

Fuente: Paredes, J. (2012). *Elaboración de un Plan de Mantenimiento Preventivo y Predictivo en Función de la Criticidad de los Equipos del Proceso Productivo de una Empresa*. Trabajo presentado a los alumnos de Octavo Semestre. Noviembre, Ambato

2.3.7.2 Análisis de Modos y Efectos de Falla (FMEA)²

El AMFE o Análisis Modal de Fallos y Efectos, es una herramienta de máxima utilidad en el desarrollo del producto que permite, de una forma sistemática, asegurar que han sido tenidos en cuenta y analizados todos los fallos potencialmente concebibles.

1. DEFINICIÓN

“El AMFE o Análisis Modal de Fallos y Efectos es un **método** dirigido a lograr el Aseguramiento de la Calidad, que mediante el análisis sistemático, contribuye a identificar y prevenir los modos de fallo, tanto de un producto como de un proceso, evaluando su gravedad, ocurrencia y detección, mediante los cuales, se calculará el Número de Prioridad de Riesgo, para priorizar las causas, sobre las cuales habrá que actuar para evitar que se presenten dichos modos de fallo.

Los siguientes términos, que aparecen en la definición anterior, son los llamados **parámetros de evaluación**. Más adelante se analizará cada uno de ellos.

² AMFE: Análisis Modal de Fallos y Efectos.



¿Cuáles son los **objetivos** que se pretenden alcanzar cuando se realiza un AMFE?

- ✓ Satisfacer al cliente
- ✓ Introducir en las empresas la filosofía de la prevención
- ✓ Identificar los modos de fallo que tienen consecuencias importantes respecto a diferentes criterios: disponibilidad, seguridad, etc.
- ✓ Precisar para cada modo de fallo los medios y procedimientos de detección Adoptar acciones correctoras y/o preventivas, de forma que se supriman las causas de fallo del producto, en diseño o proceso
- ✓ Valorar la eficacia de las acciones tomadas y ayudar a documentar el proceso

¿**Cuándo** se realiza un AMFE?

Por definición el AMFE es una metodología orientada a **maximizar la satisfacción del cliente** mediante la reducción o eliminación de los problemas potenciales o conocidos. Para cumplir con este objetivo el AMFE se debe comenzar tan pronto como sea posible, incluso cuando aún no se disponga de toda la información.

En concreto el AMFE se debería comenzar:

- ✓ cuando se diseñen nuevos procesos o diseños;
- ✓ cuando cambien procesos o diseños actuales sea cual fuere la razón;
- ✓ cuando se encuentren nuevas aplicaciones para los productos o procesos actuales;

- ✓ cuando se busquen mejoras para los procesos o diseños actuales.

Dentro del proceso de diseño de un producto, el AMFE es de aplicación durante las fases de diseño conceptual, desarrollo y proceso de producción. En estas fases el AMFE se complementa con otras herramientas de ingeniería de calidad como QFD, benchmarking, estudio de quejas y reclamaciones, fiabilidad y CEP.

EL AMFE se puede dar por finalizado cuando se ha fijado la fecha de comienzo de producción en el caso de AMFE de diseño o cuando todas las operaciones han sido identificadas y evaluadas y todas las características críticas se han definido en el plan de control, para el caso de AMFE de proceso. En cualquier caso, siempre se puede reabrir un AMFE para revisar, evaluar o mejorar un diseño o proceso existente, según un criterio de oportunidad que se fijará en la propia empresa.

Como regla general los archivos del AMFE habrán de conservarse durante el ciclo completo de vida del producto (AMFE de diseño) o mientras el proceso se siga utilizando (AMFE de proceso).

2. TIPOS DE AMFE

Se pueden distinguir dos tipos de AMFE según en el marco de la gestión del proceso donde se inscriba:

AMFE DE DISEÑO	↔	Diseño de nuevos productos
AMFE DE PROCESO	↔	Diseño del proceso de fabricación

Por ejemplo, en el sector del automóvil:

- *el AMFE de diseño va dirigido al producto, es decir, al diseño del automóvil y sus componentes.*
- *el AMFE de proceso está dirigido al proceso de fabricación, es decir, a los medios de producción que se utilizan.*

Realmente el AMFE es válido para **cualquier tipo de proceso** entendiendo que un proceso puede ser de diseño, de fabricación, de ventas, organizativo, administrativo o de cualquier tipo de servicio. En un AMFE de proceso de fabricación se supone que el producto cumplirá la

finalidad del diseño, y si se descubrieran fallos en éste, deberían ser inmediatamente comunicados a los departamentos o personas implicadas. No obstante, no corresponde a la finalidad de este AMFE analizar dichos fallos, sino que se considerará que el producto está diseñado correctamente

También hay que decir que entre el AMFE de proceso y diseño existe una correlación: los AMFE de diseño y proceso siguen uno al otro en una secuencia lógica. Mientras que el AMFE de diseño puede haber identificado una deficiencia del proceso (agujeros sin taladrar), como la causa de un modo de fallo particular de un componente o equipo, esta deficiencia es recogida como modo de fallo de proceso por el AMFE de proceso, siendo analizada más detenidamente con el fin de hallar por qué puede fallar el proceso (broca rota).

2.1 AMFE DE DISEÑO

Consiste en el **análisis preventivo** de los diseños, buscando anticiparse a los problemas y necesidades de los mismos. Este AMFE es el paso previo lógico al de proceso porque se tiende a mejorar el diseño, para evitar el fallo posterior en producción.

El AMFE es una herramienta previa de la calidad en la que:

1. Se hace un estudio de la factibilidad para ver si se es capaz de resolver el diseño dentro de los parámetros de fiabilidad establecidos.
2. Se realiza el diseño orientándolo hacia los materiales, compras, ensayos, producción... ya que los modos de fallo con ellos relacionados se tienen en cuenta en este tipo de AMFE.

El objeto de estudio de un AMFE de diseño es el producto y todo lo relacionado con su definición. Se analiza por tanto la elección de los materiales, su configuración física, las dimensiones, los tipos de tratamiento a aplicar y los posibles problemas de realización.

2.2 AMFE DE PROCESO

Es el "Análisis de modos de fallos y efectos" potenciales de un proceso de fabricación, para asegurar su calidad de funcionamiento y, en cuanto de él dependa, la fiabilidad de las funciones del producto exigidos por el cliente.

En el AMFE de proceso se analizan los fallos del producto derivados de los posibles fallos del proceso hasta su entrega al cliente.

Se analizan, por tanto, los posibles fallos que pueden ocurrir en los diferentes elementos del proceso (materiales, equipo, mano de obra, métodos y entorno) y cómo éstos influyen en el producto resultante.

3. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

A continuación se indican los pasos necesarios para la aplicación del método AMFE de forma genérica, tanto para diseños como para procesos. Los pasos siguen la secuencia indicada en el formato AMFE que se presenta a continuación.

Los números de cada una de las casillas se corresponden con los pasos de aplicación del método AMFE.

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS											HOJA	REVI. Nº	FECHA	POR			
DE PROCESO <input type="checkbox"/> DE DISEÑO <input type="checkbox"/>											de						
PRODUCTO:				PROCESO:							RESPONSABLE:						
ESPECIFICACIÓN:				OPERACIÓN:							FECHA:						
FECHA DE EDICIÓN:				ACTUAR SOBRE NPR> QUE:							REVISADO:						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	VALORACIÓN			18
														15	16	17	
<i>1 Nombre del producto</i> <i>2 Operación o función</i> <i>3 Modo de fallo</i> <i>4 Efectos del fallo</i> <i>5 Gravedad del fallo</i> <i>6 Características críticas</i> <i>7 Causa del fallo</i> <i>8 Probabilidad de ocurrencia</i> <i>9 Controles actuales</i>											<i>10 Probabilidad de no detección</i> <i>11 Número de prioridad de riesgo</i> <i>12 Acción correctora</i> <i>13 Definir responsables</i> <i>14 Acciones implantadas</i> <i>15 Nuevo valor de gravedad del fallo</i> <i>16 Nuevo valor de probabilidad de ocurrencia</i> <i>17 Nuevo valor de probabilidad de no detección</i> <i>18 Nuevo número de prioridad de riesgo</i>						

Figura 2-6 Modelo de Formato del Método AMFE
Fuente: <http://blog.pucp.edu.pe/media/avatar/665.pdf> (p.p. 09)

Paso 1: Nombre del producto y componente

En la primera columna del formato AMFE se escribe el nombre del producto sobre el que se va a aplicar. También se incluyen todos los subconjuntos y los componentes que forman parte del producto a analizar, bien sea desde el punto de vista de diseño del producto o del proceso que se vaya a utilizar para la fabricación.

Paso 2: Operación o función

La segunda columna se completa con distinta información según se esté realizando un AMFE de diseño o proceso.

- ✓ Para el AMFE de diseño se incluyen las funciones que realiza cada uno de los componentes, además de las interconexiones existentes entre los componentes.
- ✓ Para el AMFE de proceso se reflejan todas las operaciones que se realizan a lo largo del proceso de fabricación de cada componente incluyendo las operaciones de aprovisionamiento, de producción, de embalaje, de almacenado y de transporte.

Paso 3: Modo de fallo

Para cumplimentar la tercera columna se recomienda comenzar con una revisión de los informes realizados en AMFE anteriores, relacionados con el producto o proceso que se está analizando.

Un modo de fallo significa que un elemento o sistema no satisface o no funciona de acuerdo con la especificación, o simplemente no se obtiene lo que se espera de él. El fallo es una desviación o defecto de una función o especificación. Con esa definición, un fallo puede no ser inmediatamente detectable por el cliente y sin embargo hemos de considerarlo como tal.

Paso 4: Efecto/s del fallo

Suponiendo que el fallo potencial ha ocurrido, en esta columna se describirán los efectos del mismo tal como lo haría el cliente. Los efectos corresponden a los síntomas. Generalmente hacen referencia al rendimiento o prestaciones del sistema.

Cuando se analiza una parte o componente se tendrá también en cuenta la repercusión en todo el sistema, lo que ofrecerá una descripción más clara del efecto. Si un modo de fallo tiene muchos efectos, a la hora de evaluar, se elegirá el más grave.

Entre los efectos típicos de fallo podrían citarse los siguientes:

- ✓ **Diseño:** ruido, acabado basto, inoperante, olor desagradable, inestable, etc.
- ✓ **Proceso:** no puede sujetar, no puede alinearse, no puede perforar, no se puede montar, etc.

Para la obtención de los efectos se utiliza mucho el "Diagrama causa-consecuencia" entendiéndose por consecuencia el efecto.

Paso 5: Gravedad del fallo

Este índice está íntimamente relacionado con los efectos del modo de fallo. El índice de gravedad valora el nivel de las consecuencias sentidas por el cliente. Esta clasificación está basada únicamente en los efectos del fallo. El valor del índice crece en función de:

- La insatisfacción del cliente. Si se produce un gran descontento, el cliente no comprará más.
- La degradación de las prestaciones. La rapidez de aparición de la avería.
- El coste de la reparación.

El índice de gravedad o también llamado de **Severidad** es independiente de la frecuencia y de la detección. Para utilizar unos criterios comunes en la empresa ha de utilizarse una tabla de clasificación de la severidad de cada efecto de fallo, de forma que se objetivice la asignación de valores de **S**. En la siguiente tabla se muestra un ejemplo en que se relacionan los efectos del fallo con el índice de severidad. En cada empresa se debería contar con unas tablas similares adaptadas al producto, servicio, diseño o proceso concreto para el que se vaya a utilizar.

Tabla 2-1 Ejemplo de Criterios para Evaluar el Índice de Severidad

Criterio	Valor de S
Ínfima. El defecto sería imperceptible por el usuario	1
Escasa. El cliente puede notar un fallo menor, pero sólo provoca una ligera molestia	2-3
Baja. El cliente nota el fallo y le produce cierto enojo	4-5
Moderada. El fallo produce disgusto e insatisfacción el cliente	6-7
Elevada. El fallo es crítico, originando un alto grado de insatisfacción en el cliente	8-9
Muy elevada. El fallo implica problemas de seguridad o de no conformidad con los reglamentos en vigor	10

Fuente: <http://blog.pucp.edu.pe/media/avatar/665.pdf> (p.p. 12)

Este índice sólo es posible mejorarlo mediante acciones de diseño, y no se ve afectado por los controles actuales.

Como la clasificación de gravedad está basada únicamente en el efecto de fallo, todas las causas potenciales del fallo para un efecto particular de fallo, recibirán la misma clasificación de gravedad.

Paso 6: Características críticas

Siempre que la gravedad sea 9 ó 10, y que la frecuencia y detección sean superiores a 1, consideraremos el fallo y las características que le corresponden como críticas. Estas características, que pueden ser una cota o una especificación, se identificarán con un triángulo invertido u otro signo en el documento de AMFE, en el plan de control y en el plano si le corresponde. Aunque el NPR resultante sea menor que el especificado como límite, conviene actuar sobre estos modos de fallo.

Paso 7: Causa del fallo

En esta columna se reflejan todas las causas potenciales de fallo atribuibles a cada modo de fallo. La causa potencial de fallo se define como indicio de una debilidad del diseño o proceso cuya consecuencia es el modo de fallo. Las causas relacionadas deben ser lo más concisas y completas posibles, de modo que las acciones correctoras y/o preventivas puedan ser orientadas hacia las causas pertinentes.

Entre las causas típicas de fallo podrían citarse las siguientes:

- ✓ **En diseño:** porosidad, uso de material incorrecto, sobrecarga...
- ✓ **En proceso:** daño de manipulación, utillaje incorrecto, sujeción, amarre.

Decir que al igual que en la obtención de los efectos se hacía uso del diagrama "causa-efecto", a la hora de detectar las causas de un fallo se hace uso del "Árbol de fallos" que permitirá obtener las causas origen de un fallo.

Paso 8: Probabilidad de ocurrencia

Ocurrencia se define como la probabilidad de que una causa específica se produzca y dé lugar al modo de fallo. El índice de la ocurrencia representa más bien un valor intuitivo más que un dato estadístico matemático, a no ser que se dispongan de datos históricos de fiabilidad o se haya modelizado y previsto éstos. En esta columna se pondrá un valor de probabilidad de ocurrencia de la causa específica.

Tal y como se acaba de decir, este índice de frecuencia está íntimamente relacionado con la causa de fallo, y consiste en calcular la probabilidad de ocurrencia en una escala del 1 al 10, como se indica en la tabla siguiente:

Tabla 2-2 Ejemplo de criterios para Evaluar Probabilidad de Ocurrencia

Criterio	Valor de O
Muy escasa probabilidad de ocurrencia. Defecto inexistente en el pasado	1
Escasa probabilidad de ocurrencia. Muy pocos fallos en circunstancias pasadas similares	2-3
Moderada probabilidad de ocurrencia. Defecto aparecido ocasionalmente	4-5
Frecuente probabilidad de ocurrencia. En circunstancias similares anteriores el fallo se ha presentado con cierta frecuencia	6-7
Elevada probabilidad de ocurrencia. El fallo se ha presentado frecuentemente en el pasado	8-9
Muy elevada probabilidad de fallo. Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente	10

Fuente: <http://blog.pucp.edu.pe/media/avatar/665.pdf> (p.p. 14)

La probabilidad de que se produzca la causa potencial de fallo. Para esto, deben evaluarse todos los controles actuales utilizados para prevenir que se produzca la causa de fallo en el elemento designado.

La probabilidad de que, una vez ocurrida la causa de fallo, ésta provoque el efecto nocivo (modo) indicado. Para este cálculo debe suponerse que la causa del fallo y de modo de fallo son detectados antes de que el producto llegue al cliente.

Para **reducir el índice de frecuencia**, hay que emprender una o dos acciones:

- Cambiar el diseño, para reducir la probabilidad de que la causa de fallo pueda producirse.
- Incrementar o mejorar los sistemas de prevención y/o control que impiden que se produzca la causa de fallo.

El consejo que se da para reducir el índice de frecuencia de una causa es atacar directamente la "raíz de la misma". Mejorar los controles de vigilancia debe ser una acción transitoria, para más tarde buscar alguna solución que proporcione una mejora de dicho índice.

Paso 9: Controles actuales

En esta columna se reflejarán todos los controles existentes en la actualidad para prevenir las causas del fallo y detectar el efecto resultante.

Paso 10: Probabilidad de no Detección

Este índice indica la probabilidad de que la causa y/o modo de fallo, supuestamente aparecido, llegue al cliente. Se está definiendo la "no-detección", para que el índice de prioridad crezca de forma análoga al resto de índices a medida que aumenta el riesgo. Tras lo dicho se puede deducir que este índice está íntimamente relacionado con los controles de detección actuales y la causa. A continuación se muestra un ejemplo de tabla que relaciona la probabilidad de que el defecto alcance al cliente y el índice de no-detección.

Tabla 2-3 Ejemplo de Criterio para Evaluar Probabilidad de NO Detección

Criterio	Valor de D
Muy escasa. El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes.	1
Escasa. El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría raramente escapar a algún control primario, pero sería posteriormente detectado	2-3
Moderada. El defecto es una característica de bastante fácil detección	4-5
Frecuente. Defectos de difícil detección que con relativa frecuencia llegan al cliente	6-7
Elevada. El defecto es de naturaleza tal, que su detección es relativamente improbable mediante los procedimientos convencionales de control y ensayo	8-9
Muy elevada. El defecto con mucha probabilidad llegará al cliente, por ser muy difícil detectable	10

Fuente: <http://blog.pucp.edu.pe/media/avatar/665.pdf> (p.p. 15)

Es necesario no confundir control y detección, pues una operación de control puede ser eficaz al 100%, pero la detección puede resultar nula si las piezas no conformes son finalmente enviadas por error al cliente.

Para mejorar este índice será necesario mejorar el sistema de control de detección, aunque por regla general aumentar los controles signifique un

aumento de coste, que es el último medio al que se debe recurrir para mejorar la calidad. Algunos cambios en el diseño también pueden favorecer la probabilidad de detección.

Paso 11: Número de Prioridad de Riesgo (NPR)

El Número de Prioridad de Riesgo (NPR) es el producto de la probabilidad de ocurrencia, la gravedad, y la probabilidad de no detección, y debe ser calculado para todas las causas de fallo. El NPR es usado con el fin de priorizar la causa potencial del fallo para posibles acciones correctoras. El NPR también es denominado IPR (índice de prioridad de riesgo).

$$**NPR = S * O * D**$$

Paso 12: Acción correctora

En este paso se incluye una descripción breve de la acción correctora recomendada. Para las acciones correctoras es conveniente seguir un cierto orden de prioridad en su elección. El orden de preferencia en general será el siguiente:

1. Cambio en el diseño del producto, servicio o proceso general.
2. Cambio en el proceso de fabricación.
3. Incremento del control o de la inspección.

Para un mismo nivel de calidad o un mismo valor del índice de prioridad NPR en dos casos, suele ser más económico el caso que no emplea ningún control de detección. Es en general más económico reducir la probabilidad de ocurrencia de fallo (si se encuentra la manera de conseguirlo) que dedicar recursos a la detección de fallos.

Es conveniente considerar aquellos casos cuyo índice de gravedad sea 10, aunque la valoración de la frecuencia sea subjetiva y el NPR menor de 100 o del valor considerado como límite.

Cuando en un modo de fallo intervienen muchas causas que no son independientes entre sí, la primera medida correctora puede ser la aplicación del Diseño de Experimentos (DDE), que permitirá cuantificar objetivamente la participación de cada causa y dirigir acciones concretas. Es un medio muy potente y seguro para reducir directamente la frecuencia de defectos.

Paso 13: Definir responsables

En esta columna se indicarán los responsables de las diferentes acciones propuestas y, si se cree preciso, las fechas previstas de implantación de las mismas.

Paso 14: Acciones implantadas

En esta columna se reflejarán las acciones realmente implantadas que pueden, en algunos casos, no coincidir con las propuestas inicialmente recomendadas.

Paso 15: Nuevo Número de Prioridad de Riesgo

Como consecuencia de las acciones correctoras implantadas, los valores de la probabilidad de ocurrencia (O), la gravedad (S), y/o la probabilidad de no detección (D) habrán disminuido, reduciéndose, por tanto, el Número de Prioridad de Riesgo. Los nuevos valores de S, O, D y NPR se reflejarán en las columnas 15, 16, 17 y 18.

Si a pesar de la implantación de las acciones correctoras, no se cumplen los objetivos definidos en algunos Modos de Fallo, es necesario investigar, proponer el implantar nuevas acciones correctoras, hasta conseguir que el NPR sea menor que el definido en los objetivos. Una vez conseguido que los NPR de todos los modos de fallo estén por debajo del valor establecido, se da por concluido el AMFE.

4. IMPLANTACIÓN DEL AMFE

Como requisito previo necesario para implantar el AMFE en una empresa hay que contar con el apoyo de la gerencia. Conseguir el apoyo de la gerencia es muy importante, ya que la elaboración del AMFE:

- ✓ Se realiza en horas de trabajo;
- ✓ Implica cambios (y los cambios cuestan dinero y no son fáciles de hacer);
- ✓ Se llega a conclusiones que requieren el apoyo de la dirección.

La gerencia tiene que conocer el método, apoyar su aplicación y animar al equipo de trabajo, ya que la persistencia en el esfuerzo es uno de los factores de éxito. Las etapas básicas necesarias para el desarrollo del *Análisis de Modos y Efectos de Falla* (FMEA) son:

1. Definir los equipos a evaluar. Los equipos a evaluar se determinan con base en la clasificación previa de las áreas piloto, o en el Análisis de Criticidad.

2. Identificar las funciones de cada equipo. Todo activo físico de una organización tiene más de una función, con frecuencia tiene varias. Si el objetivo del mantenimiento es asegurar que continúe desarrollando sus funciones, entonces todas deben ser identificadas claramente, junto con los parámetros de funcionamiento deseados.

- ✓ *Funciones Primarias.* Son la razón principal por la cual es adquirido el activo físico. Para la mayoría de los equipos los parámetros de funcionamiento son asociados a las funciones primarias, como la capacidad de producción, velocidad, volumen de almacenamiento.
- ✓ *Funciones Secundarias.* Se aspira que la gran mayoría de los activos físicos cumplan una o más funciones adicionales a la primaria. Estas se conocen como funciones secundarias.

3. Determinar las fallas funcionales. Las personas y las corporaciones adquieren sus activos físicos para que realicen una función específica, y esperan que se mantengan operando dentro de ciertos parámetros de funcionamiento aceptables. Sin embargo, si por alguna razón el equipo es incapaz de realizar lo que el usuario desea que haga, se considera en falla funcional; es decir un activo falla cuando no hace lo que el usuario quiere que haga, o no se mantiene operando dentro de los parámetros de diseño con los que fue adquirido.

4. Determinar los modos de falla. Se entiende el *modo de falla* como un evento cualquiera que causa una falla funcional. Se puede decir que el modo de falla es lo que el operario, o el mantenedor, ve que causa las fallas, las cuales pueden originarse por múltiples factores.

5. Determinar los efectos de falla. El siguiente paso consiste en hacer una lista de qué sucede al producirse cada modo de falla. A esto se llama efectos de falla. El efecto de una falla no es lo mismo que la consecuencia de la falla; un efecto de los modos de falla responde a la pregunta ¿qué ocurre?, mientras que una consecuencia del modo de falla responde a la pregunta ¿qué importancia tiene?

Se requiere entonces utilizar las herramientas adecuadas que permitan descubrir los diferentes modos de falla que deterioran los equipos y por ende los sistemas productivos. La contribución del FMEA, en la mejora del mantenimiento industrial, es de vital importancia para el desarrollo de un efectivo programa de Mantenimiento Proactivo.

2.3.8 GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

La época actual, debido a las consideraciones demandadas por el mercado, se encuentra en un estado de transición en la que la excelencia es considerada parte del producto, por ello sería inconcebible que el Mantenimiento, siendo función importante de apoyo a la Producción, y por ende parte de la Organización Empresarial, no la tuviera.

El Mantenimiento como estructura de apoyo, es un centro de costos a efectos de los intereses de la Empresa. Ciertamente, como un costo sólo se justifica si “perfecciona” el Negocio a través de la mejora de las condiciones de productividad, mediante la capacidad continúa de adaptación, desarrollo y conservación (independiente de sus funciones particulares). Para ello, se debe enfocar adecuadamente la visión y la misión mediante la definición clara de políticas, objetivos, valores, entre otros.

Es importante entender por gestión, el arte, donde están implícitas las actitudes y aptitudes de los individuos, para lograr que las cosas se hagan; y por Gestión del Mantenimiento, según la Norma COVENIN 3049-93, a “la efectiva y eficiente utilización de los recursos materiales, económicos, humanos y de tiempo para alcanzar los objetivos del mantenimiento”.

Entre tanto, cuando se habla de Mantenimiento parece importante entender por el mismo, al epígrafe con que se denotan a aquellas actividades necesarias y orientadas a *preservar* los sistemas de producción SP, para cumplir con el servicio que prestan en concordancia a un parámetro definido de “*estado de operación normal*” contribuyendo de esta forma a *conservar* las actividades productivas derivadas de estos, realizándolas en términos o condiciones económicamente favorables y de acuerdo a las normas de Protección Integral (Seguridad, Higiene y Ambiente), con el fin de obtener una equilibrada utilización dentro de los criterios establecidos de calidad. Actualmente a nivel mundial, el mantenimiento como estructura de apoyo, ocupa un lugar importante dentro de las organizaciones, y es visto como pieza fundamental, dada la beligerancia de los cambios tecnológicos, a la competitividad entre las empresas, originada por la influencia de esta función sobre los productos elaborados reflejando, notoriamente, sus efectos en los costos de manufactura debido a la producción de desperdicios (Desperdicio es todo aquello que no agrega valor, llámese tiempo, espacio, inventarios, re-

procesos, entre otros.) de los recursos, de esta manera aumentan los costos contribuyendo notablemente a obtener resultados que no satisfacen las expectativas de la Organización.

De lo anterior, se infieren las razones para interpretar los paradigmas de la Gestión del Mantenimiento; por tal motivo debe existir un entendimiento general de lo que implica esta función con el fin de generar los cambios necesarios y permitir la transformación de la situación actual contribuyendo así a dar respuesta al ¿por qué? es necesario desplegar premisas que se adapten al presente, tras estar inmersos en escenarios ricos en variación. (Becerra F., 2004, Pág. 2-6)

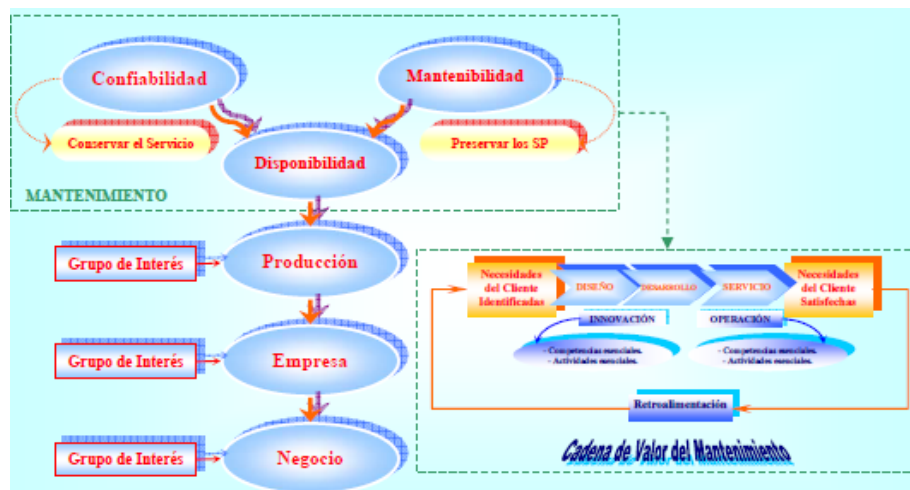


Figura 2-7 Concepto Actual Del Mantenimiento
Fuente: Becerra Fabiana (pág. 6)

2.3.8.1 gestión de los equipos

A) NATURALEZA Y CLASIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS

Lo primero que debe tener claro el responsable de mantenimiento es el inventario de equipos, máquinas e instalaciones a mantener. El resultado es un listado de activos físicos de naturaleza muy diversa y que dependerá del tipo de industria. Una posible clasificación de todos éstos activos se ofrece en la siguiente figura:

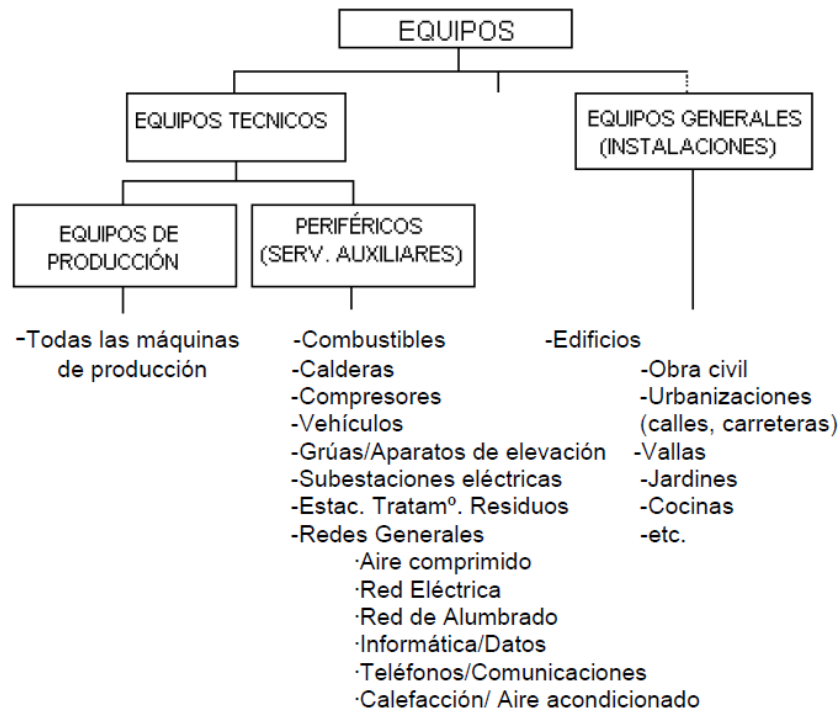


Figura 2-8 Clasificación de los Equipos

Fuente: Díaz J. (pág. 13)

B) INVENTARIO DE EQUIPOS

La lista anterior, no exhaustiva, pone de manifiesto que por pequeña que sea la instalación, el número de equipos distintos aconseja que se disponga de:

- a) Un **inventario de equipos** que es un registro o listado de todos los equipos, codificado y localizado.
- b) Un criterio de agrupación por **tipos de equipos** para clasificar los equipos por familias, plantas, instalaciones, etc.
- c) Un criterio de definición de **criticidad** para asignar prioridades y niveles de mantenimiento a los distintos tipos de equipos.
- d) La asignación precisa del responsable del mantenimiento de los distintos equipos así como de sus funciones, cuando sea preciso.

El inventario es un listado codificado del parque a mantener, establecido según una lógica arborescente, que debe estar permanentemente actualizado.

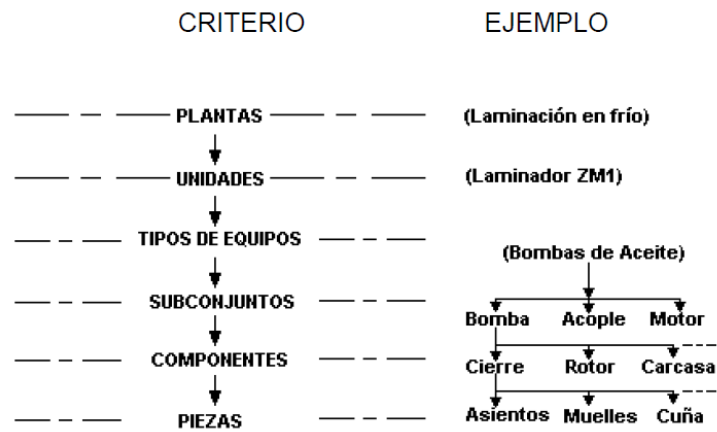


Figura 2-9 Ejemplo Lógico de la Estructura para codificar un inventario.
Fuente: Díaz J. (pág.. 14)

La codificación permite la gestión técnica y económica y es imprescindible para un tratamiento por ordenador.

C) DOSSIER-MÁQUINA

También llamado dossier técnico o dossier de mantenimiento.

Comprende toda la documentación que permite el conocimiento exhaustivo de los equipos:

- ✓ Dossier del fabricante (planos, manuales, documentos de pruebas, etc.)
- ✓ Fichero interno de la máquina (Inspecciones periódicas, reglamentarias, histórico de intervenciones, etc.).

El alcance hay que definirlo en cada caso en función de las necesidades concretas y de la criticidad de cada equipo.

Con carácter general se distinguen tres tipos de documentos:

1. **Documentos comerciales** que son los utilizados para su adquisición:
 - ✓ Oferta
 - ✓ Pedido
 - ✓ Bono de Recepción
 - ✓ Referencias servicio post-venta: distribuidor, representante.
2. **Documentos técnicos** suministrados por el fabricante y que deben ser exigidos en la compra para garantizar un buen uso y mantenimiento:
 - ✓ Características de la máquina
 - ✓ Condiciones de servicio especificadas
 - ✓ Lista de repuestos. Intercambiabilidad.
 - ✓ Planos de montaje, esquemas eléctricos, electrónicos, hidráulicos, etc.
 - ✓ Dimensiones y Tolerancias de ajuste
 - ✓ Instrucciones de montaje
 - ✓ Instrucciones de funcionamiento
 - ✓ Normas de Seguridad
 - ✓ Instrucciones de Mantenimiento
 - ✓ Engrase
 - ✓ Lubricantes
 - ✓ Diagnóstico de averías
 - ✓ Instrucciones de reparación
 - ✓ Inspecciones, revisiones periódicas
 - ✓ Lista de útiles específicos
 - ✓ Referencias de piezas y repuestos recomendados.
 - ✓ Gran parte de esta documentación, imprescindible para ejecutar un buen mantenimiento, es exigible legalmente en España (Reglamento de Seguridad en Máquinas).
3. **Fichero Interno** formado por los documentos generados a lo largo de la vida del equipo.

Se debe definir cuidadosamente la información útil necesaria. No debe ser ni demasiado escasa, ni demasiado amplia, para que sea práctica y manejable:

- ✓ Codificación.
- ✓ Condiciones de trabajo reales.
- ✓ Modificaciones efectuadas y planos actualizados.
- ✓ Procedimientos de reparación.

D) FICHERO HISTÓRICO DE LA MÁQUINA

Describe cronológicamente las intervenciones sufridas por la máquina desde su puesta en servicio. Su explotación posterior es lo que justifica su existencia y condiciona su contenido.

Se deben recoger todas las intervenciones correctivas y, de las preventivas, las que lo sean por imperativo legales así como calibraciones o verificaciones de instrumentos incluidos en el plan de calibración (Manual de Calidad). A título de ejemplo:

- ✓ Fecha y número de OT (Orden de Trabajo)
- ✓ Especialidad
- ✓ Tipo de fallo (Normalizar y codificar)
- ✓ Número de horas de trabajo. Importe
- ✓ Tiempo fuera de servicio
- ✓ Datos de la intervención:
- ✓ Síntomas
- ✓ Defectos encontrados
- ✓ Corrección efectuada
- ✓ Recomendaciones para evitar su repetición.

Con estos datos será posible realizar los siguientes análisis:

- a) Análisis de fiabilidad: Cálculos de la tasa de fallos, MTBF, etc.

b) Análisis de disponibilidad: Cálculos de mantenibilidad, disponibilidad y sus posibles mejoras.

c) Análisis de mejora de métodos: Selección de puntos débiles, análisis AMFE.

d) Análisis de repuestos: Datos de consumos y nivel de existencias óptimo, selección de repuestos a mantener en stock.

e) Análisis de la política de mantenimiento:

- Máquinas con mayor número de averías
- Máquinas con mayor importe de averías
- Tipos de fallos más frecuentes.

El análisis de éstos datos nos permite establecer objetivos de mejora y diseñar el método de mantenimiento (correctivo - preventivo - predictivo) más adecuado a cada máquina.

E) FORMACIÓN Y ADIESTRAMIENTO DEL PERSONAL

La formación es una herramienta clave para mejorar la eficacia del servicio.

Las razones de la anterior afirmación son, en síntesis, las siguientes:

- ✓ Evolución de las tecnologías
- ✓ Técnicas avanzadas de análisis y diagnóstico
- ✓ Escaso conocimiento específico del personal técnico de nuevo ingreso

La formación debe tener un carácter de extensión interdisciplinar y continuidad.

Se materializa mediante cursos planeados y un Programa Anual de formación.

El adiestramiento o desarrollo de habilidades, por el contrario, tiene fines exclusivamente técnicos y se consigue mediante:

- a) Indicaciones diarias de supervisores o adiestramiento continuo
- b) La influencia que realiza el operario experto sobre su ayudante a través del propio trabajo
- c) Cursos periódicos en escuelas profesionales

En definitiva, mientras el adiestramiento busca fines técnicos exclusivamente, la formación trata de provocar un cambio y de concienciar sobre la existencia de problemas.

Nunca se insistirá suficientemente sobre la importancia y necesidad de disponer de un plan anual de formación, justificado, presupuestado y programado como medio para mejorar la eficiencia y la satisfacción del personal.

Algunos factores muy importantes que determinan los programas de calidad son los siguientes:

- Organización: La organización deberá previamente funcionar bien. Deberá ser de estructura ágil.
- Liderazgo: Como compromiso explícito y formal por parte de la dirección.
- Descentralización: La capacidad de tomar decisiones ha de alcanzar los niveles más bajos de la organización.
- Autonomía: Los profesionales cuentan con toda y plena libertad intelectual.
- Personal: Se podrá hacer una selección de perfiles adecuados para la mejora de la calidad.

- Conocimiento: El saber y las habilidades de las personas se fomentan desde la organización.
- Formación: Se considera rentable por los beneficios que ofrece.
- Participación: Formación de grupos de trabajo y otras fórmulas de implicación.
- Ética: Elaboración de códigos éticos y deontológicos comprometidos.
- Mejora: Creación de una cultura de mejora continua.
- Procesos: Identificación de los procesos y normalización de la actividad.
- Protocolización: Estandarización de la asistencia que se ofrece.
- Información: Desarrollo de sistemas que faciliten todas las tareas y ayuden a evaluar.
- Certificación: Uso de fórmulas como ISO, u otros estándares.
- Recursos: Dedicar esfuerzos y recursos a analizar los resultados.
- Programación: Establecer programas de calidad propiamente dichos.
- Valores: Ser capaces de incorporar a la actividad los valores de la sociedad.

Actualmente los sistemas de gestionar la calidad, la satisfacción del cliente, el control de los procesos, las certificaciones externas son términos habitualmente utilizados en el ámbito empresarial y cada vez más integrados en la cultura de las empresas. (M^a. P. Mas; I. Torre; C. Lacasa, 2003, pág. 238-239)

2.3.9 FIABILIDAD

La fiabilidad trata del estudio de los sistemas y de sus fallos. Intuitivamente la fiabilidad es la confiabilidad, que se asocia directamente con la disponibilidad y mantenibilidad, y la capacidad de depender con seguridad de algo o alguien. Centrándonos en un producto

la fiabilidad se entiende como la garantía de su funcionamiento correcto durante el periodo de su utilización.

Las palabras confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad, forman parte de la cotidianidad del mantenimiento. Si se analiza la definición moderna de mantenimiento, se verifica que la misión de este es “garantizar” la disponibilidad de la función de los equipos e instalaciones, de tal modo que permita atender a un proceso de producción o de servicio con calidad, confiabilidad, seguridad, preservación del medio ambiente y costo adecuado.

Por otro lado, las funciones de un equipo o sistema pueden ser clasificadas como primarias o secundarias.

Las funciones primarias comprenden el motivo por el cual el objeto existe y son normalmente definidas por el nombre del objeto, siendo importante que en la descripción de las funciones primarias sean incluidos:

- ✓ Patrones de desempeño deseado y/o esperado
- ✓ Patrones de calidad establecidos por el cliente
- ✓ Patrones de seguridad y preservación del medio ambiente.

Por el lado de las funciones secundarias, estas son menos obvias que las primarias, sin embargo, estas funciones son indispensables a la hora de aumentar el valor agregado del equipo, contribuyendo con su calidad.

Como ejemplo de funciones secundarias se tienen la apariencia, la higiene, el soporte, las mediciones, etc. Sin olvidar, claro está, que existen otras funciones secundarias ejercidas por aditamentos del sistema, como dispositivos de protección y control (instrumentación), que típicamente son, entre otras.

Si citamos una breve reseña del mantenimiento entenderemos de mejor manera como hoy en día la fiabilidad está basada en el mantenimiento.

La figura 2.16 presenta las diferencias entre las generaciones del mantenimiento. En la primera se evidencia la premisa, reparar después de que ocurre la falla. Esta era una situación que generalmente se aplicaba antes de la década de los 50's (mantenimiento correctivo). En los años 60's surge el concepto de la prevención como economizadora de gastos, ahí aparece el mantenimiento preventivo, donde se analiza un punto óptimo en el que la combinación adecuada de mantenimiento preventivo y correctivo trae consigo los menores costos.

Con el avance de la tecnología y más específicamente después del programa espacial norteamericano, la filosofía del mantenimiento tomo un carácter predictivo. Para esa época la complejidad de los equipos y sistemas industriales creció, gracias a los avances en la electrónica y las técnicas de mantenimiento basadas en el tiempo pasaron a no satisfacer las necesidades de los nuevos proyectos industriales.

Como ejemplo se puede citar un Boeing 747, donde los costos involucrados en la operación de estas aeronaves y los riesgos de accidentes con equipos encargados de transportar más de 300 personas, demandaban prácticas de mantenimiento basados en conceptos que no afecten la seguridad. Para esta época creció la concientización sobre la necesidad de la preservación de la salud de las personas y del medio ambiente.

Es así como la confiabilidad pasa a ser una disciplina clave en el proceso de mantenimiento, donde se aplican conceptos extremadamente útiles y simples, conceptos que permitieron que algunos autores hablen hoy de mantenimiento centrado en la confiabilidad.

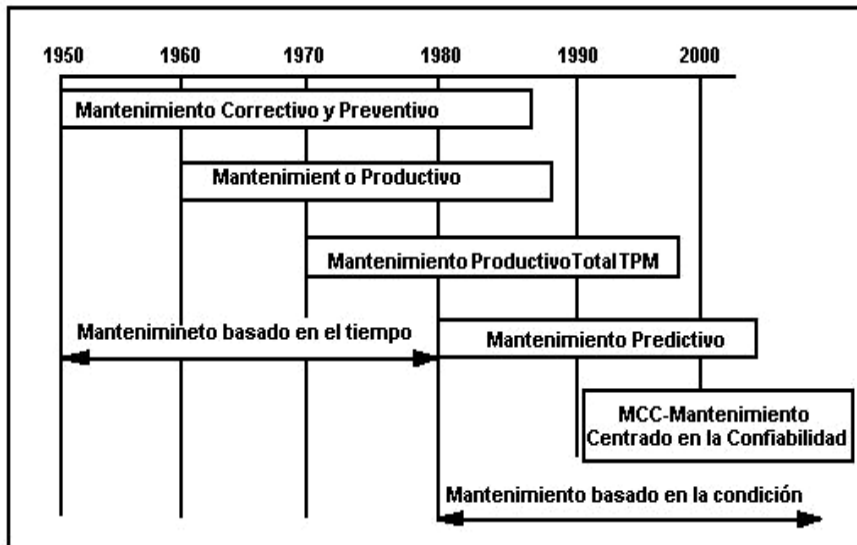


Figura 2-10 . Evolución de los tipos de mantenimiento

Fuente: [6] Mesa D., Ortiz Y. y Pinzón M. La Confiabilidad, La Disponibilidad y La Mantenibilidad, Disciplinas Modernas aplicadas al mantenimiento. (pág. 155)

A continuación una tabla que marca las diferencias entre estos conceptos de mantenibilidad y fiabilidad:

Tabla 2-4 Criterios entre Mantenibilidad y Confiabilidad

MANTENIBILIDAD	CONFIABILIDAD
Se necesita poco tiempo para restaurar.	Pasa mucho tiempo para fallar.
Existe alta probabilidad de completar la restauración.	Existe baja probabilidad de falla.
El tiempo medio para restauración es pequeño.	El tiempo medio entre fallas es grande.
Se tiene alta tasa de restauración.	Se tiene baja tasa de fallas.

Fuente: Dounce E. (pág. 137)

2.3.9.1 MANTENIBILIDAD

La mantenibilidad se define como la rapidez con la cual los fallos o el funcionamiento defectuoso en los equipos son diagnosticados y corregidos, o la conservación programada es ejecutada con éxito. Es una función de variables que interactúan; incluye el diseño y configuración del equipo y su instalación, la accesibilidad de partes y la adecuación de mano de obra que en el interviene (instalación, conservación y operación).

Durante el diseño, debe procurarse que el equipo cuente, en lo posible, con lo siguiente:

Que las partes y componentes sean a tal grado estandarizado, que permitan su minimización e intercambio en forma sencilla y rápida.

Que las herramientas necesarias para intervenir la máquina sean, en lo posible comunes y no especializadas, ya que esto último haría surgir la necesidad de tener una gran cantidad de herramientas en la fábrica con los consiguientes problemas de control.

Que los conectores que unen a los diferentes subsistemas estén hechos de tal modo que no puedan ser intercambiados por error.

Que el equipo cuente con un adecuado sistema de identificación de puntos de prueba y componentes que sean fácilmente vistos e interpretados.

Existen muchas otras consideraciones al respecto, pero nuestro objetivo es únicamente el de aclarar el concepto de mantenibilidad, ya que su estudio a fondo es obligatorio para la ingeniería de diseño, más que para la alta administración de la conservación.

La mantenibilidad se puede definir como la expectativa que se tiene de que un equipo o sistema pueda ser colocado en condiciones de operación dentro de un periodo de tiempo establecido, cuando la acción de mantenimiento es ejecutada de acuerdo con procedimientos prescritos.

En términos probabilísticas, se define la mantenibilidad como “la probabilidad de restablecer las condiciones específicas de funcionamiento de un sistema, en límites de tiempo deseados, cuando el mantenimiento es realizado en las condiciones y medios predefinidos”. O simplemente “la probabilidad de que un equipo que presenta una falla sea reparado en un determinado tiempo t .”

De manera análoga a la confiabilidad, la mantenibilidad puede ser estimada con ayuda de la expresión:

$$M(t) = 1 - e^{-\mu.t}$$

Dónde:

M (t): es la función mantenibilidad, que representa la probabilidad de que la reparación comience en el tiempo

t=0 y sea concluida satisfactoriamente en el tiempo t (probabilidad de duración de la reparación).

e : constante Neperiana (e=2.303...)

μ =Tasa de reparaciones o número total de reparaciones efectuadas con relación al total de horas de reparación del equipo.

t: tiempo previsto de reparación TMPR

Además de la relación que tiene la mantenibilidad con el tiempo medio de reparación, TMPR, es posible encontrar en la literatura, otro tipo de consideraciones, entre las que se cuentan:

- El TMPR está asociado al tiempo de duración efectiva de la reparación.
- Todo el tiempo restante, empleado por ejemplo en la espera de herramientas, repuestos y tiempos muertos, es retirado generalmente del TMPR.
- La suma del TMPR con los demás tiempos, constituye lo que normalmente es denominado como Down-time por algunos autores, otros denominan ese tiempo como MFOT (Mean Forced Outage Time).
- Sin embargo, al calcular la disponibilidad, la mayoría de autores indican que el tiempo a ser considerado, es el tiempo de reparación más los tiempos de espera, que es lógico.

Normalmente los tiempos que ocurren entre la parada y el retorno a la operación de un equipo son presentados a continuación:

t_0 Instante en que se verifica la falla

1 Tiempo para la localización del defecto

2 Tiempo para el diagnóstico

3 Tiempo para el desmontaje (Acceso)

4 Tiempo para la remoción de la pieza

5 Tiempo de espera por repuestos (logístico)

6 Tiempo para la sustitución de piezas

7 Tiempo para el remontaje

8 Tiempo para ajustes y pruebas

t_1 Instante de retorno del equipo a la operación

Cuando se analizan los tiempos descritos anteriormente, se verifica que directa o indirectamente, todos ellos son responsabilidad del personal de mantenimiento. Aunque se puede afirmar que existen otros tiempos empleados, por ejemplo en la consecución de informes, aspectos relacionados con la planificación de los servicios, problemas de liberación de equipo y calificación de personal.

En este sentido, el TMRP puede considerarse, no sólo comprendido por todos los tiempos que son pertinentes a las acciones de mantenimiento en sí, sino que hay que entender que el tiempo en el que el equipo está fuera de operación debe ser reducido y ese debe ser el objetivo de todos los involucrados en el proceso de organización del mantenimiento.

2.3.9.2 DISPONIBILIDAD

El objetivo principal del mantenimiento, puede ser definida como la confianza de que un componente o sistema que sufrió mantenimiento, ejerza su función satisfactoriamente para un tiempo dado. En la práctica, la disponibilidad se expresa como el porcentaje de tiempo en que el sistema está listo para operar o producir, esto en sistemas que operan continuamente.

En la fase de diseño de equipos o sistemas, se debe buscar el equilibrio entre la disponibilidad y el costo. Dependiendo de la naturaleza de requisitos del sistema, el diseñador puede alterar los niveles de disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad, de forma a disminuir el costo total del ciclo de vida.

La tabla 2.2 muestra que algunos equipos necesitan tener alta confiabilidad, mientras que otros necesitan tener alta disponibilidad o alta mantenibilidad.

Tabla 2-5 Requisitos de algunos sistemas y enfoque de los indicadores

	REQUISITOS	EJEMPLOS
1	Alta confiabilidad Poca disponibilidad	Generación de electricidad Tratamiento de agua
2	Alta disponibilidad	Refinerías de petróleo Acerías
3	Alta confiabilidad Alta mantenibilidad	Incineradores hospitalarios
4	Disponibilidad basada en buena práctica	Procesamiento por etapas
5	Alta disponibilidad Alta confiabilidad	Sistemas de emergencia Plataformas petroleras

Fuente: Obtenido de la Pagina Web revistas.utp.edu.co/index.php/revista-ciencia/article/download/.../3787

Matemáticamente la disponibilidad $D(t)$, se puede definir como la relación entre el tiempo en que el equipo o instalación quedó disponible para producir TMEF y el tiempo total de reparación TMPR. Es decir:

$$D(t) = \frac{\Sigma \text{tiempos productivos para la producción}}{\Sigma \text{tiempos disponibles para la producción} + \Sigma \text{tiempos de mantenimiento}}$$

Ó

$$D(t) = \frac{TMEF}{TMEF + TMPR}$$

El TMPR o tiempo medio de reparación, depende en general de:

- ✓ La facilidad del equipo o sistema para realizarle mantenimiento
- ✓ La capacitación profesional de quien hace la intervención.
- ✓ De las características de la organización y la planificación del mantenimiento.

2.3.9.3 RELACIÓN ENTRE DISPONIBILIDAD, CONFIABILIDAD Y MANTENIBILIDAD.

La confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad son prácticamente las únicas medidas técnicas y científicas, fundamentadas en cálculos matemáticos, estadísticos y probabilísticos, que tiene el mantenimiento para su análisis.

Para poder alcanzar estas técnicas y cálculos se tienen los indicadores de gestión (planificación, ejecución, control y evaluación), son aquellos que normalmente interrelacionan dos valores, y nos aporta una visión completamente que evalúa diversos aspectos de la gestión de nuestro departamento.

Considerando que el primer objetivo de trabajo, del área de mantenimiento, es el de propiciar el logro de altos índices de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad a favor de la producción.

Para poder establecer estos factores de efectividad de mantenimiento, deberá ir acompañada de otros factores (índices secundarios), que permitan evaluar, analizar y pronosticar su comportamiento.

Entre la siguiente lista se incluye un conjunto de indicadores, que nos permitirá medir de forma técnica, y mediante costos, la efectividad del mantenimiento:

- ✓ Indicadores de efectividad.
- ✓ Indicadores secundarios
- ✓ Indicadores de accidentabilidad.
- ✓ Indicadores de costo de mantenimiento por facturación.
- ✓ Indicador de mano de obra externa
- ✓ Indicador de costos de mantenimiento preventivos por mantenimientos totales.
- ✓ Indicadores de ingeniería de mantenimiento.

Todas las actividades pueden medirse, así puede asegurarse que las actividades vayan en el sentido correcto y permitan evaluar los resultados de una gestión frente a sus objetivos, metas y responsabilidades.

2.3.9.4 INDICADORES DE CLASE MUNDIAL

Estos índices son herramientas para la definición de cómo las instalaciones ofrecen resultados y si su capacidad está bien usada.

Entonces, veamos a que se refiere cada una de los diferentes indicadores a tratarse.

A) CONCEPTO DE DISPONIBILIDAD

La disponibilidad es el principal parámetro asociado al mantenimiento, dado que limita la capacidad de producción.

Se define como la probabilidad de que una máquina esté preparada para producción en un período de tiempo determinado, o sea que no esté parada por averías o ajustes.

$$D = \frac{T_o}{T_o + T_p}$$

Ecuación 1 Disponibilidad teórica.

Donde:

T_o = tiempo total de operación

T_p = tiempo total de parada

Los periodos de tiempo nunca incluyen paradas planificadas, ya sea por mantenimientos planificados, o por paradas de producción, dado a que estas no son debidas al fallo de la máquina.

Aunque la anterior es la definición natural de disponibilidad, se suele definir, de forma más practica a través de los tiempos medios entre fallos y de reparación.

Vemos que la disponibilidad depende de:

La frecuencia de las fallas.

El tiempo que nos demande en reanudar el servicio.

Así, se tiene que:

$$D = \frac{TPEF}{TPEF + TPPR}$$

Ecuación 2. Disponibilidad.

Dónde:

TPEF = Tiempo promedio entre fallos.

TPPR = Tiempo promedio de reparación.

B) CONCEPTO DE FIABILIDAD

Es la probabilidad de que un equipo desempeñe satisfactoriamente las funciones para lo que fue diseñado, durante el periodo de tiempo especificado y bajo las condiciones de operaciones dadas.

El análisis de fallas constituye otra medida del desempeño de los sistemas, para ello se utiliza lo que denominamos la tasa de falla, por tanto, la media de tiempos entre fallas (TPEF) caracteriza la fiabilidad de la máquina.

Tiempo promedio entre falla.- Mide el tiempo promedio que es capaz de operar el equipo a capacidad, sin interrupciones dentro de un periodo considerado de estudio

$$TPEF = \frac{HROP}{\sum NTFALLAS}$$

Ecuación 3. Tiempo promedio entre fallas.

Dónde:

HROP = Horas de operación.

NTFALLAS = Número de fallas detectadas.

C) CONCEPTO DE MANTENIBILIDAD.

Es la probabilidad de que un equipo en estado de fallo, pueda ser reparado a una condición especificada en un periodo de tiempo dado, y usando unos recursos determinados.

Por tanto, la media de tiempos de reparación (TPPR) caracteriza la mantenibilidad del equipo.

$$TPPR = \frac{TTF}{\sum NTFALLAS}$$

Ecuación 4. Tiempo promedio para reparar.

Dónde:

TTF = Tiempo Total de Fallas.

NTFALLAS = Numero de fallas detectadas.

Tiempo promedio para reparación.- Se relación entre el tiempo total de intervención correctiva y el número total de fallas detectadas, en el periodo observado.

La relación existente entre el Tiempo Promedio Entre Fallas debe estar asociada con el cálculo del Tiempo Promedio Para la Reparación. (Gonzales J., 2004, pág. 58-60)

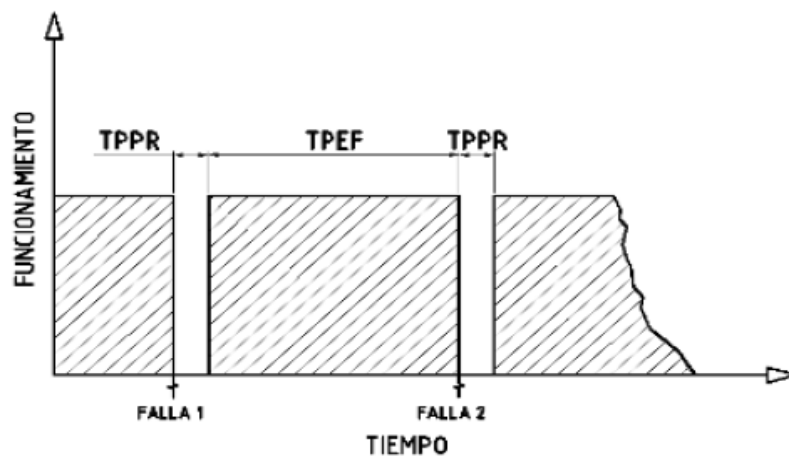
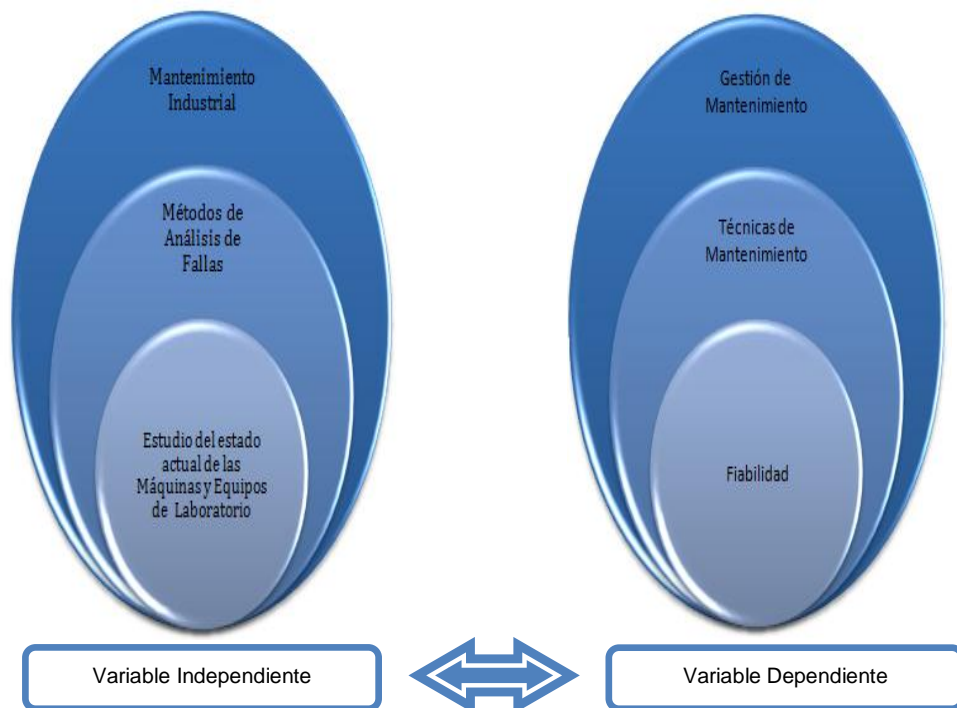


Figura 2-11 Interpretación grafica de los Índices TPEF, TPPR, TPPR. Fuente: Gonzales J., (pág.59)

2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES



2.5 HIPÓTESIS

El estudio del funcionamiento y estado actual de las máquinas y equipos de laboratorio de Materiales y Taller de Soldadura de la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, mejorará la fiabilidad.

2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

2.6.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

Estudio del estado actual de las máquinas y equipos de laboratorio

2.6.2 VARIABLE DEPENDIENTE

La fiabilidad

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1 ENFÓQUE

En el presente trabajo se hicieron análisis y estudios predominantemente cualicuantitativos, cualitativos porque se tomaron en cuenta ciertos parámetros de las máquinas como la edad, tiempo de operación, documentación entre otros. Y cuantitativo ya que se ha dado valores a ciertos criterios de evaluación para realizar la ponderación y poder comparar el estado de las máquinas y equipos de estudio.

La información necesaria para el desarrollo de este proyecto fue proveniente principalmente de fuentes primarias. Las cuales nos proporcionaron información importante, la cual ha sido recolectada o encontrada en fuentes como en libros, tesis, documentales, publicaciones de internet, etc. Para luego realizar un análisis de todo lo obtenido y establecer la mejor propuesta de solución.

3.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

3.2.1 DE CAMPO

El levantamiento de información de los laboratorios fue indispensable para conocer realmente los problemas que se presentan en los mismos.

3.2.2 BIBLIOGRÁFICO

La recolección de información fue de valiosa importancia para la investigación, puesto que con esto se amplió conocimientos, y se pudo

rescatar experiencias de otros trabajos realizados, y visualizar la factibilidad de nuestro trabajo.

3.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.3.1 EXPLORATORIO

En esta fase la investigación exploratoria ayudó a diagnosticar el problema por medio del análisis de causa-efecto, por lo tanto la hipótesis planteada nos permitió conocer las posibles soluciones y se pudo implementar la solución más acertada para el mejoramiento de los laboratorios y hacer crecer la credibilidad de los mismos.

3.3.2 DESCRIPTIVA

El propósito de esta investigación fue describir situaciones y eventos, es decir cómo es y cómo se manifiesta los distintos fenómenos en los laboratorios. De esta manera se pudo establecer que el proyecto cubrió las necesidades que en esta área se presentó.

3.3.3 CORRELACIONAL

Tuvo como propósito medir el grado de incidencia entre variables que se manipularon en el problema, de tal manera que se logró relacionar la variable independiente que se refiere esencialmente al estudio del estado actual de las máquinas y equipos de laboratorio y la variable dependiente que es la fiabilidad que pueden presentarse en los mismos y justificar el desarrollo del proyecto.

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1 POBLACIÓN

Para llevar a cabo nuestro estudio del estado actual de las máquinas y equipos de los laboratorios de la carrera de ingeniería Civil y Mecánica y su incidencia en la fiabilidad, se consideraron las máquinas y equipos de

los laboratorios de materiales y taller de soldadura que son los que hemos tomado en cuenta en el planteamiento de los objetivos y porque son los que se han utilizado con más frecuencia.

3.4.2 MUESTRA

En nuestro caso de estudio, nuestra muestra fueron todas las máquinas y equipos que se encuentran en los inventarios del departamento de bienes, correspondientes a los laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura, puesto que es la primera vez que se realiza este tipo de investigaciones y es necesario dejar documentado todos los trabajos que se puedan realizar para mantener y mejorar el estado de los mismos.

3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.5.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

Tabla 3-1 Estudio del estado actual de las máquinas y equipos de laboratorio

CONCEPTO	CATEGORÍA	INDICADOR	ÍTEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Es de suma importancia el estado actual de las máquinas y equipos de laboratorio puesto que de su buen funcionamiento depende el desarrollo de las prácticas y la verificación de los trabajos, y tareas realizadas en el mismo. Ya que se tienen máquinas que alcanzan altas temperaturas, velocidades, niveles de toxicidad entre otros riesgos para el operario. Razón suficiente para desempeñar o implementar planes para la conservación tanto de las máquinas y equipos como de las personas que laboran con las mismas	Parámetros de Fiabilidad.	<ul style="list-style-type: none"> - Edad del Equipo. - Medio Ambiente donde Opera. - Carga de Trabajo. - Apariencia Física. 	¿Qué parámetros intervienen en la fiabilidad de las máquinas y equipos?	Observación Directa: <ul style="list-style-type: none"> - Cuaderno de Notas - Ficha de Campo
	Tipos de Mantenimiento.	<ul style="list-style-type: none"> - Mantenimiento Correctivo. - Mantenimiento Preventivo. - Mantenimiento Predictivo. 	¿Qué tipo de mantenimiento recibe las máquinas y equipos?	Observación Directa: <ul style="list-style-type: none"> - Ficha de Campo - Cuaderno de Notas
	Métodos de Análisis de Fallos.	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis de Criticidad - AMFE 	¿Qué método permite evaluar el estado de las máquinas y equipos?	<ul style="list-style-type: none"> - Ficha de Campo - Cuaderno de Notas

Fuente: Realizado por el Autor

3.5.2 VARIABLE DEPENDIENTE

Tabla 3-2 Fiabilidad

CONCEPTO	CATEGORÍA	INDICADOR	ÍTEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>La fiabilidad trata del estudio de los sistemas y de sus fallos. Intuitivamente la fiabilidad se asocia con la confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad, y la capacidad de depender con seguridad de algo o alguien. Centrándonos en un producto la fiabilidad se entiende como la garantía de su funcionamiento correcto durante el periodo de su utilización.</p>	Disponibilidad	- Tiempo promedio entre fallos. (TPEF)	¿Qué porcentaje de disponibilidad tienen las máquinas y equipos?	Observación Directa: - Cuaderno de Notas
		- Tiempo promedio de reparación.(TPPR)		
	Mantenibilidad	- Tiempo Total de Fallas. (TTF)	¿Qué porcentaje de mantenibilidad tienen las máquinas y equipos?	Observación Directa: - Cuaderno de Notas
		- Numero de fallas detectadas. (NTFALLAS)		
	Confiabilidad	- Tiempo promedio entre fallas. (TPEF)	¿Qué porcentaje de Confiabilidad tienen las máquinas y equipos?	Observación Directa: - Cuaderno de Notas
		- Horas de operación. (HROP)		
- Número de fallas detectadas. (NTFALLAS)				

Fuente: Realizada por el Autor

3.6 PLAN DE RECOLECCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Conforme el desarrollo de la operacionalización de variables, las técnicas que se utilizaron fue las siguientes:

3.6.1 OBSERVACIÓN

Se realizó una inspección a las máquinas y equipos de los laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura, para recolectar información sobre el estado de los mismos, tomando apuntes que fueron de fundamental importancia para establecer los defectos más relevantes y así enfocarnos en la solución más adecuada al problema.

3.7 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

3.7.1. PLAN DE PROCESAMIENTO

- ✓ Visita las instalaciones físicas de laboratorio de materiales y taller de soldadura.
- ✓ Entrevista con los ayudantes de laboratorio para recabar los problemas que se presentan y las ideas de posibles soluciones.
- ✓ Inspección a las máquinas y equipos, tomando notas de los problemas encontrados.
- ✓ De los apuntes obtenidos, se agrupó por áreas los defectos encontrados.
- ✓ Relacionar la aplicación con nuestra realidad.
- ✓ Puesta en marcha de la propuesta para solucionar el problema.

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En el presente estudio se ha considerado el siguiente proceso para el desarrollo y análisis de resultados del Estudio del Estado actual de las Máquinas y Equipos de Laboratorio de la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato y su Incidencia en la Fiabilidad.

1. ESTUDIO INICIAL DE LOS LABORATORIOS DE MATERIALES Y TALLER DE SOLDADURA.

Para la caracterización de los laboratorios se tomó en cuentas los siguientes aspectos:

- 1.1 Ubicación de los laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura.
- 1.2 Organigrama Estructural de FICM.
- 1.3 Esquema de distribución de áreas para los laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura.
- 1.4 Responsables del Laboratorio de Materiales y Taller de Soldadura.

2. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL FISICA DEL ESTADO DE LOS LABORATORIOS.

En esta etapa se procedió a recabar toda la información existente que ayudó a un mejor desarrollo de la investigación.

- 2.1 Análisis de la Situación actual del Estado de Conservación y Seguridad de las instalaciones del laboratorio de Materiales y Taller de Soldadura.

- 2.2 Inventario de las máquinas y equipos existentes, actualmente en los laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura.
- 2.3 Análisis del estado superficial actual de Operación de las Máquinas y Equipos de los laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura.
- 2.4 Análisis de la situación actual del mantenimiento de las Máquinas y Equipos de los laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura.
- 2.5 Descripción de las áreas, máquinas y equipos de los laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura.

3. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL ESTADO DE LAS MÁQUINAS Y EQUIPOS DE LOS LABORATORIOS DE MATERIALES Y TALLER DE SOLDADURA

- 3.1 Análisis de la Confiabilidad de las Máquinas y Equipos de los laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura.
- 3.2 Análisis de la Mantenibilidad de las Máquinas y Equipos de los laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura.
- 3.3 Análisis de la Disponibilidad de las Máquinas y Equipos de los laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura.

4. ANÁLISIS DE LOS FALLOS DE LAS MAQUINAS Y EQUIPOS DE LOS LABORATORIOS DE MATERIALES Y TALLER DE SOLDADURA.

- 4.1 Análisis Modal de Falla – Efecto de las Máquinas y Equipos de los laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura.
- 4.2 Análisis de Criticidad de las Máquinas y Equipos de los laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura.

4.1.1 ESTUDIO INICIAL DE LOS LABORATORIOS DE MATERIALES Y TALLER DE SOLDADURA.

Para el inicio del estudio propuesto se ha considerado importante la caracterización de los laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura de

la carrera de Ingeniería Mecánica, de la Universidad Técnica de Ambato, puesto son de principal interés e importancia para el desarrollo académico de la colectividad estudiantil.

4.1.1.1 Ubicación de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura.

Los laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura, pertenecen a la carrera de Ingeniería Mecánica de la FICM, se encuentran ubicados actualmente en los predios de la Universidad Técnica de Ambato en Huachi. A continuación, en la siguiente figura detallaremos su ubicación:

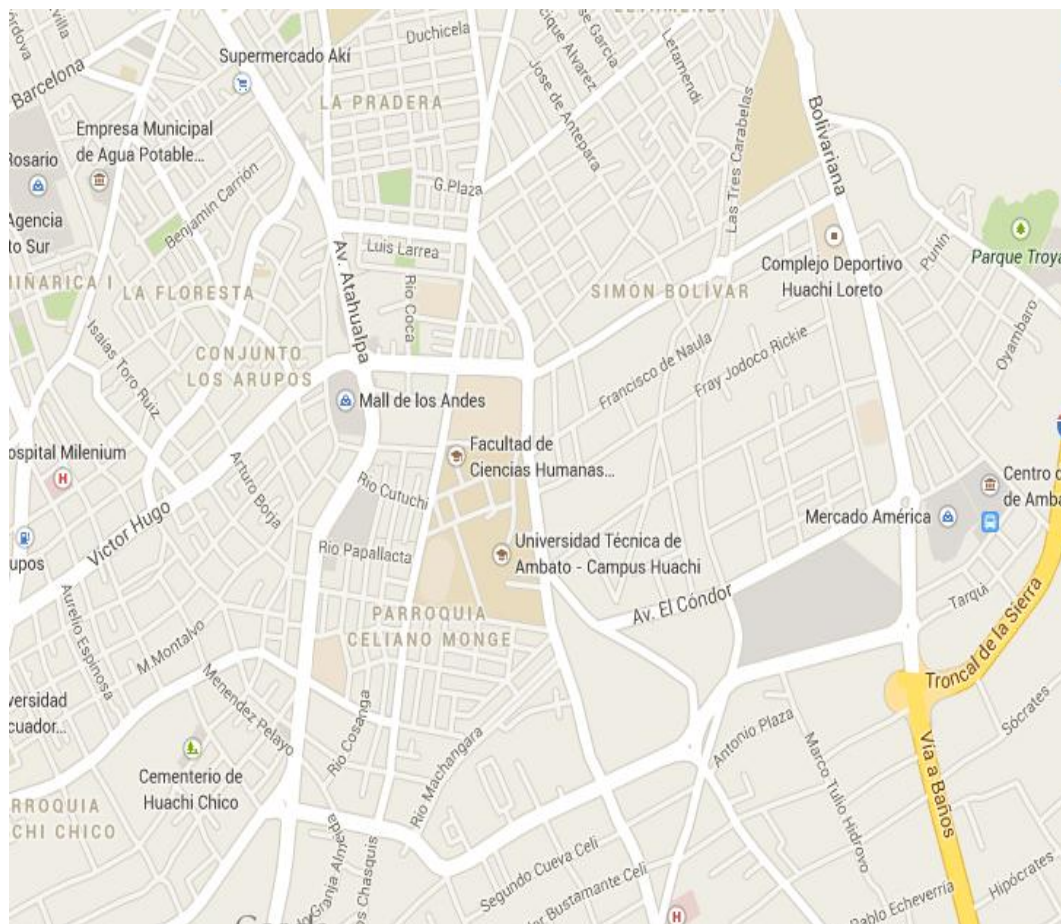


Figura 4-1 Ubicación Geográfica de la UTA – Huachi.

Fuente:<https://www.google.com.ec/maps/preview?authuser=0#!data=!1m4!1m3!1d12424!2d-78.6299658!3d-1.267047>.



Figura 4-2 Ubicación de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura.
Fuente: <httpsmaps.google.com.ecmapshl=es-419&tab=wI>

4.1.1.2 Organigrama Estructural de FICM.

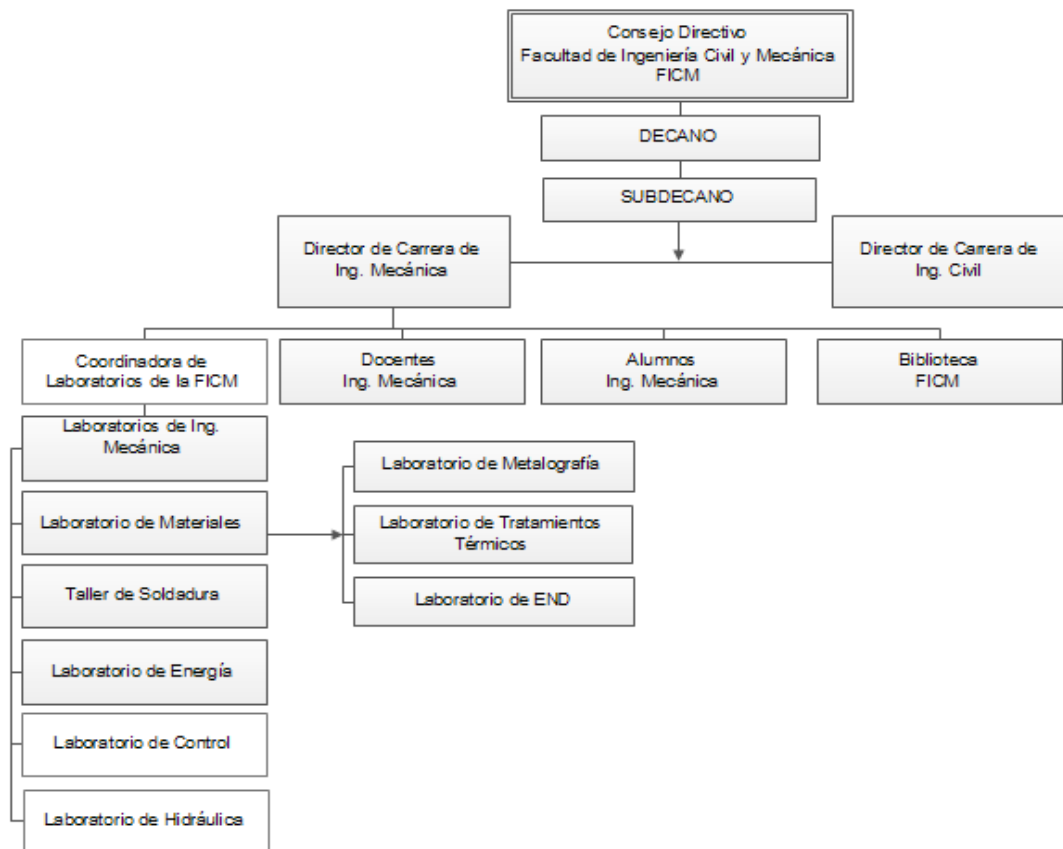


Figura 4-3 ESQUEMA ESTRUCTURAL DE LA FICM.
Fuente: Realizado por el Autor.

4.1.1.3 Esquema de distribución de Áreas para los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura.

El laboratorio de Materiales se encuentra ubicado en la segunda planta del Edificio de Laboratorios en donde podemos encontrar las máquinas con las cuales se realizan diferentes ensayos y prácticas como: Dureza, Tratamientos Térmicos, Temple, entre otras.

Las máquinas actualmente se encuentran distribuidas de la siguiente manera:

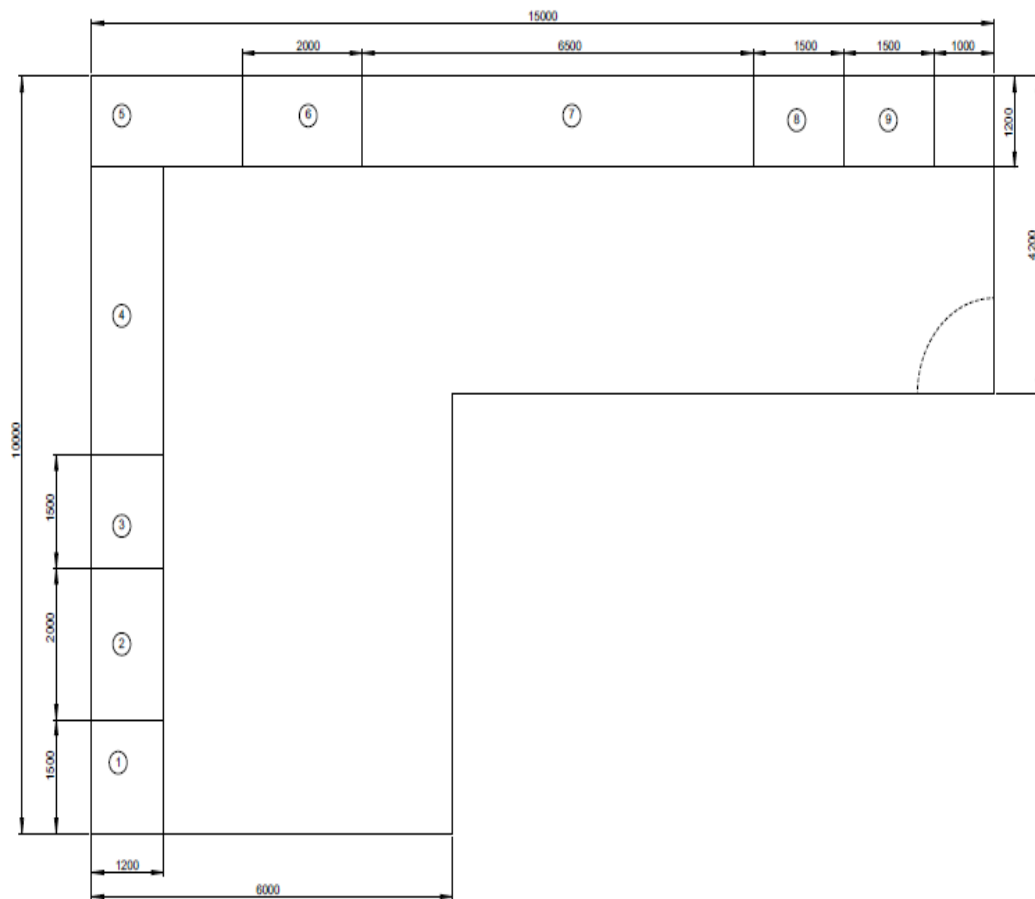


Gráfico 4-1 Ubicación de las Máquinas y Equipos del Laboratorio de Materiales
Fuente: Realizado por el Autor

De la misma manera podemos ubicar el Taller de Soldadura que se encuentra situado junto al edificio de la Facultad de Idiomas en donde se

alojan las máquinas destinadas para las prácticas de soldadura, esmerilados, entre otras actividades.

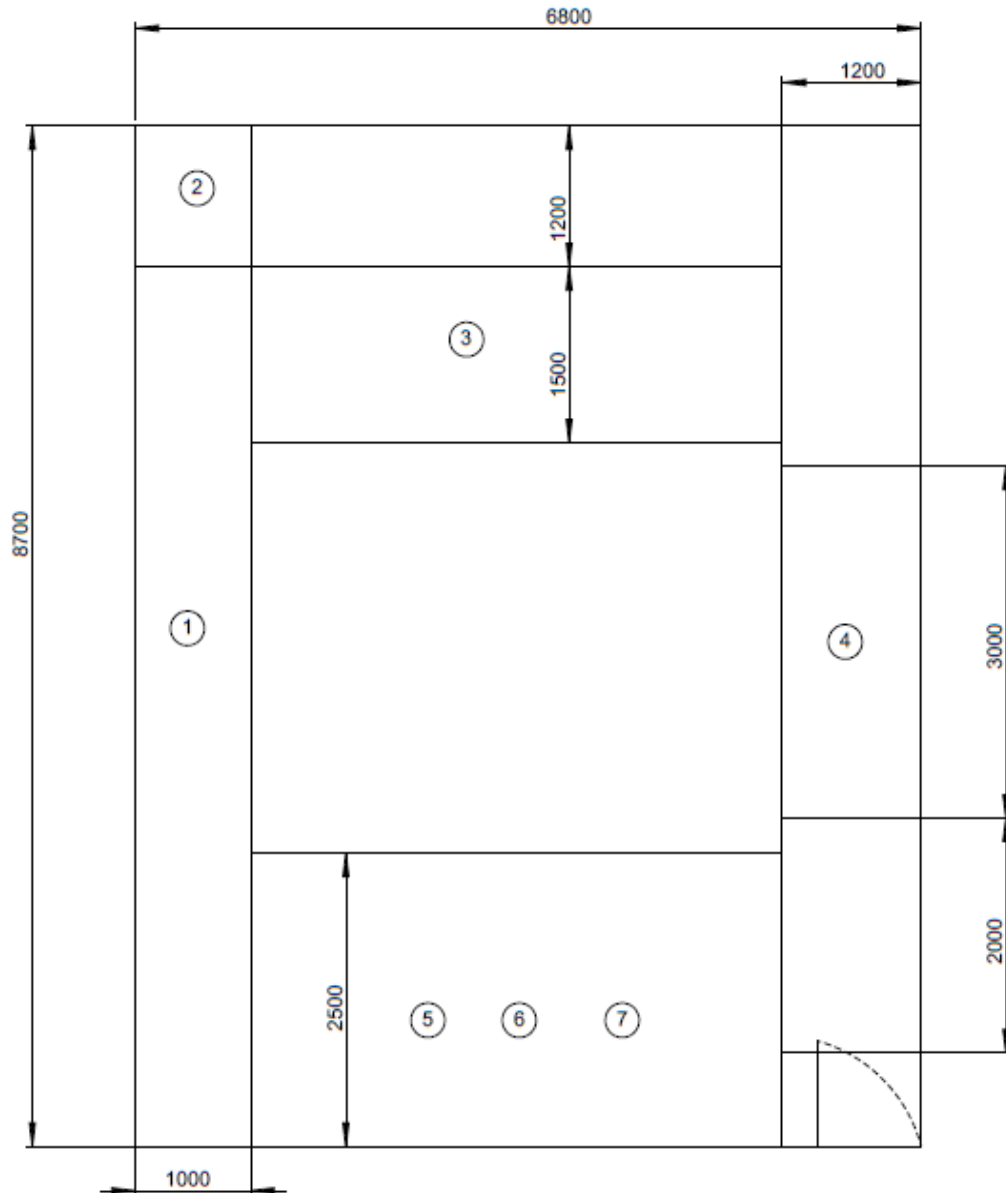


Gráfico 4-2 Ubicación de las Máquinas y Equipos del Taller de Soldadura.
Fuente: Realizado por el Autor.

4.1.1.4 Responsables del Laboratorio de Materiales y taller de Soldadura.

Dentro del diagrama estructural encontramos que los responsables de los Laboratorios de la Carrera de Ingeniería Mecánica de la UTA, son los encargados de la conservación de los mismos.

A continuación se conocerá las funciones de cada autoridad que conforman la FICM:

Consejo Directivo FICM: Es la máxima autoridad, se encarga de legislar por las Carreras de Ingeniería Civil y la Carrera de Ingeniería Mecánica que tiene la Facultad.

Decano: Es el encargado de la administración de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Sub decano: En su persona reposa la responsabilidad del desarrollo académico de la Facultad, es decir tanto de la Carrera de Ingeniería Civil como de la Carrera de Ingeniería Mecánica.

Director de Ingeniería Civil: Es el responsable de las actividades académicas de carrera de Ingeniería Civil.

Director de Carrera de Ing. Mecánica: Es el responsable de las actividades académicas de la Carrera de Ingeniería Mecánica.

Coordinador de Laboratorios: Se encarga de coordinar las actividades de los ayudantes de laboratorios, de Ingeniería Civil como de Ingeniería Mecánica.

Ayudante de Laboratorio: Para cada laboratorio existe un ayudante, el mismo que es el responsable de precautelar la conservación de las máquinas y equipos existentes. Así como guiar a los estudiantes de las carreras a realizar sus prácticas, ensayos y el correcto uso de las instalaciones.

4.1.2 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL ESTADO DE LOS LABORATORIOS.

Para esta parte del estudio se hizo referencia al estado de conservación y seguridad en el que se encuentran las instalaciones físicas, máquinas y equipos de manera superficial.

4.1.2.1 Análisis de la Situación Actual del Estado de Conservación y Seguridad del laboratorio de Materiales y Taller de Soldadura.

Para llevar a cabo este análisis se evaluaron las condiciones de las instalaciones físicas tanto del laboratorio de Materiales como del Taller de Soldadura, teniendo en cuenta, ciertos criterios que se consideran aceptables para instalaciones industriales. Para ello se establecieron las siguientes escalas de puntuación:



Tabla 4-1 Criterios de Evaluación de la Situación Actual de los Laboratorios

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	PUNTUACIÓN
Cumple a satisfacción	10
Cumple parcialmente	5
No cumple	0

Fuente: Elaborado por el Autor.

Toda la información obtenida mediante trabajo de campo, fue recolectada en fichas para posteriormente ser tabulada y comparada. Lo que nos permitió conocer el estado de las máquinas y equipos, que fue el propósito de nuestra investigación.



Tabla 4-2 Situación actual del Estado de Conservación y Seguridad del laboratorio de Materiales, Área Académica.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERIA MECÁNICA					
LABORATORIO DE MATERIALES					
Código:		ESTADO DE CONSERVACIÓN Y SEGURIDAD DE LAS INSTALACIONES FÍSICAS			Rev.
Registro No: 01 A					
SECCIÓN	DESCRIPCIÓN	REQUERIMIENTOS POR CUMPLIR	SITUACIÓN ACTUAL	FALENCIAS	PUNTUACIÓN
ÁREA ACADÉMICA	PISO	Señalización de áreas	No existe señalización para las áreas de tránsito	Falta señalización en todas las zonas de trabajo.	0
		Antideslizante	No posee	La baldosa que se encuentra en el piso es resbalosa, por lo que hay riesgo de caídas, ante la falta de un antideslizante.	0
		Uniformidad	Superficie plana de hormigón, cubierta de baldosa		10
	PAREDES	Uniformidad	Buen estado	Ninguna	10
		Pintado y Acabado	Paredes blancas	Hay algunas manchas en las paredes	10
	VENTANAS	Permitir buena iluminación natural	Existen ventanas a lo largo de todas las paredes.	Ninguna	10
		Permitir ventilación del área	Se pueden abrir las ventanas para ventilar el lugar	Ninguna	10
	ILUMINACIÓN ARTIFICIAL	Suficiente número de lámparas que garanticen total iluminación de área	Existen 16 lámparas de luz fluorescente, que funcionan correctamente	Ninguna	10
	PUERTA PRINCIPAL (1er. Piso)	Facilidad de Acceso y Apertura.	Hay una puerta mixta, metal y vidrio que es el ingreso principal al edificio de laboratorios	No tiene topes de apertura y con el viento sufre grandes golpes por lo que se suelen romper los vidrios.	5
		Amplitud Suficiente para fácil acceso.			
		Pintado.			
	PUERTA DE INGRESO ALUMNOS (2do.)	Facilidad de Acceso y Apertura.	La puerta es de madera, que permite un rápido ingreso.	Ninguna	10
		Amplitud Suficiente para fácil acceso.			
Pintado.					
Observaciones:				PROMEDIO	7,5
	NOMBRE	FECHA	FIRMA		
REALIZÓ:	<i>Santiago Sánchez Rojas</i>	<i>01/10/2013</i>			
VERIFICÓ:	<i>Ing. Mg. Juan Paredes</i>	<i>10/10/2013</i>			
VALIDÓ:	<i>Ing. Mg. Juan Paredes</i>	<i>12/10/2013</i>			

Fuente: Laboratorio de Materiales, Área Académica.



Elaborado por: El autor

Tabla 4-3 Situación actual del Estado de Conservación y Seguridad del laboratorio de Materiales, Servicios Higiénicos.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERIA MECÁNICA						
LABORATORIO DE MATERIALES						
Código:		ESTADO DE CONSERVACIÓN Y SEGURIDAD DE LAS INSTALACIONES FÍSICAS		Rev.		
		Registro No: 02 A				
SECCIÓN	DESCRIPCIÓN	REQUERIMIENTOS POR CUMPLIR	SITUACIÓN ACTUAL	FALENCIAS	PUNTUACIÓN	
SERVICIOS HIGIÉNICOS	PISO	Antideslizante	Piso de hormigón cubierto de baldosas. Existe un sifón en el baño de hombres y mujeres	El piso es resbaloso debido a la baldosa, El sifón ocasionalmente emana malos olores	5	
		Uniformidad				
		Sifón de desagüe				
	ILUMINACIÓN	Iluminación natural y/o artificial de área	Posee: 1 ventana y una lámpara, que permiten mantener iluminada el área.	Ninguna	10	
	VENTILACIÓN	Suficiente ventilación evacuar malos olores	La ventana se puede abrir, lo que permite ventilar las instalaciones	Ninguna	10	
	IMPLEMENTACIÓN	Letrinas	1 para hombres, 1 para mujeres y 1 urinario	Ninguna	10	
		Duchas	No posee	N/A	0	
		Lavamanos	1 para hombres, 1 para mujeres.	Ninguna	10	
	Observaciones:				PROMEDIO	7,5
		NOMBRE	FECHA	FIRMA		
REALIZÓ:	<i>Santiago Sánchez Rojas</i>	<i>01/10/2013</i>				
VERIFICÓ:	<i>Ing. Mg. Juan Paredes</i>	<i>10/10/2013</i>				
VALIDÓ:	<i>Ing. Mg. Juan Paredes</i>	<i>12/10/2013</i>				



Fuente: Laboratorio de Materiales, Servicios Higiénicos.
Elaborado por: El autor

Tabla 4-4 Situación actual del Estado de Conservación y Seguridad del laboratorio de Materiales, Seguridad Industrial.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERIA MECÁNICA					
LABORATORIO DE MATERIALES					
Código:		FICHA DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN Y SEGURIDAD DE LAS INSTALACIONES FÍSICAS			Rev.
		Registro No: 03 A			
SECCIÓN	DESCRIPCIÓN	REQUERIMIENTOS POR CUMPLIR	SITUACIÓN ACTUAL	FALENCIAS	PUNTUACIÓN
SEGURIDAD INDUSTRIAL	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	Conexión a tierra	Todos los tomacorriente tienen conexión a tierra.	No indica que tipo de voltaje tienen	5
		Protección de sobrecarga	Existe protección mediante los breckers	Ninguna	10
		Facilidad de acceso a tomacorrientes	Existen 1 conexión de 2 tomacorrientes junto a cada máquina	Ninguna	10
		Tomacorrientes con cobertura a la demanda de las máquinas			
	PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	Señalización	No hay señalización	No existe señalización que indique la ubicación de los extintores	0
		Extintores	1 extintor de PQS de 10 lbs. Y 1 extintor de PQS de 3 lbs.	El extintor de 3lbs. Se encuentra descargado.	5
Observaciones:				PROMEDIO	6
	NOMBRE	FECHA	FIRMA		
REALIZÓ:	<i>Santiago Sánchez Rojas</i>	<i>01/10/2013</i>			
VERIFICÓ:	<i>Ing. Mg. Juan Paredes</i>	<i>10/10/2013</i>			
VALIDÓ:	<i>Ing. Mg. Juan Paredes</i>	<i>12/10/2013</i>			

Fuente: Laboratorio de Materiales, Seguridad Industrial.
Elaborado por: El autor

Tabla 4-5 Situación actual del Estado de Conservación y Seguridad del laboratorio de Taller de Soldadura, Área Académica.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERIA MECÁNICA					
TALLER DE SOLDADURA					
Código:		ESTADO DE CONSERVACIÓN Y SEGURIDAD DE LAS INSTALACIONES FÍSICAS			Rev.
Registro No: 04 A					
SECCIÓN	DESCRIPCIÓN	REQUERIMIENTOS POR CUMPLIR	SITUACIÓN ACTUAL	FALENCIAS	PUNTUACIÓN
ÁREA ACADÉMICA	PISO	Señalización de áreas	No existe señalización para las áreas de tránsito	El espacio es muy limitado y no existe señalización para transitar fácilmente	0
		Antideslizante	No posee	N/A	0
		Uniformidad	Piso de hormigón, totalmente uniforme	Ninguna	10
	PAREDES	Uniformidad	Las paredes son rusticas, de ladrillo visto, en buen estado y pintadas de blanco	La pintura presenta envejecimiento, debido a que se encuentra expuesta al polvo y humo de las soldadoras	5
		Pintado y Acabado			
	VENTANAS	Permitir buena iluminación natural	Existe una ventana pequeña a lo largo de la pared frontal y posterior	Parte de las ventanas se encuentran tapadas, por lo que la iluminación es limitada	5
		Permitir ventilación del área	Las ventanas no contribuyen con la ventilación del área.	Las ventanas no se las abren, por lo que los gases tienen dificultad en evacuarse.	0
	ILUMINACIÓN ARTIFICIAL	Suficiente número de lámparas que garanticen total iluminación de área	Cuenta con 6 lámpara de luz fluorescente	Algunas de las lámparas están quemadas.	5
	PUERTA PRINCIPAL	Facilidad de Acceso y Apertura.	Cuenta con una puerta principal metálica, pintada de negro	La puerta está bloqueada por materiales del taller, lo que se hace difícil abrirla	0
		Amplitud Suficiente para fácil acceso.			
		Pintado.			
	PUERTA DE INGRESO ALUMNOS	Facilidad de Acceso y Apertura.	Cuenta con una puerta metálica, por donde se ingresan con los materiales de trabajo.	La puerta está limitada para abrirse, por lo que dificulta el acceso de material de trabajo. Además su pintura presenta desgaste.	0
		Amplitud Suficiente para fácil acceso.			
		Pintado.			
Observaciones:				PROMEDIO	2,778
	NOMBRE	FECHA	FIRMA		
REALIZÓ:	Santiago Sánchez Rojas	01/10/2013			
VERIFICÓ:	Ing. Mg. Juan Paredes	10/10/2013			
VALIDÓ:	Ing. Mg. Juan Paredes	12/10/2013			


Fuente: Laboratorio de Materiales, Área Académica.
Elaborado por: El autor

Tabla 4-6 Situación actual del Estado de Conservación y Seguridad del laboratorio de Soldadura, Servicios Higiénicos.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERIA MECÁNICA					
TALLER DE SOLDADURA					
Código:		ESTADO DE CONSERVACIÓN Y SEGURIDAD DE LAS INSTALACIONES FÍSICAS		Rev.	
		Registro No: 05 A			
SECCIÓN	DESCRIPCIÓN	REQUERIMIENTOS POR CUMPLIR	SITUACIÓN ACTUAL	FALENCIAS	PUNTAJÓN
SERVICIOS HIGIÉNICOS	PISO	Antideslizante			
		Uniformidad			
		Sifón de desagüe			
	ILUMINACIÓN	Iluminación natural y/o artificial de área	<div style="border: 2px solid red; padding: 10px; transform: rotate(-15deg); display: inline-block;"> NO POSEE SERVICIOS HIGIÉNICOS </div>		
	VENTILACIÓN	Suficiente ventilación evacuar malos olores			
	IMPLEMENTACIÓN	Letrinas			
		Duchas			
Lavamanos					
Observaciones: <i>En el taller de Soldadura no existen servicios higienicos, ni un lavamanos para el aseo del personal que utiliza estas imstalaciones</i>				PROMEDIO	
	NOMBRE	FECHA	FIRMA		
REALIZÓ:	<i>Santiago Sánchez Rojas</i>	<i>01/10/2013</i>			
VERIFICÓ:	<i>Ing. Mg. Juan Paredes</i>	<i>10/10/2013</i>			
VALIDÓ:	<i>Ing. Mg. Juan Paredes</i>	<i>12/10/2013</i>			

Fuente: Laboratorio de Materiales, Servicios Higiénicos.
Elaborado por: El autor

Tabla 4-7 Situación actual del Estado de Conservación y Seguridad del laboratorio de Taller de Soldadura, Seguridad Industrial.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERIA MECÁNICA					
TALLER DE SOLDADURA					
Código:		ESTADO DE CONSERVACIÓN Y SEGURIDAD DE LAS INSTALACIONES FÍSICAS		Rev.	
		Registro No: 06 A			
SECCIÓN	DESCRIPCIÓN	REQUERIMIENTOS POR CUMPLIR	SITUACIÓN ACTUAL	FALENCIAS	PUNTUACIÓN
SEGURIDAD INDUSTRIAL	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	Conexión a tierra	Todos los tomacorriente tienen conexión a tierra	Se visualiza que algunos tomacorriente presentan un leve envejecimiento	10
		Protección de sobrecarga	Existen breckers para protección	Algunos breckers están expuestos al polvo y gas de la suelda	10
		Fácil de acceso a tomacorrientes	Los tomacorrientes se encuentran junto a cada máquina	Ninguna	10
		Tomacorrientes con cobertura a la demanda de las máquinas	Limitado numero de tomacorrientes	Algunas Máquinas no tienen en donde ser conectadas	
	PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	Señalización	No posee señalización	No hay avisos de ubicación de los extintores.	0
		Extintores	1 existen de 10 Lbs.	Existe 1 solo extintor, aparentemente grande para utilizarlo en caso de ser necesario.	5
Observaciones:				PROMEDIO	7
	NOMBRE	FECHA	FIRMA		
REALIZÓ:	<i>Santiago Sánchez Rojas</i>	<i>01/10/2013</i>			
VERIFICÓ:	<i>Ing. Mg. Juan Paredes</i>	<i>10/10/2013</i>			
VALIDÓ:	<i>Ing. Mg. Juan Paredes</i>	<i>12/10/2013</i>			

Fuente: Laboratorio de Materiales, Seguridad Industrial.

Elaborado por: El autor

A continuación se procedió a realizar un resumen del estudio anterior para una mejor interpretación y facilitar la comprensión de la información obtenida en este paso.

Tabla 4-8 Resumen del Análisis del Estado de Conservación de las Instalaciones Físicas

Resumen del Estado Actual de las Instalaciones Físicas de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura	
Zona o Sector	Promedio
Area Academica Materiales	7,5
Servicios Higienicos Materiales	7,5
Seguridad Industrial Materiales	6,00
Area Academica Soldadura	2,78
Servicios Higienicos Soldadura	0
Seguridad Industrial Soldadura	7

Fuente: Laboratorio de Materiales y Taller de Soldadura.

Elaborado por: El autor

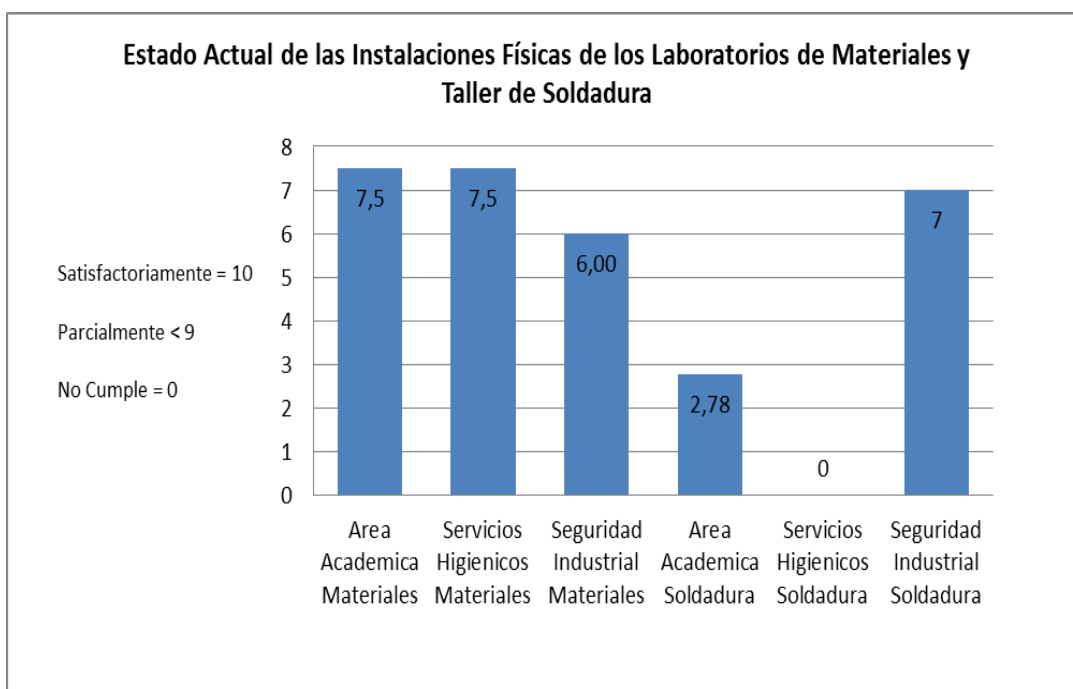


Gráfico 4-3 Resumen del Estado Actual de Conservación de las Instalaciones Físicas

Elaborado por: El autor

Del análisis anterior realizado podemos resumir en la Tabla 4-8 y concluir que las instalaciones físicas se encuentran en buen estado, puesto que el edificio de los laboratorios en donde se encuentra el laboratorio de Materiales es prácticamente nuevo. Esto no sucede con el Taller de

Soldadura que está ubicado en otra parte separado de los demás laboratorios.



En lo que respecta a la seguridad se pudo notar que no existe un adecuado sistema que ayude a precautelar la integridad física de las personas que frecuentan los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura.

Por otro lado es necesario tomar en cuenta la falta de servicios higiénicos en el taller de soldadura, debido a que son necesidades básicas que se deben cubrir.

4.1.2.2 Inventario de las Máquinas y Equipos Existentes Actualmente en los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura.

A continuación se presenta las tablas con el listado de Máquinas y Equipos que tienen el laboratorio de Materiales y Taller de Soldadura, y que están registrados en el departamento de Bienes de la Facultad.



Tabla 4-9 Máquinas y Equipos existentes, actualmente en el laboratorio de Materiales.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA 				
Código:	LABORATORIO DE MATERIALES			Rev.
	Registro No: 01 B			
CÓDIGO BIENES	DESCRIPCIÓN	PUESTA EN OPERACIÓN	EDAD DEL EQUIPO (AÑOS)	ESTADO DE OPERATIVIDAD
8730319720001	DUROMETRO	04/07/2008	5	Operativo
8731021750001	HORNO DE TRATAMIENTOS TERMICOS	12/06/2006	7	Operativo
8731021750002	HORNO DE SALES PARA TRAT. TERM. Y ENFRIAMIENTO EN SALES FUNDIDAS	12/06/2006	7	Operativo
8731022450001	MICROSCOPIO METALOGRAFICO INVERTIDO VAN GUARD	12/06/2006	7	Operativo
8731022970001	PRENSA HIDRAULICA MANUAL	12/06/2006	7	Operativo
8731029440001	CORTADORA DE MUESTRAS METALOGRAFICAS	12/06/2006	7	Operativo
8731029450001	BANCO DE DESBASTE PARA CUATRO TIPOS DE PAPEL ABRASIVO	12/06/2006	7	Operativo
8731029450002	BANCO DE DESBASTE PARA CUATRO TIPOS DE PAPEL ABRASIVO	12/06/2006	7	Operativo
8731029450003	BANCO DE DESBASTE PARA CUATRO TIPOS DE PAPEL ABRASIVO	12/06/2006	7	Operativo
8731029460001	BANCO DE PULIDO DE 2 PUESTOS	12/06/2006	7	Operativo
8731029490001	EQUIPO PARA ENSAYO DE TEMPLABILIDAD DE PROBETAS JOMINY	12/06/2006	7	Operativo
8731029500001	SISTEMA DE CIRCUITO CERRADO DE TELEVISION	12/06/2006	7	Operativo
8731029630001	BALANZA ELECTRONICA	12/06/2006	7	Operativo
Observaciones:				
	NOMBRE	FECHA	FIRMA	
REALIZÓ:	Santiago Sánchez Rojas	01/10/2013		
VERIFICÓ:	Ing. Mg. Juan Paredes	10/10/2013		
VALIDÓ:	Ing. Mg. Juan Paredes	12/10/2013		

Fuente: Laboratorio de Materiales.

Elaborado por: El autor

Tabla 4-10 Máquinas y Equipos existentes, actualmente en el Taller de Soldadura.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA 				
Código:	TALLER DE SOLDADURA			Rev.
	Registro No: 02 B			
CÓDIGO BIENES	DESCRIPCIÓN	PUESTA EN OPERACIÓN	EDAD DEL EQUIPO (AÑOS)	ESTADO DE OPERATIVIDAD
8730318300001	SOLDADORA ELECTRIC MILLER DIALARC 250 AC/ DC, NIB#152 - 2011	31/12/2011	2	Operativo
8730318300002	SOLDADORA MIG, NIB#153 - 2011	31/12/2011	2	Operativo
8730318300003	SOLDADORA MILLER, NIB#153 - 2011	31/12/2011	2	Operativo
8730112960001	PRENSA HIDRAULICA 30 TONS SCHULZ SOMAR COLOR ROJO	01/10/2003	10	Operativo
8730117590001	TALADRO ELECTRICO DE PEDESTAL 3/4 HP 5/8 12 VEL.RON, COLOR AZUL	01/10/2003	10	Operativo
8730278300001	SOLDADORA BRAVO MIG 300 AMG.E98	14/11/2003	10	Operativo
8730111750001	HORNO GIRATORIO PARA FUNDIR ALUMINIO Y BRONCE	23/10/2003	10	Operativo
8730117540001	ESMERIL ELECTRICO 1HP/PIEDRA ZTF-TW	01/10/2003	10	Operativo
8730117540002	ESMERIL ELECTRICO 1HP/PIEDRA ZTF-TW	01/10/2003	10	Operativo
8730117540003	ESMERIL ELECTRICO 1HP/PIEDRA ZTF-TW	01/10/2003	10	Operativo
8730117540004	ESMERIL ELECTRICO 1HP/PIEDRA ZTF-TW	01/10/2003	10	Operativo
8730117540005	ESMERIL ELECTRICO 1HP/PIEDRA ZTF-TW	01/10/2003	10	Operativo
8730117540006	ESMERIL ELECTRICO 1HP/PIEDRA ZTF-TW	01/10/2003	10	Operativo
Observaciones:				
	NOMBRE	FECHA	FIRMA	
REALIZÓ:	<i>Santiago Sánchez Rojas</i>	<i>01/10/2013</i>		
VERIFICÓ:	<i>Ing. Mg. Juan Paredes</i>	<i>10/10/2013</i>		
VALIDÓ:	<i>Ing. Mg. Juan Paredes</i>	<i>12/10/2013</i>		

Fuente: Taller de Soldadura.

Elaborado por: El autor

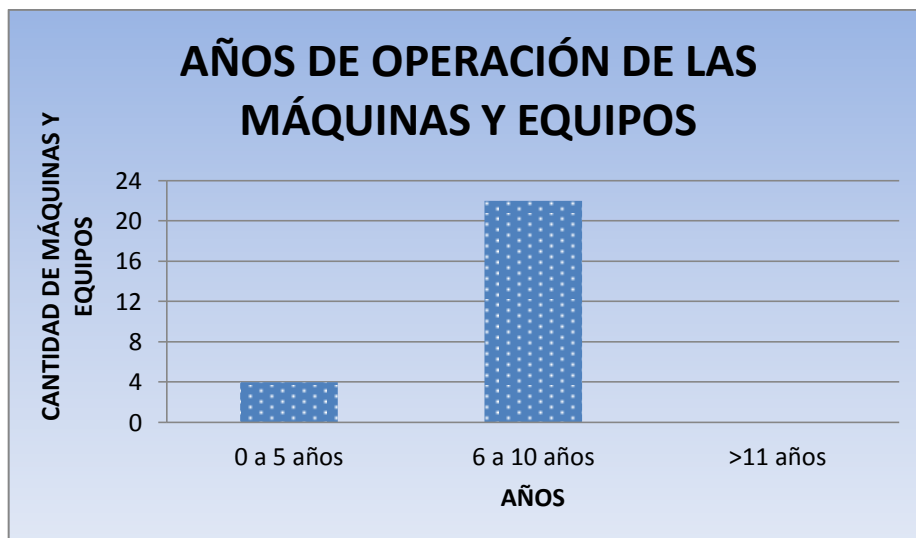


Gráfico 4-4 Número de Máquinas VS: Años de Operación.
Fuente: Realizado por el Autor

La mayor parte de Máquinas y Equipos llevan operando en un rango de 6 a 10 años, lo que nos permite evidenciar el desgaste que pueden haber sufrido a lo largo de este tiempo. Esto podría causar una disminución considerable en su funcionamiento y fiabilidad.

4.1.2.3 Análisis del Estado Superficial Actual de Operación de las Máquinas y Equipos de los Laboratorios de Materiales Y Taller de Soldadura.



Para este análisis se tomó en cuenta únicamente los aspectos que se pudieron apreciar por simple inspección, a continuación se planteó una ponderación en una escala de 0 a 10 para a evaluarlas en base a criterios superficiales que no requieren de un diagnóstico técnico especializado.

Tabla 4-11 Criterios para el Análisis del Estado Superficial Actual de las Máquinas y Equipos

1	Malo
4	Regular
7	Bueno
10	Excelente

Fuente: Realizado por el Autor.

Tabla 4-12 Estado superficial actual de operación de las Máquinas y Equipos del Laboratorio de Materiales.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA									
LABORATORIO DE MATERIALES									
Código:	CONDICIONES EXTERNAS DE MÁQUINAS Y EQUIPOS							Rev.	
Registro No: 01 C									
CÓDIGO DE BIENES	DESCRIPCIÓN	DEFECTOS SUPERFICIALES	SEÑALIZACIÓN ORGANOS DE ACCIONAMIENTO	AJUSTES EN LAS TAPAS DE	SUJECIÓN DE LA CARCASA	SISTEMA ELÉCTRICO	SISTEMA HIDRÁULICO	PROMEDIO	PUNTUACIÓN
8730319720001	DURÓMETRO	7	4	4	10	7	N/A	6,4	REGULAR
8731021750001	HORNO DE TRATAMIENTOS TERMICOS	7	1	4	4	4	N/A	4,0	REGULAR
8731021750002	HORNO DE SALES PARA TRAT. TERM. Y ENFRIAMIENTO EN SALES FUNDIDAS	7	1	7	4	7	4	5,0	REGULAR
8731022450001	MICROSCOPIO METALOGRAFICO INVERTIDO VAN GUARD	7	7	9	9	N/A	N/A	8,0	BUENO
8731022970001	PRESA HIDRAULICA MANUAL	4	5	7	7	7	4	5,7	REGULAR
8731029440001	CORTADORA DE MUESTRAS METALOGRAFICAS	1	1	7	4	7	4	4,0	REGULAR
8731029450001	BANCO DE DESBASTE PARA CUATRO TIPOS DE PAPEL ABRASIVO	4	4	1	1	N/A	4	2,8	MALO
8731029450002	BANCO DE DESBASTE PARA CUATRO TIPOS DE PAPEL ABRASIVO	4	4	1	1	N/A	4	2,8	MALO
8731029450003	BANCO DE DESBASTE PARA CUATRO TIPOS DE PAPEL ABRASIVO	4	4	1	1	N/A	4	2,8	MALO
8731029460001	BANCO DE PULIDO DE 2 PUESTOS	4	4	7	7	7	1	5,0	REGULAR
8731029490001	EQUIPO PARA ENSAYO DE TEMPLABILIDA DE PROBETAS JOMINY	7	4	7	7	7	4	6,0	REGULAR
8731029500001	SISTEMA DE CIRCUITO CERRADO DE TELEVISION	10	10	N/A	N/A	9	N/A	9,7	EXCELENTE
8731029630001	BALANZA ELECTRONICA	7	7	N/A	7	7	N/A	7,0	BUENO
PROMEDIO		5,6	4,3	5,0	5,2	6,9	3,6		
Observaciones:									
	NOMBRE	FECHA			FIRMA				
REALIZÓ:	<i>Santiago Sánchez Rojas</i>	<i>01/10/2013</i>							
VERIFICÓ:	<i>Ing. Mg. Juan Paredes</i>	<i>10/10/2013</i>							
VALIDÓ:	<i>Ing. Mg. Juan Paredes</i>	<i>12/10/2013</i>							

Fuente: Laboratorio de Materiales.
Elaborado por: El autor

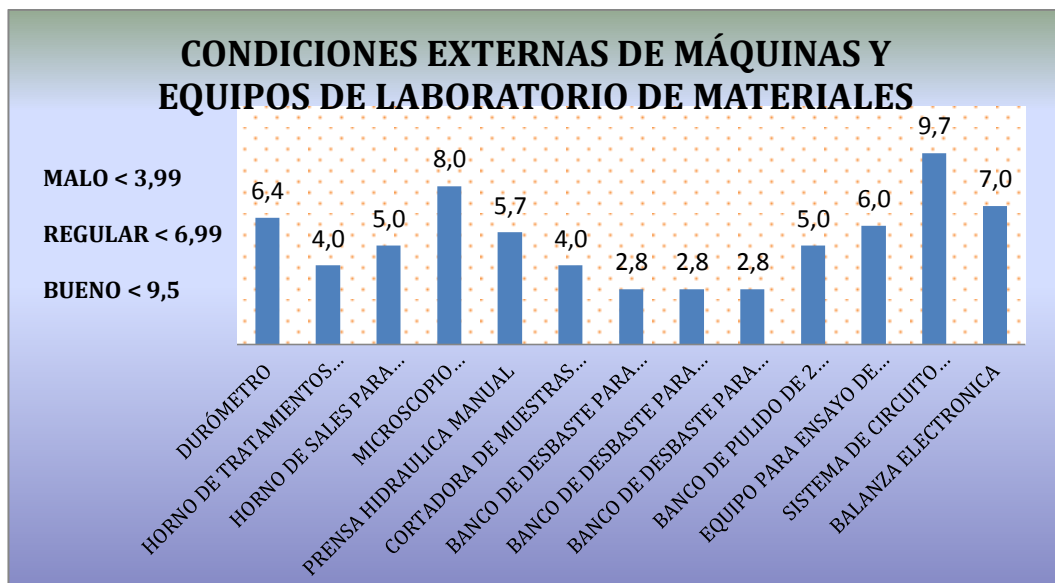


Gráfico 4-5 Condiciones Externas de Máquinas y Equipos de Laboratorio de Materiales.
Fuente: Realizado por el Autor

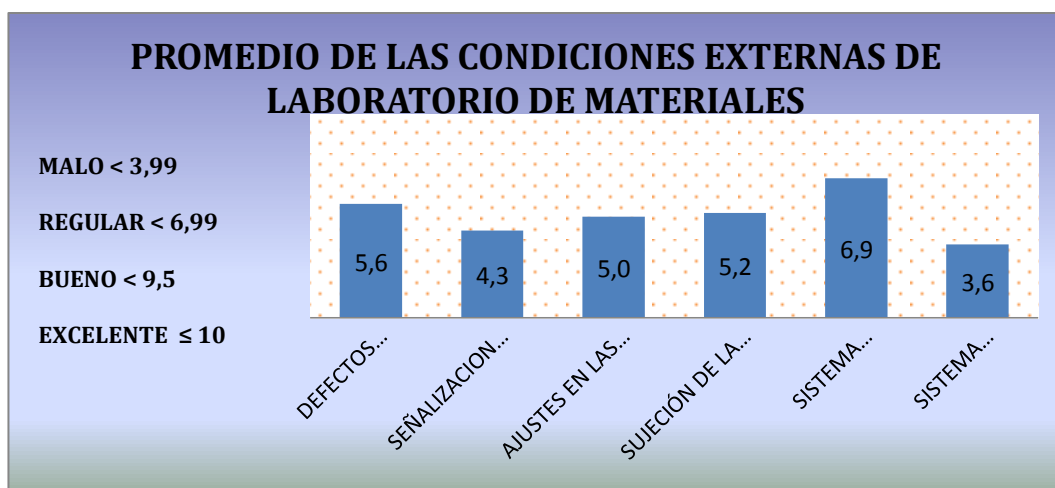




Gráfico 4-6 Promedio de Condiciones Externas del Laboratorio de Materiales.
Fuente: Realizado por el Autor

De este análisis pudimos concluir que las condiciones externas llegan como máximo a regular, por lo que es necesario poner mucho interés en el cuidado y conservación de las máquinas así como los equipos del Laboratorio de Materiales.

Tabla 4-13 Estado superficial actual de operación de las Máquinas y Equipos del Taller de Soldadura.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA 									
TALLER DE SOLDADURA									
Código:	CONDICIONES EXTERNAS DE MÁQUINAS Y EQUIPOS								Rev.
	Registro No: 02 C								
CÓDIGO DE BIENES	DESCRIPCIÓN	DEFECTOS SUPERFICIALES	SEÑALIZACIÓN ORGANOS DE ACCIONAMIENTO	AJUSTES EN LAS TAPAS DE	SUJECIÓN DE LA CARCASA	SISTEMA ELÉCTRICO	SISTEMA HIDRÁULICO	PROMEDIO	PUNTUACIÓN
8730318300001	SOLDADORA ELECTRIC MILLER DIALARC 250 AC/DC, NIB#152 - 2011	7	10	10	10	7	N/A	8,8	BUENO
8730318300002	SOLDADORA MIG, NIB#153 - 2011	7	9	9	9	9	N/A	8,6	BUENO
8730318300003	SOLDADORA MILLER, NIB#153 - 2011	9	9	9	9	9	N/A	9,0	BUENO
8730112960001	PRENSA HIDRAULICA 30 TONS SCHULZ SOMAR COLOR ROJO	8	6	8	N/A	N/A	9	7,8	BUENO
8730117590001	TALADRO ELECTRICO DE PEDESTAL 3/4 HP 5/8 12 VEL.RON, COLOR AZUL	7	7	6	3	9	N/A	6,4	REGULAR
8730278300001	SOLDADORA BRAVO MIG 300 AMG.E98	8	10	9	10	9	N/A	9,2	BUENO
8730111750001	HORNO GIRATORIO PARA FUNDIR ALUMINIO Y BRONCE	5	3	7	7	N/A	N/A	5,5	REGULAR
8730117540001	ESMERIL ELECTRICO 1HP/PIEDRA ZTF-TW	8	7	8	7	9	N/A	7,8	BUENO
8730117540002	ESMERIL ELECTRICO 1HP/PIEDRA ZTF-TW	8	7	8	7	9	N/A	7,8	BUENO
8730117540003	ESMERIL ELECTRICO 1HP/PIEDRA ZTF-TW	8	7	8	7	9	N/A	7,8	BUENO
8730117540004	ESMERIL ELECTRICO 1HP/PIEDRA ZTF-TW	8	7	8	7	9	N/A	7,8	BUENO
8730117540005	ESMERIL ELECTRICO 1HP/PIEDRA ZTF-TW	8	7	8	7	9	N/A	7,8	BUENO
8730117540006	ESMERIL ELECTRICO 1HP/PIEDRA ZTF-TW	8	7	8	7	9	N/A	7,8	BUENO
PROMEDIO		7,6	7,4	8,2	7,5	8,8	9,0		
Observaciones:									
	NOMBRE	FECHA			FIRMA				
REALIZÓ:	Santiago Sánchez Rojas	01/10/2013							
VERIFICÓ:	Ing. Mg. Juan Paredes	10/10/2013							
VALIDÓ:	Ing. Mg. Juan Paredes	12/10/2013							

Fuente: Taller de Soldadura.
Elaborado por: El autor

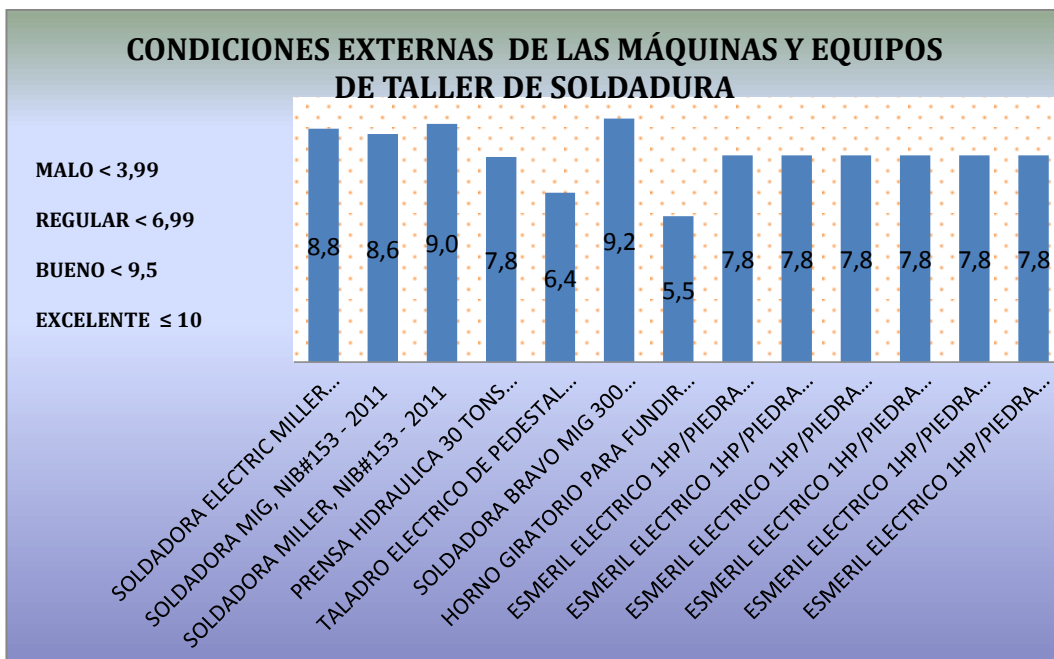


Gráfico 4-7 Condiciones Externas de Máquinas y Equipos de Taller de Soldadura.
Fuente: Realizado por el Autor

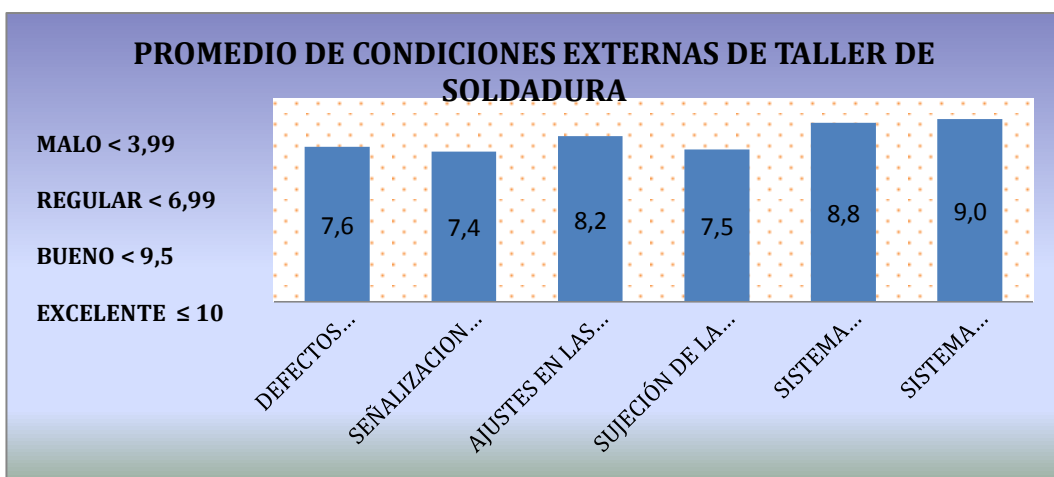


Gráfico 4-8 Promedio de Condiciones Externas de Taller de Soldadura.
Fuente: Realizado por el Autor

En el estado superficial de las Máquinas y Equipos del Taller de Soldadura se pudo apreciar que prevalece el estado BUENO, lo que resulta favorable para la Carrera de Ingeniería Mecánica por ende es también optimista encontrar un buen funcionamiento en los mismos.

La causa principal de esta diferencia entre los dos laboratorios puede ser el tiempo de operación de los mismos. Esto lo podemos verificar con el

Análisis de Modal de Fallos y el Análisis de Criticidad que más adelante se lo realizó.

4.1.2.4 Análisis de la Situación Actual del Mantenimiento de las Máquinas y Equipos de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura.

Se procedió a recabar la información que existe de las Máquinas y Equipos de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura, referente a trabajos realizados a los mismos, libros de funcionamiento, registros de daños, y demás; necesarios para desarrollar el presente estudio.



Para este análisis se planteó la siguiente ponderación que nos permitió evaluar de mejor manera a las máquinas y equipos que tenían esta información.

Tabla 4-14 Criterio para el Análisis de la Situación Actual del Mantenimiento de las Máquinas y Equipos.

1	NO Tiene
5	Parcialmente
10	SI tiene

Fuente: Realizado por el Autor

Tabla 4-15 Documentación Existente de la Situación Actual del Mantenimiento de las Máquinas y Equipos del Laboratorio de Materiales.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA 									
LABORATORIO DE MATERIALES									
Código:	FICHA DE DOCUMENTACIÓN EXISTENTE DE MÁQUINAS Y EQUIPOS								Rev.
	Registro No: 01 D								
CÓDIGO BIENES	DESCRIPCIÓN	LIBRO DE VIDA - BITÁCORA							
		FICHA DE MAQUINA	ACCESORIOS	REPUESTOS	MANTENIMIENTO	FUNCIONAMIENTO	DAÑOS	METROLOGÍA	PROMEDIO MAQUINA
8730319720001	DUROMETRO	10	1	1	1	1	1	1	2,3
8731021750001	HORNO DE TRATAMIENTOS TERMICOS	1	1	1	1	1	1	N/A	1,0
8731021750002	HORNO DE SALES PARA TRAT. TERM. Y ENFRIAMIENTO EN SALES FUNDIDAS	1	1	1	1	1	1	N/A	1,0
8731022450001	MICROSCOPIO METALOGRAFICO INVERTIDO VAN GUARD	10	10	1	1	10	1	N/A	5,5
8731022970001	PRESA HIDRAULICA MANUAL	1	1	1	1	1	1	N/A	1,0
8731029440001	CORTADORA DE MUESTRAS METALOGRAFICAS	1	1	1	1	1	1	N/A	1,0
8731029450001	BANCO DE DESBASTE PARA CUATRO TIPOS DE PAPEL ABRASIVO	1	1	1	1	1	1	N/A	1,0
8731029450002	BANCO DE DESBASTE PARA CUATRO TIPOS DE PAPEL ABRASIVO	1	1	1	1	1	1	N/A	1,0
8731029450003	BANCO DE DESBASTE PARA CUATRO TIPOS DE PAPEL ABRASIVO	1	1	1	1	1	1	N/A	1,0
8731029460001	BANCO DE PULIDO DE 2 PUESTOS	1	1	1	1	1	1	N/A	1,0
8731029490001	EQUIPO PARA ENSAYO DE TEMPLABILIDA DE PROBETAS JOMINY	1	1	1	1	1	1	N/A	1,0
8731029500001	SISTEMA DE CIRCUITO CERRADO DE TELEVISION	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
8731029630001	BALANZA ELECTRONICA	10	10	1	1	10	1	1	4,9
PROMEDIO LABORATORIO		3,3	2,5	1,0	1,0	2,5	1,0	1,0	
Observaciones:									
	NOMBRE	FECHA	FIRMA						
REALIZÓ	Santiago Sánchez Rojas	01/10/2013							
VERIFICÓ	Ing. Mg. Juan Paredes	10/10/2013							
VALIDÓ	Ing. Mg. Juan Paredes	12/10/2013							

Fuente: Laboratorio de Materiales.
Elaborado por: El autor

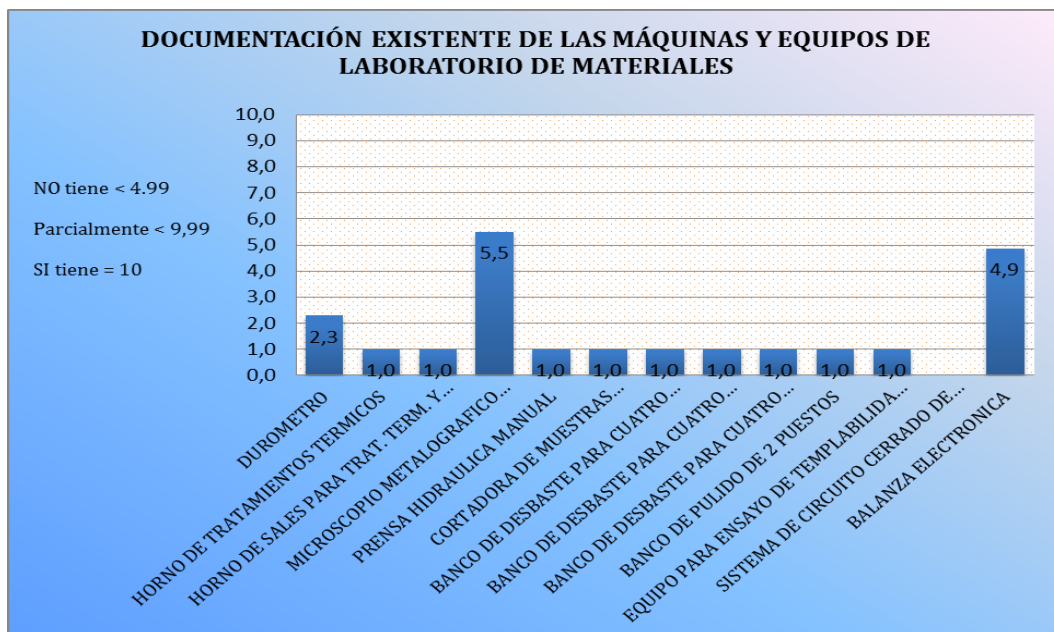


Gráfico 4-9 Documentación Existente de las Máquinas y Equipos de Laboratorios de Materiales.

Fuente: Realizado por el Autor

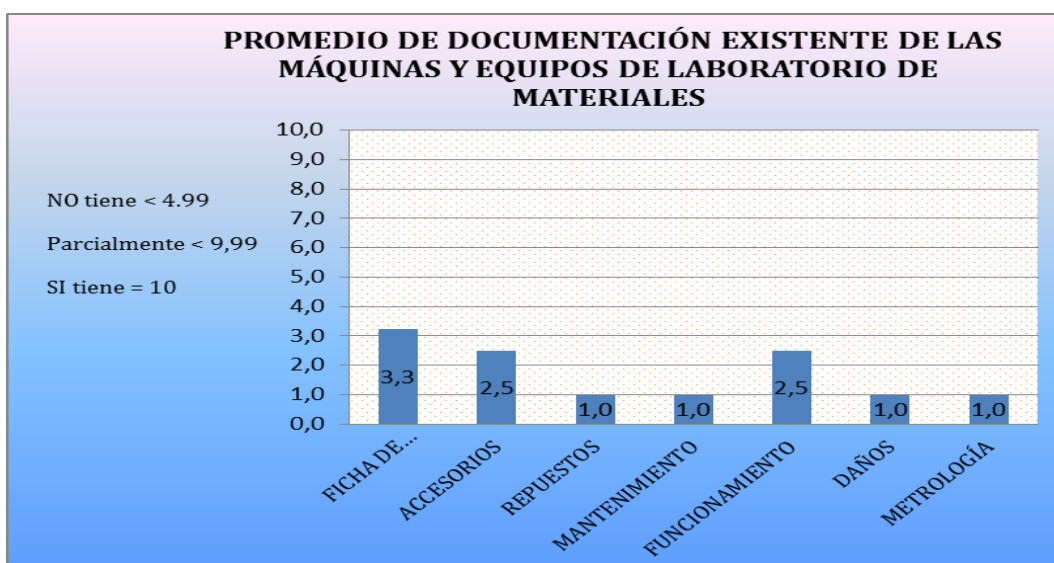




Gráfico 4-10 Promedio de documentación Existente de la Máquinas y Equipos de Laboratorio de Materiales.

Fuente: Realizado por el Autor

La mayor parte de Máquinas y Equipos de laboratorio de Materiales no cuentan con una bitácora que permita a los operarios conocer más sobre los mismos.

Tabla 4-16 Documentación Existente de la Situación Actual del Mantenimiento de las Máquinas y Equipos del Taller de Soldadura.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA									
TALLER DE SOLDADURA									
Código:	DOCUMENTACIÓN EXISTENTE DE MÁQUINAS Y EQUIPOS								Rev.
	Registro No:		02 D						
CÓDIGO BIENES	DESCRIPCIÓN	LIBRO DE VIDA - BITÁCORA							
		FICHA DE MÁQUINA	ACCESORIOS	REPUESTOS	MANTENIMIENTO	FUNCIONAMIENTO	DAÑOS	METROLOGÍA	PROMEDIO MÁQUINA
8730318300001	SOLDADORA ELECTRIC MILLER DIALARC 250 AC/DC, NIB#152 - 2011	10	10	1	1	10	1	N/A	5,5
8730318300002	SOLDADORA MIG, NIB#153 - 2011	10	10	1	1	10	1	N/A	5,5
8730318300003	SOLDADORA MILLER, NIB#153 - 2011	10	10	1	1	10	1	N/A	5,5
8730112960001	PRENSA HIDRAULICA 30 TONS SCHULZ SOMAR COLOR ROJO	10	10	1	1	10	1	N/A	5,5
8730117590001	TALADRO ELECTRICO DE PEDESTAL 3/4 HP 5/8 12 VEL.RON, COLOR AZUL	10	10	1	1	10	1	N/A	5,5
8730278300001	SOLDADORA BRAVO MIG 300 AMG.E98	5	5	5	5	5	1	N/A	4,3
8730111750001	HORNO GIRATORIO PARA FUNDIR ALUMINIO Y BRONCE	1	1	1	1	1	1	N/A	1,0
8730117540001	ESMERIL ELECTRICO 1HP/PIEDRA ZTF-TW	1	1	1	1	1	1	N/A	1,0
8730117540002	ESMERIL ELECTRICO 1HP/PIEDRA ZTF-TW	1	1	1	1	1	1	N/A	1,0
8730117540003	ESMERIL ELECTRICO 1HP/PIEDRA ZTF-TW	1	1	1	1	1	1	N/A	1,0
8730117540004	ESMERIL ELECTRICO 1HP/PIEDRA ZTF-TW	1	1	1	1	1	1	N/A	1,0
8730117540005	ESMERIL ELECTRICO 1HP/PIEDRA ZTF-TW	1	1	1	1	1	1	N/A	1,0
8730117540006	ESMERIL ELECTRICO 1HP/PIEDRA ZTF-TW	1	1	1	1	1	1	N/A	1,0
PROMEDIO LABORATORIO		4,8	4,8	1,3	1,3	4,8	1,0		
Observaciones:									
	NOMBRE	FECHA	FIRMA						
REALIZÓ	Santiago Sánchez Rojas	01/10/2013							
VERIFICÓ	Ing. Mg. Juan Paredes	10/10/2013							
VALIDÓ	Ing. Mg. Juan Paredes	12/10/2013							

Fuente: Taller de Soldadura.
Elaborado por: El autor

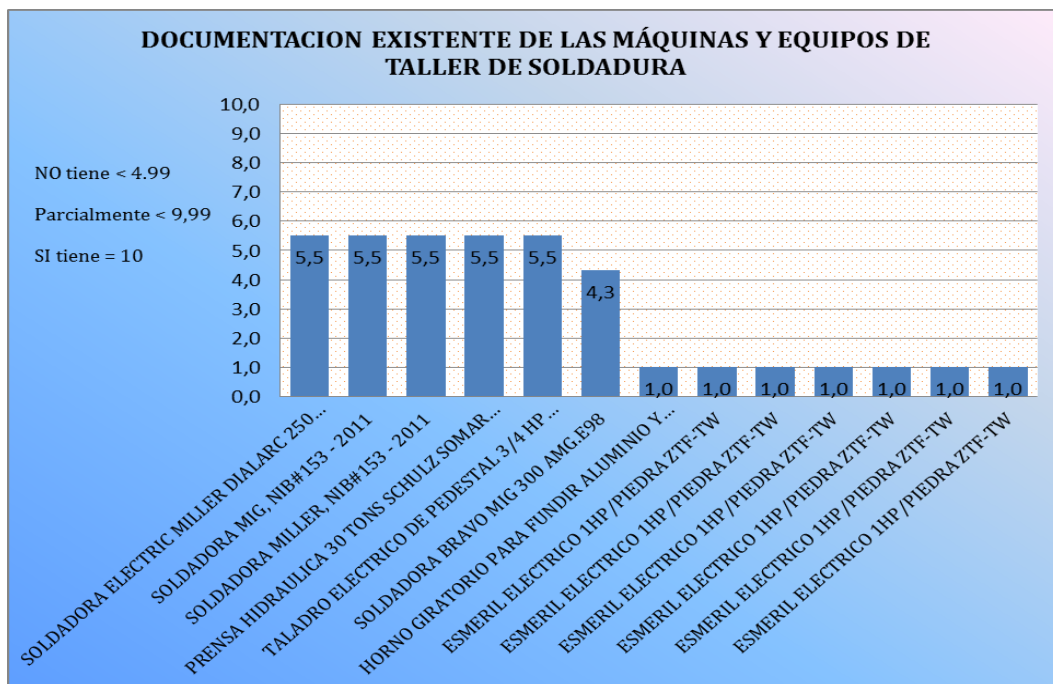


Gráfico 4-11 Documentación Existente de la Máquinas y Equipos de Taller de Soldadura.

Fuente: Realizado por el Autor

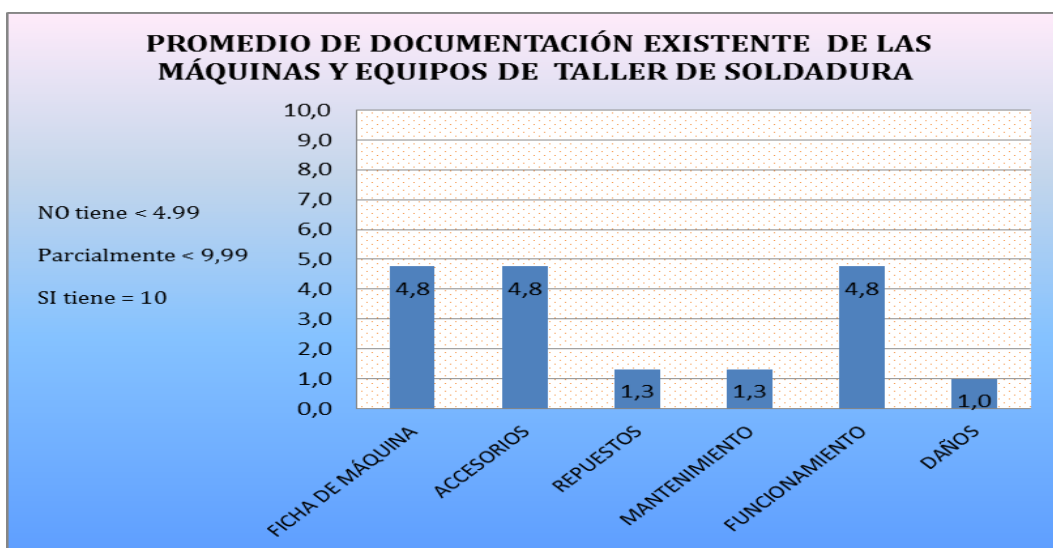


Gráfico 4-12 Promedio de documentación Existente de la Máquinas y Equipos de Taller de Soldadura.

Fuente: Realizado por el Autor

Al igual que el Laboratorio de Materiales, el Taller de Soldadura no cuenta con la información necesaria de las Máquinas y Equipos lo que refleja un claro descuido en las labores de conservación de los mismos.

Por último se pudo precisar que existen dos Equipos que deberían tener un Libro de Metrología y no lo poseen.

4.1.2.5 Descripción de las Áreas, Máquinas y Equipos de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura.

En los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura, operan una gran cantidad de máquinas y equipos, de los cuales se tomaron en cuenta aquellos que estaban inventariados por el departamento de bienes de la facultad para su caracterización y descripción.

En el Laboratorio de Materiales pudimos encontrar los siguientes:

DURÓMETRO

El durómetro proporciona mediciones de dureza Rockwell en las escalas A, B y C; y puede medir tanto en probetas cilíndricas como planas. Cuenta con un indentador de bola y uno de punta de diamante. Nos permite utilizar diferentes cargas para las mediciones.

Está formado por las siguientes partes:

Bastidor: está fabricado de hierro fundido y sobre él se encuentran montadas las demás partes del equipo.

Volante: A través del cual se acciona el tornillo de aproximación sobre el que se encuentra un soporte porta Probetas, el mismo que debe ser plano para probetas de generatrices paralelas, y en forma de V para probetas de forma cilíndrica.

Porta Penetrador: Dispositivo roscado que permite cambiar el penetrador de acuerdo al tipo de dureza que se requiere medir.

Display Indicador: En este se puede leer directamente el valor de la dureza una vez que se ha accionado la palanca de levantamiento.

Pesas: Se colocan en el soporte en la parte posterior del equipo, la unidad de medida de estas es el Newton y se colocan de acuerdo a la carga que se requiere en función del ensayo a realizar.



Figura 4-4 Durómetro
Fuente: Laboratorio de Materiales

HORNO DE TRATAMIENTOS TÉRMICOS

Este equipo es de mucha importancia en el laboratorio de Metalografía, puesto que en él se realiza los diferentes tratamientos térmicos y nos permite controlar la temperatura a la cual se va a someter al material a estudiar.

Está conformado por las siguientes partes:

Bastidor: Es la estructura principal del horno, está formado en su mayoría por planchas de acero.

Ladrillo Refractario: Es el elemento fundamental en el diseño y funcionamiento del horno ya que le permite al equipo alcanzar y mantener la temperatura deseada de trabajo a la cual se le va a someter al material.

Lana de Vidrio: Sirve como aislante térmico, para evitar que la temperatura generada en el interior del horno salga a la superficie y evitar quemaduras a los operarios.

Medidor de Temperatura: Es el encargado de controlar y permite visualizar la temperatura a la cual está el horno en su interior.

Visor: Permite mirar hacia el interior del horno cuando se encuentra en pleno funcionamiento.

Relé Térmico: Es el encargado de mantener la temperatura constante, a la temperatura de tratamiento con un rango de ascenso y descenso de temperaturas determinadas.

Interruptor: Permite el encendido y apagado de la máquina.



Figura 4-5 Horno de Tratamientos Térmicos
Fuente: Laboratorio de Materiales

HORNO DE SALES PARA TRATAMIENTO TÉRMICO Y ENFRIAMIENTO EN SALES FUNDIDAS.

Los hornos de crisol con sales fundidas han sido largamente utilizados en el tratamiento térmico de los metales, utilizándose entre otros en los procesos de cementación, nitruración, temple, revenido, sulfinitación y selenización.

Éste horno está formado por:

Bastidor: Es la estructura principal del horno, está formado en su mayoría por perfiles y planchas de acero.

Ladrillo Refractario: Es el elemento fundamental en el diseño y funcionamiento del horno ya que le permite al equipo alcanzar y mantener la temperatura deseada de trabajo a la cual se le va a someter al material.

Lana de Vidrio: Sirve como aislante térmico, para evitar que la temperatura generada en el interior del horno salga a la superficie y evitar quemaduras a los operarios.

Medidor de Temperatura: Es el encargado de controlar y permite visualizar la temperatura a la cual está el horno en su interior.

Relé Térmico: Es el encargado de mantener la temperatura constante, a la temperatura de tratamiento con un rango de ascenso y descenso de temperaturas determinadas.

Fusible: Esta instalado directamente con el sistema eléctrico para proteger al mismo.

Interruptor: Permite el encendido y apagado de la máquina.



Figura 4-6 Horno de Tratamientos Térmicos y Enfriamiento en Sales Fundidas
Fuente: Laboratorio de Materiales

MICROSCOPIO METALGRÁFICO

Este es el equipo más importante que se utiliza para en trabajos metalográficos, ya que se utiliza para visualizar las estructuras moleculares de los metales, después de ser pulidas y atacadas sus superficies independientemente de haber sido o no sometido a algún tratamiento térmico.

Las partes más importantes del microscopio metalográfico son las siguientes:

Bastidor: Sobre la cual van montadas las demás partes del equipo.

Sistema de Iluminación: Por medio del cual obtenemos la suficiente claridad sobre la probeta que se requiere observar; este sistema utiliza focos de 12 voltios. Debe utilizarse un rectificador de corriente para preservar la vida útil de los focos.

Prismas de Ampliación: Se encuentran en el interior del microscopio, estos son los causantes para poder obtener una ampliación adecuada sobre el campo de observación.

Ocular (Binocular): Son lentes que poseen aumentos determinados. Intercambiables de acuerdo al número de aumentos que se requieren, por encima de estos se coloca el ojo para la observación microscópica.

Porta Objetivos: Consta de un sistema revolver, sobre el cual van colocados los diferentes objetos, con distintos aumentos cada uno de 5-10-20-40-100X, estos objetos al igual que los oculares pueden ser cambiados de acuerdo a la necesidad de ampliación. El número total de aumentos se da de acuerdo al aumento del ocular y del objeto.

Tornillo Macrométrico: Es utilizado para subir o bajar el soporte porta probetas de esta forma obtener una imagen bastante clara aunque no nítida, este utiliza un dispositivo de engranaje y cremallera para su accionamiento.

Tornillo Micrométrico: El objetivo de esta es definir plenamente la imagen es decir, se debe utilizar luego de haber accionado el tornillo macrométrico para conseguir una imagen completamente nítida.

Soporte Porta Probetas: Tiene la función de soportar o fijar a la probeta que va a ser observada.



Figura 4-7 Microscopio Metalográfico
Fuente: Laboratorio de Materiales

PRENSA HIDRÁULICA MANUAL

Esta máquina es utilizada cuando el tamaño de las probetas (muestras) es muy pequeño, haciendo difícil el proceso de desbaste y pulido. Por lo que para mejorar la manipulación de estas muestras, es necesario montarlas en cierto tipo de resina sintética.

Las partes que lo conforman son:

Palanca de Sujeción: Se trata de una palanca transversal que se encuentra por encima de la contratuerca, y permite la sujeción necesaria para evitar que el dado sea expulsado por el pistón en su carrera de ascenso.

Contratuerca: Dispositivo roscado, que consta de una guía y que al igual que la palanca de sujeción evita que el dado sea expulsado durante el ascenso del pistón.

Sistema de Refrigeración: Es importante su utilización puesto que durante la operación se alcanzan temperaturas elevadas. Como refrigerante se utiliza agua existente no es abundante, no utilizar el equipo para evitar recalentamientos que pueden producir daños en la máquina.

Cilindro de una Pulgada de Diámetro: Se encuentra ubicado en el interior de la máquina, sobre el cual se desliza un pistón y un dado, los

cuales provocan la presión necesaria para transformar la resina de polvo a plástico.

Gato Hidráulico: Es el órgano principal de la máquina, se encarga de ejercer la presión necesaria para compactar a la probeta que se va a manipular.

Tablero de Control: En este se encuentran ubicados todos los dispositivos de control y están colocados en la parte frontal de la máquina, así tenemos:

- ✓ **Mandos del Pistón:** Los mismo que nos permiten deslizar el pistón hacia arriba y hacia abajo, con el botón superior se sube el pistón y con el inferior se baja el pistón.
- ✓ **Selector del Tiempo de Presionado:** Con la utilización de este selector automático, colocamos el tiempo que creamos sea necesario para el presionado de la resina, que generalmente está comprendido entre (0–15) minutos.
- ✓ **Selector del tiempo de enfriamiento:** Este selector actúa automáticamente y no se lo debe mover puesto que se encuentra regulado para un tiempo máximo de enfriamiento que es de 2 minutos.
- ✓ **Selector de cantidad de fuerza:** A través de este se puede elegir la fuerza necesaria requerida para presionar la resina.



Figura 4-8 Prensa Hidráulica Manual para Montaje de Probetas
Fuente: Laboratorio de Materiales

CORTADORA DE MUESTRAS METALGRÁFICAS

Esta máquina es utilizada para cortar muestras metalográficas, sean estas de acero, hierro fundido, metales no ferrosos, etc. Para ser montadas en resina.

Consta de las siguientes partes:

Bastidor: Esta formado de hierro fundido, sobre el cual se encuentran montadas todas las demás partes del aparato.

Motor Eléctrico: Se encarga de transmitir el movimiento a un eje por medio de una banda plana, el mismo que se extiende transversalmente a lo largo del bastidor, y sobre el cual se encuentra montado un disco abrasivo (intercambiable) que es el que realiza el corte, estos discos poseen diferente granulometría, dependiendo del material que se va a ser cortado.

Sistema de Refrigeración: El agua circula a través de mangueras que salen desde una llave que abastece del líquido para llegar hasta el lugar en donde se realiza el corte de las muestras y así mantener fría la parte del material donde se realiza el corte.

Palanca: Esta sirve para dar el avance al disco abrasivo y debe ser accionada manualmente.



Figura 4-9 Cortadora de Muestras Metalográficas.
Fuente: Laboratorio de Materiales

BANCO DE DESBASTE PARA CUATRO TIPOS DE PAPEL ABRASIVO

Este equipo es utilizado para dar un desbaste superficial a las probetas mediante la utilización de papeles abrasivos (lijas), después de ser cortadas y en algunos casos después de ser montadas en la resina.

Consta de las siguientes partes:

Bastidor: Construido de aleación de aluminio.

Plancha de vidrio: La misma que se encuentra dispuesta a una inclinación de 10 a 15 grados sobre la cual se colocan los papeles abrasivos, dispuestos en cuatro canales de igual forma.

Brazos de Sujeción: Estos están contruidos de aleación de aluminio y sirven para sujetar los papeles abrasivos formando cuatro carriles iguales.

Sistema de Refrigeración: Consta de una cañería transversal con agujeros, la cual se encuentran conectada a la toma de agua principal por medio de mangueras.



Figura 4-10 Banco de devaste para cuatro tipos de papel abrasivo.
Fuente: Laboratorio de Materiales

BANCO DE PULIDO DE DOS PUESTOS

Se utiliza para el pulido mecánico de las probetas, luego de que han sido desbastadas correctamente y consta de las siguientes partes:

Bastidor; esta hecho de plancha de acero, sobre el cual van montadas las demás partes.

Motor: Esta máquina consta de dos motores, los que transmiten el giro a cada uno de los discos por medio de una banda y poleas a cada uno.

Disco: Que puede ser fabricado de acero inoxidable, bronce o aleación de aluminio. Sobre el disco se coloca un paño de billar, de seda, etc., de acuerdo al material que se va a pulir.

Sobre el paño se coloca una substancia abrasiva en suspensión que se denomina alumina.

Sistema de Lubricación: Está conectado directamente a una toma de agua, la cual es distribuida por medio de una tubería a dos llaves que son los que hidratan el paño y permiten un mejor pulido.

El agua que reciben los paños va a otro depósito para ser evacuadas al exterior por medio de una manguera.

Sistema Eléctrico: Es el encargado de poner en marcha la máquina, consta de:

- ✓ **Interruptor:** Para el encendido y apagado de la máquina, el cual a su vez es un variador de revoluciones para controlar la velocidad con la cual se va a pulir la probeta.
- ✓ **Contador de Revoluciones:** Esta en la parte interior de la máquina, se encarga de contar las revoluciones a las que está girando el disco y éstas pueden ser visualizadas en un display que se encuentra junto al interruptor.



Figura 4-11 Banco de pulido de dos puestos.

Fuente: Laboratorio de Materiales

EQUIPO PARA ENSAYO DE TEMPLABILIDAD DE PROBETAS JOMINY

Este equipo permite realizar prácticas de dureza de los metales, su función principalmente es la de enfriar la probeta Jominy desde un extremo. Sus partes son:

Bastidor: La estructura metálica sobre la cual se montaran las demás partes del equipo.

Tanque Porta Probetas: Aloja la probeta durante el enfriamiento. La probeta Jominy es colocada en forma vertical sobre el porta probetas para ser sometida al chorro de agua.

Sistema Hidráulico: Es el encargado principalmente de lanzar el chorro de agua a la probeta. Está comprendido por:

- ✓ **Tanque de Agua:** Se encarga de contener el agua que va a ser bombeada hasta la probeta.
- ✓ **Bomba:** Recoge el agua del tanque mediante la tubería de succión y por medio de la tubería de descarga llega a la probeta, para realizar el enfriamiento.



Figura 4-12 Equipo para Templabilidad Jominy.
Fuente: Laboratorio de Materiales

PRENSA HIDRÁULICA 30 Tons. SCHULZ SOMAR

Esta máquina se usa principalmente para someter a tracción a los aceros. Su funcionamiento es principalmente el de un gato hidráulico.

Está constituida por las siguientes partes:

Batidor: Esta elaborado de hierro modular, sobre el cual actúan y están montados las demás piezas.

Mecanismo Hidráulico: Es en esencia la máquina, puesto que el consta del gato hidráulico que da movimiento a un pistón para ejercer la presión deseada sobre la pieza que se está trabajando.

Manómetro de Presión: Que nos permite saber la fuerza que está actuando.

Cable de Acero: Para permitir con facilidad el accionamiento que cumplen la función de una mesa sobre la cual se colocan los aceros a ser sometidos.



Figura 4-13 Equipo para Templabilidad Jominy.
Fuente: Taller de Soldadura.

TALADRO DE PEDESTAL ELÉCTRICO

Su función principal dentro de taller de soldadura es de perforar los diferentes materiales que se utilizan en esta área.

Sus partes principales son:

Bastidor: Es en sí la base sobre la cual están apoyadas las demás partes que lo conforman. Mantiene en equilibrio a toda la máquina.

Motor Eléctrico: Se encarga de dar el movimiento a las poleas por medio de las bandas, este a su vez está conectado a un eje principal que esta acoplado con el porta brocas.

Caja de Cambios: En esta parte se encuentran las poleas y bandas encargadas de dar movimiento al eje principal.

Mesa: Sobre ésta se colocan todos los materiales a ser taladrados. Puede ser mediante las palancas de ajuste de altura y fijación.

Porta Brocas: Esta unido al eje principal, para ser movido verticalmente por un volante de avance rápido y otro de avance lento, los cuáles son los encargados de dar el acercamiento hasta el material a perforar.

Cremallera: Por donde se desliza la mesa verticalmente.



Figura 4-14 : Taladro Eléctrico de Pedestal.
Fuente: Taller de Soldadura.

HORNO GIRATORIO PARA FUNDIR ALUMINIO Y BRONCE

Fue creado para transformar el metal de estado sólido a estado líquido, para obtener diferentes formas del mismo mediante moldeo.

Este horno consta de un mecanismo muy sencillo y sus partes son las siguientes:

Bastidor: La base del horno sobre el cual funcionan los demás mecanismos, está elaborada de perfiles de acero.

Cámara del Refractario: Elaborado de ladrillo, en forma cilíndrica forrado de una plancha de acero y en el centro un receptáculo sobre el cual se coloca el metal a fundir.

Volante: Esta unido a la cámara del refractario, por los ejes y chumaceras, su función es dar movimiento a la misma para vaciar el metal fundido una vez que ya se encuentre en estado líquido.

Pedal de Freno: Inmoviliza el giro del volante para estabilizar la cámara del refractario en la posición que se requiera.



Figura 4-15 Horno Giratorio para Fundir Aluminio y Bronce.
Fuente: Taller de Soldadura.

4.1.3 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL ESTADO DE LAS MÁQUINAS Y EQUIPOS DE LOS LABORATORIOS DE MATERIALES Y TALLER DE SOLDADURA

Para realizar los análisis de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad de las Máquinas y Equipos de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura se procedió a recabar información de los semestres correspondientes a los períodos Septiembre 2012 / Febrero 2013 y Marzo 2013 / Agosto 2013, tanto en número de fallas, tiempos de operación y tiempos que tardaron en corregir las fallas presentadas.

Teniendo como resultados los siguientes datos que se resumen a continuación en las siguientes tablas:

Tabla 4-17 Fallas detectadas en Máquinas y Equipos – Sep. 2012/ Feb. 2013. Laboratorio de Materiales

Código:		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO																				Rev.											
		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA LABORATORIO DE MATERIALES																															
FALLAS DETECTADAS EN MÁQUINAS Y EQUIPOS																																	
Registro No: 01 E																																	
PERIODO SEPTIEMBRE 2012 / FEBRERO 2013																																	
DESCRIPCIÓN	HORAS DE OPERACIÓN	SEPTIEMBRE					OCTUBRE					NOVIEMBRE					DICIEMBRE					ENERO					TOTAL						
		CALIBRACIÓN	TIEMPO (en horas)	ENCENDIDO	TIEMPO (en horas)	OPERACIÓN	TIEMPO (en horas)	CALIBRACIÓN	TIEMPO (en horas)	ENCENDIDO	TIEMPO (en horas)	OPERACIÓN	TIEMPO (en horas)	CALIBRACIÓN	TIEMPO (en horas)	ENCENDIDO	TIEMPO (en horas)	OPERACIÓN	TIEMPO (en horas)	CALIBRACIÓN	TIEMPO (en horas)	ENCENDIDO	TIEMPO (en horas)	OPERACIÓN	TIEMPO (en horas)	TOTAL HORAS DE OPERACIÓN	TOTAL NUMERO DE FALLAS	TOTAL TIEMPO DE FALLAS (en horas)					
DUROMETRO	48	1	4				48						48						40						40	1	8				224	2	12
HORNO DE TRATAMIENTOS TERMICOS	30						36						50						44		1	6			48						208	1	6
HORNO DE SALES PARA TRAT. TERM. Y ENFRIAMIENTO EN SALES FUNDIDAS	0						0						10		1	10			8						4						22	1	10
MICROSCOPIO METALOGRAFICO INVERTIDO VAN GUARD	60			5	0,4		60		5	0,4			60		5	0,4			80		5	0,4			80		5	0,4			340	25	2,1
PRENSA HIDRAULICA MANUAL	60				2	1	60						80		1	0,3			80		1	0,3			100		2	0,5			380	6	2,16
CORTADORA DE MUESTRAS METALOGRAFICAS	0						0		1	0,7			6						4		1	1			4						14	2	1,67
BANCO DE DESBASTE PARA CUATRO TIPOS DE PAPEL ABRASIVO	60				2	0,7	60				2	0,7	60				2	0,7	60				2	0,7	100				1	0,7	340	9	3,35
BANCO DE DESBASTE PARA CUATRO TIPOS DE PAPEL ABRASIVO	60				2	0,7	60				2	0,7	60				2	0,7	60				2	0,7	100				1	0,7	340	9	3,35
BANCO DE DESBASTE PARA CUATRO TIPOS DE PAPEL ABRASIVO	60				2	0,7	60				2	0,7	60				2	0,7	60				2	0,7	100				1	0,7	340	9	3,35
BANCO DE PULIDO DE 2 PUESTOS	60				1	1	60				2	0,3	60				2	0,3	60				2	0,3	100				2	0,3	340	9	2,32
EQUIPO PARA ENSAYO DE TEMPLABILIDAD DE PROBETAS JOMINY	2			4	1		2		4	1			8		4	1			8		4	1			6		4	1			26	20	5
SISTEMA DE CIRCUITO CERRADO DE TELEVISION	60						60						80						80						100						380	0	0
BALANZA ELECTRONICA	40	10	0,7				40	10	0,7				40	10	0,7				40	10	0,7				60	12	1				220	52	3,68

Observaciones:

	NOMBRE	FECHA	FIRMA
REALIZÓ:	Santiago Sánchez Rojas	13/10/2013	
VERIFICÓ:	Ing. Mg. Juan Paredes	16/10/2013	
VALIDÓ:	Ing. Mg. Juan Paredes	18/10/2013	

Fuente: Realizado por el Autor

Tabla 4-18 Fallas detectadas en Máquinas y Equipos – Mar. 2013/ Ago. 2013. Laboratorio de Materiales

Código:		FALLAS DETECTADAS EN MÁQUINAS Y EQUIPOS																								Rev.																			
		Registro No: 02 E PERÍODO MARZO 2013 / AGOSTO 2013																																											
DESCRIPCIÓN	HORAS DE OPERACIÓN	MARZO					ABRIL					MAYO					JUNIO					JULIO					TOTAL																		
		FALLAS EN					FALLAS EN					FALLAS EN					FALLAS EN					FALLAS EN					TOTAL HORAS DE OPERACIÓN	TOTAL NUMERO DE FALLAS	TOTAL TIEMPO DE FALLAS (en horas)																
	OPERACIÓN	TIEMPO (en horas)	ENCENDIDO	TIEMPO (en horas)	OPERACIÓN	TIEMPO (en horas)	OPERACIÓN	TIEMPO (en horas)	ENCENDIDO	TIEMPO (en horas)	OPERACIÓN	TIEMPO (en horas)	ENCENDIDO	TIEMPO (en horas)	OPERACIÓN	TIEMPO (en horas)	ENCENDIDO	TIEMPO (en horas)	OPERACIÓN	TIEMPO (en horas)	ENCENDIDO	TIEMPO (en horas)	OPERACIÓN	TIEMPO (en horas)	ENCENDIDO	TIEMPO (en horas)	OPERACIÓN	TIEMPO (en horas)	ENCENDIDO	TIEMPO (en horas)	OPERACIÓN	TIEMPO (en horas)	ENCENDIDO	TIEMPO (en horas)	OPERACIÓN	TIEMPO (en horas)									
DUROMETRO	40																																			236	1	4							
HORNO DE TRATAMIENTOS TERMICOS	48		1	1																																	356	1	1						
HORNO DE SALES PARA TRAT. TERM. Y ENFRIAMIENTO EN SALES FUNDIDAS	4				1	0,5																																4	1	0,5					
MICROSCOPIO METALOGRAFICO INVERTIDO VAN GUARD	60			5	0,4																																		400	25	2,1				
PRENSA HIDRAULICA MANUAL	80																																							440	7	4,66			
CORTADORA DE MUESTRAS METALOGRAFICAS	4																																							44	2	1,5			
BANCO DE DESBASTE PARA CUATRO TIPOS DE PAPEL ABRASIVO	100																																								460	13	2,16		
BANCO DE DESBASTE PARA CUATRO TIPOS DE PAPEL ABRASIVO	100																																								460	13	2,16		
BANCO DE DESBASTE PARA CUATRO TIPOS DE PAPEL ABRASIVO	100																																								460	13	2,16		
BANCO DE PULIDO DE 2 PUESTOS	100																																									460	1	460	
EQUIPO PARA ENSAYO DE TEMPLABILIDA DE PROBETAS JOMINY	2			4	1																																					10	20	5	
SISTEMA DE CIRCUITO CERRADO DE TELEVISION	60																																										400	0	0
BALANZA ELECTRONICA	60	12	1																																								290	58	4,99

Observaciones:

	NOMBRE	FECHA	FIRMA
REALIZÓ:	Santiago Sánchez Rojas	13/10/2013	
VERIFICÓ:	Ing. Mg. Juan Paredes	16/10/2013	
VALIDÓ:	Ing. Mg. Juan Paredes	18/10/2013	

Fuente: Realizado por el Autor

Tabla 4-19 Fallas detectadas en Máquinas y Equipos – Sep. 2012/ Feb. 2013. Taller de Soldadura

Código:		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA TALLER DE SOLDADURA																								Rev.								
		FALLAS DETECTADAS EN MÁQUINAS Y EQUIPOS Registro No: 03 E PERIODO SEPTIEMBRE 2012 / FEBRERO 2013																																
DESCRIPCIÓN	HORAS DE OPERACIÓN	SEPTIEMBRE					OCTUBRE					NOVIEMBRE					DICIEMBRE					ENERO					TOTAL							
		CALIBRACIÓN	TIEMPO (en horas)	ENCENDIDO	TIEMPO (en horas)	OPERACIÓN	TIEMPO (en horas)	CALIBRACIÓN	TIEMPO (en horas)	ENCENDIDO	TIEMPO (en horas)	OPERACIÓN	TIEMPO (en horas)	CALIBRACIÓN	TIEMPO (en horas)	ENCENDIDO	TIEMPO (en horas)	OPERACIÓN	TIEMPO (en horas)	CALIBRACIÓN	TIEMPO (en horas)	ENCENDIDO	TIEMPO (en horas)	OPERACIÓN	TIEMPO (en horas)	CALIBRACIÓN	TIEMPO (en horas)	ENCENDIDO	TIEMPO (en horas)	OPERACIÓN	TIEMPO (en horas)	TOTAL HORAS DE OPERACIÓN	TOTAL NÚMERO DE FALLAS	TOTAL TIEMPO DE FALLAS (en
SOLDADORA ELECTRIC MILLER DIALARC 250 AC/DC, NIB# 152 - 2011	80	8	1,3		1	1	100	10	1,7				80	8	1,3				80	8	1				80	8	1					420	43	7,33
SOLDADORA MIG, NIB#153 - 2011	8				1	1	10						10				1	2	8					4							40	2	3	
SOLDADORA MILLER, NIB#153 - 2011	4	1	1		10	0,8	4				10	0,8	6				12	1	5				11	0,9	5				11	0,9	24	55	5,5	
PRENSA HIDRAULICA 30 TONS SCHULZ SOMAR COLOR ROJO	6						6						8						8				1	2	8						36	1	2	
TALADRO ELECTRICO DE PEDESTAL 3/4 HP 5/8 12 VEL. RON, COLOR AZUL	40				24	2	50				30	2,5	50				30	2,5	50				30	2,5	40			24	2	230	138	11,5		
SOLDADORA BRAVO MIG 300 AMG.E98	6		1	1	12	2	8				16	2,7	8				16	2,7	8				16	2,7	4			8	1,3	34	69	12,3		
HORNO GIRATORIO PARA FUNDIR ALUMINIO Y BRONCE	0						0						0						0											0	0	0		
ESMERIL ELECTRICO 1HP/PIEDRA ZTF-TW	40		20	1,7	1	0,5	40		20	1,7			50		25	2,1			50		25	2,1		40		25	2,1			220	116	10,1		
ESMERIL ELECTRICO 1HP/PIEDRA ZTF-TW	40		20	1,7			40		20	1,7			50		25	2,1			50		25	2,1		40		25	2,1			220	115	9,58		
ESMERIL ELECTRICO 1HP/PIEDRA ZTF-TW	40		20	1,7			40		20	1,7			50		25	2,1			50		25	2,1		40		25	2,1			220	115	9,58		
ESMERIL ELECTRICO 1HP/PIEDRA ZTF-TW	40		20	1,7			40		20	1,7			50		25	2,1			50		25	2,1		40		25	2,1			220	115	9,58		
ESMERIL ELECTRICO 1HP/PIEDRA ZTF-TW	40		20	1,7			40		20	1,7			50		25	2,1			50		25	2,1		40		25	2,1			220	115	9,58		
ESMERIL ELECTRICO 1HP/PIEDRA ZTF-TW	40		20	1,7			40		20	1,7			50		25	2,1			50		25	2,1		40		25	2,1			220	115	9,58		

Observaciones:

	NOMBRE	FECHA	FIRMA
REALIZÓ:	Santiago Sánchez Rojas	13/10/2013	
VERIFICÓ:	Ing. Mg. Juan Paredes	16/10/2013	
VALIDÓ:	Ing. Mg. Juan Paredes	18/10/2013	

Fuente: Realizado por el Autor

Tabla 4-20 Fallas detectadas en Máquinas y Equipos – Mar. 2012/ Ago. 2013. Taller de Soldadura

Código:		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA TALLER DE SOLDADURA																								Rev.								
		FICHA DE FALLAS DETECTADAS EN MÁQUINAS Y EQUIPOS Registro No: 04 E PERIODO MARZO 2013 / AGOSTO 2013																																
DESCRIPCIÓN	HORAS DE OPERACIÓN	MARZO					ABRIL					MAYO					JUNIO					JULIO					TOTAL							
		CALIBRACIÓN	FALLAS EN TIEMPO (en horas)		ENCENDIDO	OPERACIÓN	CALIBRACIÓN	FALLAS EN TIEMPO (en horas)		ENCENDIDO	OPERACIÓN	CALIBRACIÓN	FALLAS EN TIEMPO (en horas)		ENCENDIDO	OPERACIÓN	CALIBRACIÓN	FALLAS EN TIEMPO (en horas)		ENCENDIDO	OPERACIÓN	CALIBRACIÓN	FALLAS EN TIEMPO (en horas)		ENCENDIDO	OPERACIÓN	TOTAL HORAS DE OPERACIÓN	TOTAL NÚMERO DE FALLAS	TOTAL TIEMPO DE FALLAS (en horas)					
SOLDADORA ELECTRIC MILLER DIALARC 250 AC/DC, NIB#152 - 2011	100	10	1,7	1	1		100	10	1,7				100	10	1,7				100	10	1,7				80	8	1,3				480	49	9,01	
SOLDADORA MIG, NIB#153 - 2011	10						10						8						1	0,5	8				1	1	8				44	2	1,5	
SOLDADORA MILLER, NIB#153 - 2011	6					15	1,3	6			15	1,3	4						10	0,8	4				10	0,8	4			10	0,8	24	60	4,99
PRENSA HIDRAULICA 30 TONS SCHULZ SOMAR COLOR ROJO	8						6						6															1	2	32	1	2		
TALADRO ELECTRICO DE PEDESTAL 3/4 HP 5/8 12 VEL. RON, COLOR AZUL	40					24	2	50			30	2,5	50						30	2,5	50				30	2,5	50			30	2,5	240	144	12
SOLDADORA BRAVO MIG 300 AMG.E98	4					8	1,3	6			12	2	6						12	2	8				16	2,7	6			12	2	30	60	10
HORNO GIRATORIO PARA FUNDIR ALUMINIO Y BRONCE	0						0						0						0						0					0	0	0		
ESMERIL ELECTRICO 1HP/PIEDRA ZTF-TW	40					1	40	0					0						0						0					40	1	40		
ESMERIL ELECTRICO 1HP/PIEDRA ZTF-TW	40					2	400	0					0						0						0					40	2	400		
ESMERIL ELECTRICO 1HP/PIEDRA ZTF-TW	40					2	400	0					0						0						0					40	2	400		
ESMERIL ELECTRICO 1HP/PIEDRA ZTF-TW	40					2	400	0					0						0						0					40	2	400		
ESMERIL ELECTRICO 1HP/PIEDRA ZTF-TW	40					2	400	0					0						0						0					40	2	400		
ESMERIL ELECTRICO 1HP/PIEDRA ZTF-TW	40					2	400	0					0						0						0					40	2	400		

Observaciones:

	NOMBRE	FECHA	FIRMA
REALIZÓ:	Santiago Sánchez Rojas	13/10/2013	
VERIFICÓ:	Ing. Mg. Juan Paredes	16/10/2013	
VALIDÓ:	Ing. Mg. Juan Paredes	18/10/2013	

Fuente: Realizado por el Autor



4.1.3.1 Análisis de la Confiabilidad de las Máquinas y Equipos de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura.

Tabla 4-21 Análisis de Confiabilidad de las Máquinas y Equipos del Laboratorio de Materiales.

Código:		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						Rev.
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA						
		CONFIABILIDAD LABORATORIO DE MATERIALES						
		Registro No: 01 F						
CÓDIGO BIENES	DESCRIPCIÓN	Septiembre 2012 / Febrero 2013			Marzo 2013 / Agosto 2013			
		HORAS DE OPERACIÓN	NÚMERO TOTAL DE FALLAS DETECTADAS	TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS	HORAS DE OPERACIÓN	NÚMERO TOTAL DE FALLAS DETECTADAS	TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS	
		(HROP)	(NTF)	(TPEF) en horas	(HROP)	(NTF)	(TPEF) en horas	
8730319720001	DUROMETRO	224	2	112,00	236	1	236,00	
8731021750001	HORNO DE TRATAMIENTOS TERMICOS	208	1	208,00	356	1	356,00	
8731021750002	HORNO DE SALES PARA TRAT. TERM. Y ENFRIAMIENTO EN SALES FUNDIDAS	22	1	22,00	4	1	4,00	
8731022450001	MICROSCOPIO METALOGRAFICO INVERTIDO VAN GUARD	340	25	13,60	400	25	16,00	
8731022970001	PRENSA HIDRAULICA MANUAL	380	6	63,33	440	7	62,86	
8731029440001	CORTADORA DE MUESTRAS METALOGRAFICAS	14	2	7,00	44	2	22,00	
8731029450001	BANCO DE DESBASTE PARA CUATRO TIPOS DE PAPEL ABRASIVO	340	9	37,78	460	13	35,38	
8731029450002	BANCO DE DESBASTE PARA CUATRO TIPOS DE PAPEL ABRASIVO	340	9	37,78	460	13	35,38	
8731029450003	BANCO DE DESBASTE PARA CUATRO TIPOS DE PAPEL ABRASIVO	340	9	37,78	460	13	35,38	
8731029460001	BANCO DE PULIDO DE 2 PUESTOS	340	9	37,78	460	1	460,00	
8731029490001	EQUIPO PARA ENSAYO DE TEMPLABILIDA DE PROBETAS IOMINY	26	20	1,30	10	20	0,50	
8731029500001	SISTEMA DE CIRCUITO CERRADO DE TELEVISION	380	0	N/A	400	0	N/A	
8731029630001	BALANZA ELECTRONICA	220	52	4,23	290	58	5,00	
Observaciones:								
	NOMBRE	FECHA		FIRMA				
REALIZÓ:	Santiago Sánchez Rojas	13/10/2013						
VERIFICÓ:	Ing. Mg. Juan Paredes	16/10/2013						
VALIDÓ:	Ing. Mg. Juan Paredes	18/10/2013						

Fuente: Realizado por el autor



Tabla 4-22 Análisis de Confiabilidad de las Máquinas y Equipos del Taller de Soldadura.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA 							
Código:	CONFIABILIDAD TALLER DE SOLDADURA						Rev.
	Registro No:			02 F			
CÓDIGO BIENES	DESCRIPCIÓN	Septiembre 2012 / Febrero 2013			Marzo 2013 / Agosto 2013		
		HORAS DE OPERACIÓN	NÚMERO TOTAL DE FALLAS DETECTADAS	TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS	HORAS DE OPERACIÓN	NÚMERO TOTAL DE FALLAS DETECTADAS	TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLAS
		(HROP)	(NTF)	(TPEF) en horas	(HROP)	(NTF)	(TPEF) en horas
8730318300001	SOLDADORA ELECTRIC MILLER DIALARC 250 AC/ DC, NIB#152 - 2011	420	43	9,77	480	49	9,80
8730318300002	SOLDADORA MIG, NIB#153 - 2011	40	2	20,00	44	2	22,00
8730318300003	SOLDADORA MILLER, NIB#153 - 2011	24	55	0,44	24	60	0,40
8730112960001	PRENSA HIDRAULICA 30 TONS SCHULZ SOMAR COLOR ROJO	36	1	36,00	32	1	32,00
8730117590001	TALADRO ELECTRICO DE PEDESTAL 3/4 HP 5/8 12 VEL.RON, COLOR AZUL	230	138	1,67	240	144	1,67
8730278300001	SOLDADORA BRAVO MIG 300 AMG.E98	34	69	0,49	30	60	0,50
8730111750001	HORNO GIRATORIO PARA FUNDIR ALUMINIO Y BRONCE	0	0	No se ha utilizado	0	0	No se ha utilizado
8730117540001	ESMERIL ELECTRICO 1HP/PIEDRA ZTF-TW	220	116	1,90	40	1	40,00
8730117540002	ESMERIL ELECTRICO 1HP/PIEDRA ZTF-TW	220	115	1,91	40	2	20,00
8730117540003	ESMERIL ELECTRICO 1HP/PIEDRA ZTF-TW	220	115	1,91	40	2	20,00
8730117540004	ESMERIL ELECTRICO 1HP/PIEDRA ZTF-TW	220	115	1,91	40	2	20,00
8730117540005	ESMERIL ELECTRICO 1HP/PIEDRA ZTF-TW	220	115	1,91	40	2	20,00
8730117540006	ESMERIL ELECTRICO 1HP/PIEDRA ZTF-TW	220	115	1,91	40	2	20,00
Observaciones:							
	NOMBRE	FECHA		FIRMA			
REALIZÓ:	Santiago Sánchez Rojas	13/10/2013					
VERIFICÓ:	Ing. Mg. Juan Paredes	16/10/2013					
VALIDÓ:	Ing. Mg. Juan Paredes	18/10/2013					

Fuente: Realizado por el autor



4.1.3.2 Análisis de la Mantenibilidad de las Máquinas y Equipos de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura.

Tabla 4-23 Análisis de Mantenibilidad de las Máquinas y Equipos del Laboratorio de Materiales.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA							
Código:	MANTENIBILIDAD LABORATORIO DE MATERIALES						Rev.
Registro No: 01 G							
CÓDIGO BIENES	DESCRIPCIÓN	Septiembre 2012 / Febrero 2013			Marzo 2013 / Agosto 2013		
		TIEMPO TOTAL DE FALLAS	NÚMERO TOTAL DE FALLAS DETECTADAS	TIEMPO PARA REPARAR	TIEMPO TOTAL DE FALLAS	NÚMERO TOTAL DE FALLAS DETECTADAS	TIEMPO PARA REPARAR
		(TTF) en horas	(NTF)	(TPPR) en horas	(TTF) en horas	(NTF)	(TPPR) en horas
8730319720001	DUROMETRO	12,00	2	6,00	4	1	4,00
8731021750001	HORNO DE TRATAMIENTOS TERMICOS	6,00	1	6,00	1	1	1,00
8731021750002	HORNO DE SALES PARA TRAT. TERM. Y ENFRIAMIENTO EN SALES FUNDIDAS	10,00	1	10,00	0,5	1	0,50
8731022450001	MICROSCOPIO METALOGRAFICO INVERTIDO VAN GUARD	2,10	25	0,08	2,1	25	0,08
8731022970001	PRENSA HIDRAULICA MANUAL	2,16	6	0,36	4,66	7	0,67
8731029440001	CORTADORA DE MUESTRAS METALOGRAFICAS	1,67	2	0,84	1,5	2	0,75
8731029450001	BANCO DE DESBASTE PARA CUATRO TIPOS DE PAPEL ABRASIVO	3,35	9	0,37	2,16	13	0,17
8731029450002	BANCO DE DESBASTE PARA CUATRO TIPOS DE PAPEL ABRASIVO	3,35	9	0,37	2,16	13	0,17
8731029450003	BANCO DE DESBASTE PARA CUATRO TIPOS DE PAPEL ABRASIVO	3,35	9	0,37	2,16	13	0,17
8731029460001	BANCO DE PULIDO DE 2 PUESTOS	2,32	9	0,26	460	1	460,00
8731029490001	EQUIPO PARA ENSAYO DE TEMPLABILIDA DE PROBETAS JOMINY	5,00	20	0,25	5	20	0,25
8731029500001	SISTEMA DE CIRCUITO CERRADO DE TELEVISION	0,00	0	N/A	0	0	N/A
8731029630001	BALANZA ELECTRONICA	3,68	52	0,07	4,99	58	0,09
Observaciones:							
	<i>NOMBRE</i>	<i>FECHA</i>		<i>FIRMA</i>			
REALIZÓ:	<i>Santiago Sánchez Rojas</i>	13/10/2013					
VERIFICÓ:	<i>Ing. Mg. Juan Paredes</i>	16/10/2013					
VALIDÓ:	<i>Ing. Mg. Juan Paredes</i>	18/10/2013					

Fuente: Realizado por el autor



Tabla 4-24 Análisis de Mantenibilidad de las Máquinas y Equipos del Taller de Soldadura.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA							
Código:	MANTENIBILIDAD TALLER DE SOLDADURA						Rev.
	Registro No: 02 G						
CÓDIGO ASIGNADO	DESCRIPCIÓN	Septiembre 2012 / Febrero 2013			Marzo 2013 / Agosto 2013		
		TIEMPO TOTAL DE FALLAS	NÚMERO TOTAL DE FALLAS DETECTADAS	TIEMPO PARA REPARAR	TIEMPO TOTAL DE FALLAS	NÚMERO TOTAL DE FALLAS DETECTADAS	TIEMPO PARA REPARAR
		(TTF) en horas	(NTF)	(TPPR) en horas	(TTF) en horas	(NTF)	(TPPR) en horas
8730318300001	SOLDADORA ELECTRIC MILLER DIALARC 250 AC/ DC, NIB#152 - 2011	7,33	43	0,17	9,01	49	0,18
8730318300002	SOLDADORA MIG, NIB#153 - 2011	3	2	1,50	1,5	2	0,75
8730318300003	SOLDADORA MILLER, NIB#153 - 2011	5,5	55	0,10	4,99	60	0,08
8730112960001	PRENSA HIDRAULICA 30 TONS SCHULZ SOMAR COLOR ROJO	2	1	2,00	2	1	2,00
8730117590001	TALADRO ELECTRICO DE PEDESTAL 3/4 HP 5/8 12 VEL.RON, COLOR AZUL	11,5	138	0,08	12	144	0,08
8730278300001	SOLDADORA BRAVO MIG 300 AMG.E98	12,34	69	0,18	10	60	0,17
8730111750001	HORNO GIRATORIO PARA FUNDIR ALUMINIO Y BRONCE	0	0	No se ha Utilizado	0	0	No se ha Utilizado
8730117540001	ESMERIL ELECTRICO 1HP/PIEDRA ZTF-TW	10,08	116	0,09	40	1	40,00
8730117540002	ESMERIL ELECTRICO 1HP/PIEDRA ZTF-TW	9,58	115	0,08	400	2	200,00
8730117540003	ESMERIL ELECTRICO 1HP/PIEDRA ZTF-TW	9,58	115	0,08	400	2	200,00
8730117540004	ESMERIL ELECTRICO 1HP/PIEDRA ZTF-TW	9,58	115	0,08	400	2	200,00
8730117540005	ESMERIL ELECTRICO 1HP/PIEDRA ZTF-TW	9,58	115	0,08	400	2	200,00
8730117540006	ESMERIL ELECTRICO 1HP/PIEDRA ZTF-TW	9,58	115	0,08	400	2	200,00
Observaciones:							
	NOMBRE	FECHA		FIRMA			
REALIZÓ:	Santiago Sánchez Rojas	13/10/2013					
VERIFICÓ:	Ing. Mg. Juan Paredes	16/10/2013					
VALIDÓ:	Ing. Mg. Juan Paredes	18/10/2013					

Fuente: Realizado por el autor



4.1.3.3 Análisis de la Disponibilidad de las Máquinas y Equipos de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura.

Tabla 4-25 Análisis de Disponibilidad de las Máquinas y Equipos del Laboratorio de Materiales.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA 							
Código:	DISPONIBILIDAD LABORATORIO DE MATERIALES						Rev.
Registro No: 01 H							
CÓDIGO BIENES	DESCRIPCIÓN	Septiembre 2012 / Febrero 2013			Marzo 2013 / Agosto 2013		
		TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLOS	TIEMPO PARA REPARACIÓN	DISPONIBILIDAD	TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLOS	TIEMPO PARA REPARACIÓN	DISPONIBILIDAD
		(TPEF) en horas	(TPPR) en horas	(D) PORCENTAJE %	(TPEF) en horas	(TPPR) en horas	(D) PORCENTAJE %
8730319720001	DUROMETRO	112,00	6,00	94,92%	236,00	4,00	98,33%
8731021750001	HORNO DE TRATAMIENTOS TERMICOS	208,00	6,00	97,20%	356,00	1,00	99,72%
8731021750002	HORNO DE SALES PARA TRAT. TERM. Y ENFRIAMIENTO EN SALES FUNDIDAS	22,00	10,00	68,75%	4,00	0,50	88,89%
8731022450001	MICROSCOPIO METALOGRAFICO INVERTIDO VAN GUARD	13,60	0,08	99,39%	16,00	0,08	99,48%
8731022970001	PRESA HIDRAULICA MANUAL	63,33	0,36	99,43%	62,86	0,67	98,95%
8731029440001	CORTADORA DE MUESTRAS METALOGRAFICAS	7,00	0,84	89,34%	22,00	0,75	96,70%
8731029450001	BANCO DE DESBASTE PARA CUATRO TIPOS DE PAPEL ABRASIVO	37,78	0,37	99,02%	35,38	0,17	99,53%
8731029450002	BANCO DE DESBASTE PARA CUATRO TIPOS DE PAPEL ABRASIVO	37,78	0,37	99,02%	35,38	0,17	99,53%
8731029450003	BANCO DE DESBASTE PARA CUATRO TIPOS DE PAPEL ABRASIVO	37,78	0,37	99,02%	35,38	0,17	99,53%
8731029460001	BANCO DE PULIDO DE 2 PUESTOS	37,78	0,26	99,32%	460,00	460,00	50,00%
8731029490001	EQUIPO PARA ENSAYO DE TEMPLABILIDA DE PROBETAS IOMINY	1,30	0,25	83,87%	0,50	0,25	66,67%
8731029500001	SISTEMA DE CIRCUITO CERRADO DE TELEVISION	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
8731029630001	BALANZA ELECTRONICA	4,23	0,07	98,35%	5,00	0,09	98,31%
Observaciones:							
	NOMBRE	FECHA		FIRMA			
REALIZÓ:	Santiago Sánchez Rojas	13/10/2013					
VERIFICÓ:	Ing. Mg. Juan Paredes	16/10/2013					
VALIDÓ:	Ing. Mg. Juan Paredes	18/10/2013					

Fuente: Realizado por el Autor

Tabla 4-26 Análisis de Disponibilidad de las Máquinas y Equipos del Taller de Soldadura.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA 		DISPONIBILIDAD TALLER DE SOLDADURA						Rev.
Código:		Registro No: 02 H						
CÓDIGO BIENES	DESCRIPCIÓN	Septiembre 2012 / Febrero 2013			Marzo 2013 / Agosto 2013			
		TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLOS	TIEMPO PARA REPARACIÓN	DISPONIBILIDAD	TIEMPO PROMEDIO ENTRE FALLOS	TIEMPO PARA REPARACIÓN	DISPONIBILIDAD	
		(TPEF) en horas	(TPPR) en horas	(D) PORCENTAJE %	(TPEF) en horas	(TPPR) en horas	(D) PORCENTAJE %	
8730318300001	SOLDADORA ELECTRIC MILLER DIALARC 250 AC/DC, NIB#152 - 2011	9,77	0,17	98,28%	9,80	0,18	98,16%	
8730318300002	SOLDADORA MIG, NIB#153 - 2011	20,00	1,50	93,02%	22,00	0,75	96,70%	
8730318300003	SOLDADORA MILLER, NIB#153 - 2011	0,44	0,10	81,36%	0,40	0,08	82,79%	
8730112960001	PRENSA HIDRAULICA 30 TONS SCHULZ SOMAR COLOR ROJO	36,00	2,00	94,74%	32,00	2,00	94,12%	
8730117590001	TALADRO ELECTRICO DE PEDESTAL 3/4 HP 5/8 12 VEL.RON, COLOR AZUL	1,67	0,08	95,24%	1,67	0,08	95,24%	
8730278300001	SOLDADORA BRAVO MIG 300 AMG.E98	0,49	0,18	73,37%	0,50	0,17	75,00%	
8730111750001	HORNO GIRATORIO PARA FUNDIR ALUMINIO Y BRONCE	No se ha utilizado	No se ha Utilizado	No se ha Utilizado	No se ha utilizado	No se ha Utilizado	No se ha Utilizado	
8730117540001	ESMERIL ELECTRICO 1HP/PIEDRA ZTF-TW	1,90	0,09	95,62%	40,00	40,00	50,00%	
8730117540002	ESMERIL ELECTRICO 1HP/PIEDRA ZTF-TW	1,91	0,08	95,83%	20,00	200,00	9,09%	
8730117540003	ESMERIL ELECTRICO 1HP/PIEDRA ZTF-TW	1,91	0,08	95,83%	20,00	200,00	9,09%	
8730117540004	ESMERIL ELECTRICO 1HP/PIEDRA ZTF-TW	1,91	0,08	95,83%	20,00	200,00	9,09%	
8730117540005	ESMERIL ELECTRICO 1HP/PIEDRA ZTF-TW	1,91	0,08	95,83%	20,00	200,00	9,09%	
8730117540006	ESMERIL ELECTRICO 1HP/PIEDRA ZTF-TW	1,91	0,08	95,83%	20,00	200,00	9,09%	
Observaciones:								
	NOMBRE	FECHA		FIRMA				
REALIZÓ:	Santiago Sánchez Rojas	13/10/2013						
VERIFICÓ:	Ing. Mg. Juan Paredes	16/10/2013						
VALIDÓ:	Ing. Mg. Juan Paredes	18/10/2013						

Fuente: Realizado por el Autor

El resultado de este análisis nos permitió visualizar que la disponibilidad de la mayoría de las Máquinas y Equipos es alta, esto es porque su tiempo de operación no es muy extenso.

Aunque los resultados de disponibilidad son altos no es un indicador de que las Máquinas y Equipos se encuentren funcionando a la perfección puesto que existen otros indicadores que demostraron que las pocas fallas existentes pueden ser potencialmente serias para la conservación de los mismos, como es el caso de la Pulidora de dos puestos especialmente.

Además pudimos también identificar que los Esmeriles de Banco tienen un porcentaje de disponibilidad bastante bajo, esto se debe a que las Muelas de desbaste se han desgastado por completo y no se ha realizado el cambio de las mismas.

También se logró evidenciar que no se tiene un indicador del Horno Giratorio para Fundir Aluminio y Bronce, esto es debido a que no se ha registrado daños puesto que no ha sido utilizado el mismo.

4.1.4 ANÁLISIS DE LOS FALLOS DE LAS MAQUINAS Y EQUIPOS DE LOS LABORATORIOS DE MATERIALES Y TALLER DE SOLDADURA.

El Análisis Modal de Fallos al igual que el Análisis de Criticidad, fueron el complemento de nuestra investigación para determinar el estado actual de las Máquinas y Equipos.

Para el efecto de estos dos análisis seguimos ciertos criterios y ponderaciones, los cuales fueron los encargados de reflejar los resultados a nuestra investigación.

Otro punto importante es este tipo de análisis es que a cada máquina o equipo se lo estudió por sistemas, lo que hizo más real el resultado encontrado.

4.1.4.1 Análisis Modal de Falla – Efecto de las Máquinas y Equipos de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura.

Para en este análisis se tomó en cuenta cuatro criterios:

- ✓ La gravedad de fallo o severidad,
- ✓ La probabilidad de ocurrencia,
- ✓ La probabilidad de no detección, y
- ✓ El número de prioridad de riesgo, que es el producto de los tres anteriores.

La ponderación de cada uno de los criterios fue realizada de acuerdo a la realidad de nuestro tema de estudio, por lo que solo se utilizó como una guía los criterios existentes en la teoría.

Para la gravedad de fallo o severidad (S) se consideró los siguientes criterios y valores:

Tabla 4-27 Criterio para Evaluar la Gravedad de Fallo o Severidad S

GRAVEDAD DEL FALLO O SEVERIDAD	
CRITERIO	VALOR DE S
INFIMA; El efecto será imperceptible por los operarios	1
BAJA; El operario puede notar la falla, lo cual produce un leve retraso en su actividad.	3
MODERADA; Se produce el fallo parcial, causando un paro en el trabajo y disgusto al operario.	6
ELEVADA; El fallo implica problemas de seguridad, parada total de la máquina y pausa de las actividades.	10

Fuente: Realizado por el Autor

Los siguientes son los criterios que se tomaron en cuenta para la probabilidad de ocurrencia, en el método AMFE:

Tabla 4-28 Criterio para Evaluar la Probabilidad de Ocurrencia O

PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	
CRITERIO	VALOR DE O
INFIMA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA; Defecto inexistente en el pasado.	1
BAJA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA; Muy pocos fallo iguales o similares en el pasado.	3
FRECUENTE PROBABILIDAD DE OCURRENCIA; El fallo se ha presentado con cierta frecuencia en circunstancias similares anteriores.	6
ELEVADA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA; El fallo se ha presentado frecuentemente en el pasado en circunstancias similares de operación.	10

Fuente: Realizado por el Autor

Finalmente tenemos los criterios de probabilidad de no detección que se consideraron:



Tabla 4-29 Criterio para Evaluar la Probabilidad de NO Detección D

PROBABILIDAD DE NO DETECCIÓN	
CRITERIO	VALOR DE D
INFIMA; El defecto es obvio, resulta muy improbable que no sea detectado durante su funcionamiento.	1
BAJA; El defecto aunque es obvio y fácilmente detectable, podría pasar por desapercibido, puesto que no influye en su funcionamiento.	3
MODERADA; Defectos de difícil detección que con relativa frecuencia interrumpen el funcionamiento y trabajo del operario.	6
ELEVADA; El defecto podría inhabilitar la máquina puesto que es de difícil detección.	10

Fuente: Realizado por el Autor

Una vez planteado los diferentes criterios para la Evaluación del método AMFE, se procedió a ejecutar el análisis obteniendo los resultados que a continuación se ven en las tablas y se han resaltado aquellos que su NPR son iguales o mayores a 27, que son sobre los que se deben actuar:



Tabla 4-30 Análisis Modal de Fallos del Durómetro

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA										CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		Registro No: 01 I			
																	
ANÁLISIS MODAL DE FALLOS														HOJA	REV. No	FECHA:	POR:
DE PROCESO <input checked="" type="checkbox"/>						DE DISEÑO <input type="checkbox"/>						de	1	10 Oct.	Juan P.		
DE PROCESO <input checked="" type="checkbox"/>						DE DISEÑO <input type="checkbox"/>						de	16	13 Oct.	Juan P.		
PRODUCTO:	DURÓMETRO					PROCESO:	Metalografía					REALIZADO:	Santiago Sánchez R.				
ESPECIFICACIÓN:	Revisión					OPERACIÓN:	Determinar la Dureza de los Aceros					FECHA:	31 Oct. 2013				
FECHA EDICIÓN:	04 Nov. 2013					ACTUAR SOBRE NPR \geq QUE 27						REVISADO:	Ing. Mg Juan Paredes				
NOMBRE DEL PRODUCTO 1	OPERACIÓN O FUNCIÓN 2	MODO DE FALLO 3	EFFECTOS DE FALLO 4	S 6	G 7	CAUSAS DEL FALLO 7	O 8	CONTROLES ACTUALES 9	D 10	NPR 11	ACCIÓN CORRECTOR A 12	RESPONSABLES 13	ACCIONES IMPLANTADAS 14	VALORACIÓN			NPR 18
				S 15	O 16	D 17											
Bastidor	Proteger y Alojar las piezas del conjunto	Agrietamiento o Corrosión	Exposición de los componentes a Inclemencias del	6		Exposición directa de la base con la humedad o a golpes	1	Inspección	3	18							
Selector de Carga	Transmitir el peso de la carga al display de lectura	Descalibración	Lecturas de Dureza Erróneas	6		Mala manipulación	6	Inspección	6	216							
Porta Identador	Sujetar al Identador	Aislamiento de la rosca de sujeción	Pérdida de fuerza para la sujeción, caída del Identador	3		Mala práctica de roscado	1	Inspección	1	3							
Display Indicador	Indicar resultados de Dureza.	Rotura de la Pantalla	Pérdidas de lectura de resultados	10		Golpes o aplastamiento de la pantalla	1	Inspección	1	10							
Plato Porta Probetas	Alojar las probetas para el ensayo	Rotura de la base del plato	Parada de la Máquina	6		Exceso de fuerza del identador sobre la probeta	1	Inspección	1	6							
Palanca de Aplicación de Carga	Transmitir movimiento a las cargas para su	Rotula de la palanca	Pérdida de movimiento para la selección de cargas	6		Mala manipulación	1	Inspección	1	6							
Regulador de la lámpara de luz	Movimiento de la lámpara para dar iluminación en el	Desalubramiento de la probeta	Pérdida de visibilidad al momento del	6		Mala calidad del material	3	Inspección	3	54							
Cable de Alimentación Eléctrica	Conducir Corriente Eléctrica	Rotura parcial o total del cable	Descargas Eléctricas	10		Mal cuidado en su manipulación	1	Inspección	3	30							

Observaciones: Los elementos con NPR \geq que 27 son los resaltados de color amarillo.

Fuente: Realizado por el Autor

Tabla 4-31 Análisis Modal de Fallos del Horno de Tratamientos Térmicos

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA Registro No: 02 I																		
ANÁLISIS MODAL DE FALLOS															HOJA	REV. No	FECHA:	POR:
DE PROCESO <input checked="" type="checkbox"/>							DE DISEÑO <input type="checkbox"/>								de	1	10 Oct.	Juan P.
PRODUCTO: HORNO DE TRATAMIENTOS TÉRMICOS							PROCESO: Tratamientos Térmicos								REALIZADO:	Santiago Sánchez R.		
ESPECIFICACIÓN: Revisión							OPERACIÓN: Tratar Térmicamente Metales								FECHA:	31 Oct. 2013		
FECHA EDICIÓN: 04 Nov. 2013							ACTUAR SOBRE NPR ≥ QUE 27								REVISADO:	Ing. Mg Juan Paredes		
NOMBRE DEL PRODUCTO 1	OPERACIÓN O FUNCIÓN 2	MODO DE FALLO 3	EFECTOS DE FALLO 4	S 6	G 7	CAUSAS DEL FALLO 7	O 8	CONTROLES ACTUALES 9	D 10	NPR 11	ACCIÓN CORRECTOR A 12	RESPONSAB LES 13	ACCIONES IMPLANTADA S 14	VALORACIÓN			NPR 18	
														S 15	O 16	D 17		
Bastidor	Proteger los componentes internos de la	Corrosión	Exposición al ambiente del aislante térmico	3		Contacto con el agua	3	Inspección	6	54								
Ladrillo Refractario	Alcanzar temperaturas elevadas dentro de	Desgajamiento	Desgaste del ladrillo refractario	3		Choque térmico	3	Inspección	3	27								
Aislante Térmico	Evitar fuga de calor al bastidor	Desgaste	Calor excesivo externamente	6		Desgaste del bastidor	1	Inspección	3	18								
Display Medidor de Temperatura	Indicar la temperatura interna de la cámara	Fundición de sus microcomponentes	Pérdida de lecturas de temperaturas	6		Fuga de temperatura de la cámara	3	Inspección	3	54								
Visor de la Cámara de Fundición	Permite la visualización al interior de la	Corrosión	Exposición directa con el interior de la cámara, fuga de	6		Demasiado tiempo de exposición con el calor	3	Inspección	3	54								
Relé Térmico	Mantener a una cierta temperatura	Fundición de sus microcomponentes	Calor excesivo externamente	3		Descontrol de la temperatura al interior de la	3	Inspección	10	90								
Interruptor	Permitir el encendido de la máquina	Desgaste	No se enciende la máquina	3		Exceso de pulsaciones	3	Inspección	1	9								
Termocupla	Tomar la temperatura interna de la cámara	Rotura de uno de los alambres que lo constituyen	Pérdida de la toma de temperatura	10		Exceso de temperatura	1	Inspección	10	100								
Contactor	Apagado automático de la máquina	Fuga de calor	Consumo excesivo de corriente	6		Exceso de temperatura	3	Inspección	3	54								
Cable de Alimentación Eléctrica	Conducir corriente eléctrica a la máquina	Rotura parcial o total del cable	Descargas Eléctricas	10		Mal cuidado en su manipulación	1	Inspección	3	30								

Observaciones: Los elementos con NPR ≥ que 27 son los resaltados de color amarillo.

Fuente: Realizado por el Autor



Tabla 4-32 Análisis Modal de Fallos del Horno de Tratamientos Térmicos y Enfriamiento en Sales Fundidas

DE PROCESO <input checked="" type="checkbox"/>		DE DISEÑO <input type="checkbox"/>										HOJA	REV. No	FECHA:	POR:		
												de	1	10 Oct.	Juan P.		
PRODUCTO: HORNO DE SALES PARA TRATAMIENTO TÉRMICOS Y ENFRIAMIENTO EN SALES FUNDIDAS		PROCESO: Tratamientos Térmicos										REALIZADO:		Santiago Sánchez R.			
ESPECIFICACIÓN: Revisión		OPERACIÓN: Tratar Térmicamente Metales										FECHA:		31 Oct. 2013			
FECHA EDICIÓN: 04 Nov. 2013		ACTUAR SOBRE NPR ≥ QUE 27										REVISADO:		Ing. Mg Juan Paredes			
NOMBRE DEL PRODUCTO 1	OPERACIÓN O FUNCIÓN 2	MODO DE FALLO 3	EFECTOS DE FALLO 4	S 6	G 7	CAUSAS DEL FALLO 7	O 8	CONTROLES ACTUALES 9	D 10	NPR 11	ACCIÓN CORRECTORA 12	RESPONSABLES 13	ACCIONES IMPLANTADAS 14	VALORACIÓN			NPR 18
														S 15	O 16	D 17	
Bastidor	Proteger los componentes internos de la	Corrosión	Exposición al ambiente del aislante térmico	3		Contacto con el agua	3	Inspección	6	54							
Ladrillo Refractario	Alcanar temperaturas elevadas dentro de	Desgajamiento	Desgaste del ladrillo refractario	3		Choque térmico	3	Inspección	3	27							
Aislante Térmico	Evitar fuga de calor al bastidor	Desgaste	Calor excesivo externamente	6		Desgaste del bastidor	1	Inspección	3	18							
Display Medidor de Temperatura	Indicar la temperatura interna de la cámara	Fundición de sus microcomponentes	Pérdida de lecturas de temperaturas	6		Fuga de temperatura de la cámara	3	Inspección	3	54							
Relé Térmico	Mantener a una cierta temperatura	Fundición de sus microcomponentes	Calor excesivo externamente	3		Descontrol de la temperatura al interior de la	3	Inspección	10	90							
Fusible	Proteger de descargas eléctricas al circuito	Sobre carga (se quema)	Desprotección del circuito	10		Sobrecarga eléctrica	6	Inspección	1	60							
Interruptor	Permitir el encendido de la máquina	Desgaste	No se enciende la máquina	3		Exceso de pulsaciones	3	Inspección	1	9							
Tanque para sales de enfriamiento	Permite el enfriamiento de las probetas	Corrosión	Agujeros del tanque	10		Desgaste de la chapa metálica y derrame de las sales	1	Inspección		10							
Termocupla	Tomar la temperatura interna de la cámara	Rotura de uno de los alambres que lo constituyen	Perdida de la toma de temperatura	10		Exeso de temperatura	1	Inspección	10	100							
Contacto	Apagado automático de la máquina	Fuga de calor	Consumo excesivo de corriente	6		Exceso de temperatura	3	Inspección	3	54							
Cable de Alimentación Eléctrica	Conducir corriente eléctrica a la máquina	Rotura parcial o total del cable	Descargas Eléctricas	10		Mal cuidado en su manipulación	1	Inspección	3	30							

Observaciones: Los elementos con NPR ≥ que 27 son los resaltados de color amarillo.

Fuente: Realizado por el Autor



Tabla 4-33 Análisis Modal de Fallos del Microscopio Metalográfico

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA Registro No: 04 I 																				
ANÁLISIS MODAL DE FALLOS															HOJA	REV. No	FECHA:	POR:		
DE PROCESO <input checked="" type="checkbox"/>															de	16	13 Oct.	Juan P.		
DE DISEÑO <input type="checkbox"/>																				
PRODUCTO: MICROSCÓPIO METALOGRAFICO INVERTIDO VAN GUARD															PROCESO: Metalografía				REALIZADO: Santiago Sánchez R.	
ESPECIFICACIÓN: Revisión															OPERACIÓN: Análizar la Estructura Metalográfica de los Metales				FECHA: 31 Oct. 2013	
FECHA EDICIÓN: 04 Nov. 2013															ACTUAR SOBRE NPR ≥ QUE 27				REVISADO: Ing. Mg Juan Paredes	
NOMBRE DEL PRODUCTO 1	OPERACIÓN O FUNCIÓN 2	MODO DE FALLO 3	EFECTOS DE FALLO 4	S 6	G 7	CAUSAS DEL FALLO 7	O 8	CONTROLES ACTUALES 9	D 10	NPR 11	ACCIÓN CORRECTOR A 12	RESPONSABLES 13	ACCIONES IMPLANTADAS 14	VALORACIÓN			NPR 18			
														S 15	O 16	D 17				
Bastidor	Sujetar las piezas que conforman el conjunto	Fractura del brazo soporte	Parar el funcionamiento	10		Golpes	3	Inspección	1	30										
Sistema de Iluminación	Alumbrar la zona de estudio de la probeta	Lámpara quemada	Poca visibilidad de la zona de estudio	6		Sobre carga de trabajo	3	Inspección	1	18										
Objetivos de Ampliación	Aumentar o disminuir la visibilidad en la	Rayaduras de los lentes	Mala visibilidad de la zona de estudio	6		Mala manipulación de los lentes	1	Inspección	1	6										
Ocular	Permitir visualizar la zona de estudio en aumento	Rotura de los lentes	Visibilidad nula	10		Golpes o caídas del ocular	1	Inspección	1	10										
Porta Objetivos	Alojar los objetivos	Caída de los objetivos	Rotura de los objetivos	6		Mal ajuste de la rosca	3	Inspección	3	54										
Tornillo Micrométrico	Dar nitidez a la visión de las probetas	Aislamiento	Mal definición en la visibilidad	10		Mala manipulación del tornillo	1	Inspección	1	10										
Tornillo Macrométrico	Dar movimiento al porta probetas	Aislamiento	No hay movimiento del porta probetas	6		Mala lubricación	1	Inspección	1	6										
Soporte Porta Probeta	Sujetar la probetas	Rotura de la cremallera	Inestabilidad del porta probetas	6		Mala lubricación	1	Inspección	1	6										
Cilindro porta cámara	Soporta la cámara fotográfica	Rotura de la base del cilindro	Caída de la cámara	6		golpes o mala manipulación de la cámara	3	Inspección	1	18										
Placa electrónica	Controlar la señal emitida a la PC y TV	Señal defectuosa	Mala calidad de las imahenes	10		Exceso de vibración	1	Inspección	10	100										
Fusible	Proteger a la placa electrónica	Sobre carga (se quema)	Desprotección del circuito	10		Sobrecarga eléctrica	6	Inspección	6	360										
Cable de Alimentación Eléctrica	Conducir corriente eléctrica a la máquina	Rotura parcial o total del cable	Descargas Eléctricas	10		Mal cuidado en su manipulación	1	Inspección	3	30										

Observaciones: Los elementos con NPR ≥ que 27 son los resaltados de color amarillo.

Fuente: Realizado por el Autor



Tabla 4-34 Análisis Modal de Fallos de la Prensa Hidráulica Manual

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO															FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA															
 															Registro No: 05 I																		
															ANÁLISIS MODAL DE FALLOS															HOJA	REV. No	FECHA:	POR:
DE PROCESO <input checked="" type="checkbox"/>															DE DISEÑO <input type="checkbox"/>															de	1	10 Oct.	Juan P.
PRODUCTO: PRENSA HIDRÁULICA MANUAL PARA MONTAR PROBETAS POR TERMO COMPRESIÓN															PROCESO: Metalografía															REALIZADO:	Santiago Sánchez R.		
ESPECIFICACIÓN: Revisión															OPERACIÓN: Montar Probetas en Resina															FECHA:	31 Oct. 2013		
FECHA EDICIÓN: 04 Nov. 2013															ACTUAR SOBRE NPR ≥ QUE 27															REVISADO:	Ing. Mg Juan Paredes		
NOMBRE DEL PRODUCTO 1	OPERACIÓN O FUNCIÓN 2	MODO DE FALLO 3	EFECTOS DE FALLO 4	S	G	CAUSAS DEL FALLO 7	O	CONTROLES ACTUALES 9	D	NPR	ACCIÓN CORRECTORA 12	RESPONSABLES 13	ACCIONES IMPLANTADAS 14	VALORACIÓN			NPR 18																
				6	7		8		10	11				S	O	D		15	16	17													
Palanca de Sujeción	Sujetar a la probeta en formación dentro del cilindro de	Rotura de la palanca	Sujeción deficiente	6		Mala calidad de la palanca	1	Inspección	1	6																							
Contratuera	Evitar la salida de la palanca de sujeción	Rotura de la rosca	Salida de la palanca de sujeción	10		Mala calidad del material	1	Inspección	1	10																							
Sistema de Refrigeración	Evita el sobrecalentamiento de la probeta	Taponamiento de las líneas de circulación del agua	Sobrecalentamiento de las probetas	6		Falta de limpieza de las mangueras	1	Inspección	3	18																							
Cilindro para Compresión	Dar forma cilíndrica a la resina que se va a comprimir	Agrietamiento del cilindro	Deformación de las probetas	10		Mala calidad del cilindro	1	Inspección	3	30																							
Gato Hidráulico	Ejercer presión para comprimir la resina	Desalineamiento del pistón	Poca presión en la compresión	10		Mala manipulación del gato hidráulico	3	Inspección	1	30																							
Resortes	Regresar a su punto de inicio al gato hidráulico	Corrosión	Poco tiempo de vida útil del resorte	6		Mala lubricación de los resortes	1	Inspección	3	18																							
Selector de Tiempo de Calentamiento	Controlar el tiempo que tarda en calentar la resina	Excesivo tiempo de calentamiento	Sobre calentamiento de la resina	6		Mala sincronización	3	Inspección	3	54																							
Selector del Tiempo de Enfriamiento	Controlar el tiempo para enfriar la resina	Enfriamiento inexistente de la probeta	Sobrecalentamiento de las probetas	6		Mala sincronización	3	Inspección	3	54																							
Manómetro de Presión	Indica la presión que se está ejerciendo para	Mala lectura de la presión de compresión	Probetas defectuosas	6		Averías en la línea de fluidos	3	Inspección	3	54																							
Electroválvula	Acciona y permite el paso del agua para el enfriamiento	Estancamiento de la electroválvula	No permite el paso del agua para el enfriamiento	6		Suciedades en la línea de fluido	1	Inspección	3	18																							
Cable de Alimentación Eléctrica	Conducir corriente eléctrica a la máquina	Rotura parcial o total del cable	Descargas Eléctricas	10		Mal cuidado en su manipulación	1	Inspección	3	30																							

Observaciones: Los elementos con NPR ≥ que 27 son los resaltados de color amarillo.

Fuente: Realizado por el Autor



Tabla 4-35 Análisis Modal de Fallos de la Cortadora de Muestras Metalográficas

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA Registro No: 06 I															
ANÁLISIS MODAL DE FALLOS												HOJA	REV. No	FECHA:	POR:		
DE PROCESO <input checked="" type="checkbox"/>						DE DISEÑO <input type="checkbox"/>						de	1	10 Oct.	Juan P.		
PRODUCTO:	CORTADORA DE MUESTRAS METALGRÁFICAS DE HASTA 25MM DE DISCO ABRASIVO					PROCESO:	Metalografía					REALIZADO:	Santiago Sánchez R.				
ESPECIFICACIÓN:	Revisión					OPERACIÓN:	Cortar Pequeñas Muestras de Metal					FECHA:	31 Oct. 2013				
FECHA EDICIÓN:	04 Nov. 2013					ACTUAR SOBRE NPR ≥ QUE 27						REVISADO:	Ing. Mg Juan Paredes				
NOMBRE DEL PRODUCTO 1	OPERACIÓN O FUNCIÓN 2	MODO DE FALLO 3	EFFECTOS DE FALLO 4	S 6	G 7	CAUSAS DEL FALLO 7	O 8	CONTROLES ACTUALES 9	D 10	NPR 11	ACCIÓN CORRECTOR A 12	RESPONSABLES 13	ACCIONES IMPLANTADAS 14	VALORACIÓN			NPR 18
														S 15	O 16	D 17	
Bastidor	Soportar y proteger las piezas del conjunto	Corrosión	Exposición de los componentes internos al	6		Demasiada exposición a la humedad	1	Inspección	3	18							
Motor Eléctrico	Dar Movimiento	Fundición	Parada de la Máquina	10		Sobrecarga o sobrecalentamiento	1	Inspección	10	100							
Disco de Corte	Cortar las muestras	Desgaste	Pérdida de corte	6		Mala manipulación para el corte	3	Inspección	1	18							
Palanca	Acercar o alejar al disco para realizar el corte	Rotura de la Palanca	Falta de fuerza para el acercamiento al corte	3		Golpes y mal material	1	Inspección	3	9							
Banda	Transmitir Movimiento	Rotura de la Banda	Parada de la Máquina	10		Mala calidad de material y falta de templar la banda	1	Inspección	10	100							
Poleas	Transmitir Movimiento	Desalineamiento o Rotura	Pérdida de potencia	6		Mal ajuste y excesiva potencia del motor	1	Inspección	6	36							
Eje	Transmitir movimiento para el disco de corte	Rotura del Eje	Parada de la Máquina	10		Mala calidad del material	1	Inspección	1	10							
Línea de Alimentación de Agua	Permite el ingreso del agua	Taponamiento	Sobrecalentamiento de la pieza de corte	6		Falta de limpieza en la manguera	3	Inspección	3	54							
Línea de Descarga de Agua	Permite la salida del agua utilizada	Taponamiento	Acumulación excesiva de agua	6		Paso de residuos de corte	6	Inspección	3	108							
Rodamientos	Permitir movimiento al eje	Rotura del Rodamiento	Pérdida de movimiento	6		Desgaste por tiempo de trabajo	1	Inspección	3	18							
Malla de Recolección	No permite el paso de residuos de material a la línea	Corrosión	Taponamiento de la línea de descarga	6		Demasiado tiempo de exposición a la humedad y falta de	6	Inspección	3	108							
Cable de Alimentación Eléctrica	Conducir corriente eléctrica a la máquina	Rotura parcial o total del cable	Descargas Eléctricas	10		Mal cuidado en su manipulación	1	Inspección	3	30							

Observaciones: Los elementos con NPR ≥ que 27 son los resaltados de color amarillo.

Fuente: Realizado por el Autor



Tabla 4-36 Análisis Modal de Fallos del Banco de Desbaste para Cuatro Tipos de Papel Abrasivo

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA															
ANÁLISIS MODAL DE FALLOS														HOJA	REV. No	FECHA:	POR:
DE PROCESO <input checked="" type="checkbox"/>							DE DISEÑO <input type="checkbox"/>							de	1	10 Oct.	Juan P.
DE PROCESO <input checked="" type="checkbox"/>							DE DISEÑO <input type="checkbox"/>							de	16	13 Oct.	Juan P.
PRODUCTO:		BANCO DE DESBASTE PARA CUATRO TIPOS DE PAPEL ABRASIVO					PROCESO:		Metalografía					REALIZADO:		Santiago Sánchez R.	
ESPECIFICACIÓN:		Revisión					OPERACIÓN:		Desbastar las Probetas					FECHA:		31 Oct. 2013	
FECHA EDICIÓN:		04 Nov. 2013					ACTUAR SOBRE NPR ≥ QUE 27							REVISADO:		Ing. Mg Juan Paredes	
NOMBRE DEL PRODUCTO 1	OPERACIÓN O FUNCIÓN 2	MODO DE FALLO 3	EFECTOS DE FALLO 4	S 6	G 7	CAUSAS DEL FALLO 7	O 8	CONTROLES ACTUALES 9	D 10	NPR 11	ACCIÓN CORRECTOR A 12	RESPONSAB LES 13	ACCIONES IMPLANTADA S 14	VALORACIÓN			NPR 18
														S 15	O 16	D 17	
Bastidor	Proteger y soportar la base de vidrio	Rotura o agrietamiento	Inhabilitación del equipo	10		Golpes	1	Inspección	1	10							
Base de Vidrio	Alojar las lijas para el desbaste	Rotura o agrietamiento	Inhabilitación temporal del equipo	6		Golpes o mala práctica de lijado	1	Inspección	1	6							
Brazos de Sujeción	Evitar el movimiento de las lijas	Desalineación	Movimiento de las lijas	6		Falta de ajuste de los brazos	10	Inspección	3	180							
Línea de Alimentación de Agua	Llevar el agua a la zona de desbaste	Taponamiento	Rayadura de las probetas	6		Exceso de impurezas en las mangueras	1	Inspección	3	18							
Línea de Descarga de Agua	Evacuar el agua utilizada	Taponamiento	Acumulación de agua	6		Acumulación de material desbastado	3	Inspección	3	54							

Observaciones: Los elementos con NPR ≥ que 27 son los resaltados de color amarillo.

Fuente: Realizado por el Autor



Tabla 4-37 Análisis Modal de Fallos del Banco de Pulido de dos Puestos

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA Registro No: 08 I 																						
ANÁLISIS MODAL DE FALLOS															HOJA	REV. No	FECHA:	POR:				
DE PROCESO <input checked="" type="checkbox"/>															DE DISEÑO <input type="checkbox"/>				de	1	10 Oct.	Juan P.
de															16	13 Oct.	Juan P.					
PRODUCTO:	BANCO DE PULIDO DE DOS PUESTOS CON SU RESPECTIVO LAVADOR DE MUETRAS										PROCESO:			Metalografía		REALIZADO:	Santiago Sánchez R.					
ESPECIFICACIÓN:	Revisión										OPERACIÓN:			Pulir las Probetas		FECHA:	31 Oct. 2013					
FECHA EDICIÓN:	04 Nov. 2013										ACTUAR SOBRE NPR ≥ QUE 27					REVISADO:	Ing. Mg Juan Paredes					
NOMBRE DEL PRODUCTO 1	OPERACIÓN O FUNCIÓN 2	MODO DE FALLO 3	EFECTOS DE FALLO 4	S 6	G 7	CAUSAS DEL FALLO 7	O 8	CONTROLES ACTUALES 9	D 10	NPR 11	ACCIÓN CORRECTOR A 12	RESPONSABLES 13	ACCIONES IMPLANTADAS 14	VALORACIÓN			NPR 18					
														S 15	O 16	D 17						
Bastidor	Cubrir y Proteger los motores y demás elementos	Corrosión	Exposición de los componentes internos al	6		Demasiada exposición a la humedad	1	Inspección	1	6												
Motor Eléctrico	Dar movimiento	Fundición	Parada parcial de la Máquina	10		Sobrecarga	1	Inspección	10	100												
Paño de Pulido	Pulir las probetas	Rotura del paño	Rayadura de la probetas	10		Tiempo de uso	10	Inspección	6	600												
Variador de Revoluciones	Regula el numero de revoluciones	Fundición	Ilimitadas revoluciones del motor	6		Falta de ventilación	1	Inspección	3	18												
Interruptor	Permite el encendido y apagado de la	Desgaste	No permite el accionamiento de la máquina	10		Tiempo de uso	1	Inspección	1	10												
Display de Visualización de Revoluciones	Indica el número de revoluciones del motor	Fundición	No permite visualizar el número de	6		Tiempo de uso	3	Inspección	1	18												
Línea de Alimentación de Agua	Hidrata el paño de pulir	Taponamiento	Sobrecalentamiento de la pieza de corte	6		Falta de limpieza en la manguera	3	Inspección	3	54												
Línea de Descarga de Agua	Evacua el agua utilizada	Taponamiento	Acumulación excesiva de agua	6		Paso de residuos de corte	6	Inspección	3	108												
Bandas	Transmitir movimiento a las poleas	Rotura de la Banda	Parada de la Máquina	10		Mala calidad de material y falta de templar la banda	1	Inspección	10	100												
Poleas	Transmitir movimiento al disco del paño	Desalineamiento o Rotura	Pérdida de potencia	6		Mal ajuste y excesiva potencia del motor	1	Inspección	6	36												
Rodamientos	Dar movimiento al disco del paño	Rotura del Rodamiento	Pérdida de movimiento	6		Desgaste por tiempo de trabajo	1	Inspección	3	18												

Observaciones: Los elementos con NPR ≥ que 27 son los resaltados de color amarillo.

Fuente: Realizado por el Autor



Tabla 4-38 Análisis Modal de Fallos del equipo para Ensayo de Templabilidad de Probetas Jominy

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA Registro No: 09 I															
		ANÁLISIS MODAL DE FALLOS															
DE PROCESO <input checked="" type="checkbox"/>						DE DISEÑO <input type="checkbox"/>						HOJA	REV. No	FECHA:	POR:		
												de	1	10 Oct.	Juan P.		
												16	13 Oct.	Juan P.			
PRODUCTO:	EQUIPO PARA ENSAYO DE TEMPLABILIDAD DE PROBETAS JOMINY					PROCESO:	Tratamientos Térmicos					REALIZADO:	Santiago Sánchez R.				
ESPECIFICACIÓN:	Revisión					OPERACIÓN:	Enfriar a Presión la Probeta Jominy					FECHA:	31 Oct. 2013				
FECHA EDICIÓN:	04 Nov. 2013					ACTUAR SOBRE NPR ≥ QUE 27						REVISADO:	Ing. Mg Juan Paredes				
NOMBRE DEL PRODUCTO 1	OPERACIÓN O FUNCIÓN 2	MODO DE FALLO 3	EFECTOS DE FALLO 4	S 6	G 7	CAUSAS DEL FALLO 7	O 8	CONTROLES ACTUALES 9	D 10	NPR 11	ACCIÓN CORRECTORA 12	RESPONSABLES 13	ACCIONES IMPLANTADAS 14	VALORACIÓN			NPR 18
														S 15	O 16	D 17	
Bastidor	Proteger los componentes del conjunto	Corrosión	Exposición de los componentes internos al	1		Demasiado tiempo de exposición a la humedad	1	Inspección	3	3							
Tanque Porta Probetas	Alojar la probeta para el enfriamiento	Corrosión	Caída de las probetas	6		Falta de secado del tanque	1	Inspección	1	6							
Tanque Reservorio de Agua	Recolectar el agua para el enfriamiento	Corrosión	Fuga del agua	10		Falta de limpieza y secado del tanque	1	Inspección	1	10							
Bomba	Dar presión al agua para el enfriamiento	Fundición	Parar la máquina	10		Excesiva presión	1	Inspección	10	100							
Tubería de Succión	Recoger el agua del tanque reservorio	Corrosión y Taponamiento	Fugas de agua	6		Desgaste por tiempo de uso	1	Inspección	10	60							
Tubería de Descarga	Transporta el agua hasta la probeta	Corrosión y Taponamiento	Pérdida de presión de agua	6		Desgaste por tiempo de uso	1	Inspección	10	60							
Tarjeta Electrónica	Controlar el tiempo de encendido de la bomba	Fundición	No se apaga automáticamente la bomba	6		Sobrecarga o falta de ventilación	3	Inspección	6	108							
Interruptor	Permitir el encendido de la máquina	Desgaste	No se enciende la máquina	3		Exceso de pulsaciones	3	Inspección	1	9							

Observaciones: Los elementos con NPR ≥ que 27 son los resaltados de color amarillo.

Fuente: Realizado por el Autor



Tabla 4-39 Análisis Modal de Fallos de la Soldadora Eléctrica Miller Dialarc

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA  Registro No: 10 I																		
ANÁLISIS MODAL DE FALLOS															HOJA	REV. No	FECHA:	POR:
															de	1	10 Oct.	Juan P.
DE PROCESO <input checked="" type="checkbox"/>					DE DISEÑO <input type="checkbox"/>										de	16	13 Oct.	Juan P.
PRODUCTO:	SOLDADORA ELÉCTRICA MILLER DIALARC 250 AC/DC					PROCESO:	Soldadura Eléctrica					REALIZADO:	Santiago Sánchez R.					
ESPECIFICACIÓN:	Revisión					OPERACIÓN:	Soldar					FECHA:	31 Oct. 2013					
FECHA EDICIÓN:	04 Nov. 2013					ACTUAR SOBRE NPR ≥ QUE 27						REVISADO:	Ing. Mg Juan Paredes					
NOMBRE DEL PRODUCTO 1	OPERACIÓN O FUNCIÓN 2	MODO DE FALLO 3	EFECTOS DE FALLO 4	S 6	G 7	CAUSAS DEL FALLO 7	O 8	CONTROLES ACTUALES 9	D 10	NPR 11	ACCIÓN CORRECTORA 12	RESPONSABLES 13	ACCIONES IMPLANTADAS 14	VALORACIÓN			NPR 18	
														S 15	O 16	D 17		
Carcasa	Proteger los componentes internos de la	Corrosión	Exposición de los componentes al ambiente	6		Desgaste por exposición a los gases de soldadura	3	Inspección	3	54								
Generador	Genera potencia para la soldadura	Demasiada corriente	Mala calidad de la soldadura	6		Control inadecuado de corriente	1	Inspección	1	6								
Cable porta electrodo	Transmitir energía	Desgaste de la protección	Descargas eléctricas	6		Mal manejo de los cables	3	Inspección	3	54								
Pinza porta electrodo	Energizar el electrodo para soldar	Rotura de la pinza	Parada del proceso de suelda	6		Golpes de la pinza	1	Inspección	1	6								
Cable de maza	Transmitir energía	Desgaste de la protección	Descargas eléctricas	6		Mal manejo de los cables	3	Inspección	3	54								
Pinza de maza	Energizar la pieza a soldar	Uniones sin soldar	Soldadura deficiente	6		Rotura del cable	3	Inspección	3	54								
Interruptor	Encender o apagar la máquina	Desgaste	No se enciende la máquina	6		Exceso de pulsaciones	1	Inspección	3	18								

Observaciones: Los elementos con NPR ≥ que 27 son los resaltados de color amarillo.

Fuente: Realizado por el Autor



Tabla 4-40 Análisis Modal de Fallos de la Soldadora MIG

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA Registro No: 11 I																		
ANÁLISIS MODAL DE FALLOS															HOJA	REV. No	FECHA:	POR:
DE PROCESO <input checked="" type="checkbox"/>							DE DISEÑO <input type="checkbox"/>								de	1	10 Oct.	Juan P.
de							de								16	13 Oct.	Juan P.	
PRODUCTO: SOLDADORA MIG							PROCESO: Soldadura MIG							REALIZADO: Santiago Sánchez R.				
ESPECIFICACIÓN: Revisión							OPERACIÓN: Soldar							FECHA: 31 Oct. 2013				
FECHA EDICIÓN: 04 Nov. 2013							ACTUAR SOBRE NPR ≥ QUE 27							REVISADO: Ing. Mg Juan Paredes				
NOMBRE DEL PRODUCTO 1	OPERACIÓN O FUNCIÓN 2	MODO DE FALLO 3	EFECTOS DE FALLO 4	S 6	G 7	CAUSAS DEL FALLO 7	O 8	CONTROLES ACTUALES 9	D 10	NPR 11	ACCIÓN CORRECTOR A 12	RESPONSAB LES 13	ACCIONES IMPLANTADA S 14	VALORACIÓN			NPR 18	
														S 15	O 16	D 17		
Carcasa	Proteger los componentes internos de la	Corrosión	Exposición de los componentes al ambiente	6		Desgaste por exposición a los gases de soldadura	3	Inspección	3	54								
Pistola	Alimentar a la soldadura	Calentamiento Excesivo	Demasiada potencia de salida	6		Mala calidad de boquillas	3	Inspección	3	54								
Regulador de Corriente	Controla la corriente	Fundirse	Quedarse sin energía	10		Excesiva corriente	1	Inspección	1	10								
Válvulas Reguladoras de Gas	Controlar el paso de gas	Taponamiento	Demasiado gas de salida	6		Demasiada presión en el tanque	1	Inspección	3	18								
Regulador de Velocidad de Alambre	Controlar la velocidad del alambre para la	Velocidad excesiva	Desperdicio de electrodo	6		Manipulación excesiva	3	Inspección	3	54								
Cilindro de Gas	Alimentar el gas para la soldadura	Almacenamiento inadecuado	Explosión	10		Manipulación excesiva	1	Inspección	1	10								
Generador	Genera potencia para la soldadura	Demasiada corriente	Mala calidad de la soldadura	6		Control inadecuado de corriente	1	Inspección	1	6								
Grampa o Lagarto de Maza	Energizar la pieza a soldar	Uniones sin soldar	Soldadura deficiente	6		Rotura del cable	3	Inspección	3	54								
Interruptor	Encender o apagar la máquina	Desgaste	No se enciende la máquina	6		Exceso de pulsaciones	1	Inspección	3	18								

Observaciones: Los elementos con NPR ≥ que 27 son los resaltados de color amarillo.

Fuente: Realizado por el Autor



Tabla 4-41 Análisis Modal de Fallos de la Soldadora Miller

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA Registro No: 12 I													HOJA	REV. No	FECHA:	POR:
		ANÁLISIS MODAL DE FALLOS													de	1	10 Oct.	Juan P.
DE PROCESO <input checked="" type="checkbox"/>						DE DISEÑO <input type="checkbox"/>								16	13 Oct.	Juan P.		
PRODUCTO:	SOLDADORA MILLER					PROCESO:	Soldadura GTAW					REALIZADO:	Santiago Sánchez R.					
ESPECIFICACIÓN:	Revisión					OPERACIÓN:	Soldar					FECHA:	31 Oct. 2013					
FECHA EDICIÓN:	04 Nov. 2013					ACTUAR SOBRE NPR \geq QUE 27						REVISADO:	Ing. Mg Juan Paredes					
NOMBRE DEL PRODUCTO 1	OPERACIÓN O FUNCIÓN 2	MODO DE FALLO 3	EFFECTOS DE FALLO 4	S 6	G 7	CAUSAS DEL FALLO 7	O 8	CONTROLES ACTUALES 9	D 10	NPR 11	ACCIÓN CORRECTORA 12	RESPONSABLES 13	ACCIONES IMPLANTADAS 14	VALORACIÓN			NPR 18	
														S 15	O 16	D 17		
Carcasa	Proteger los componentes internos de la	Corrosión	Exposición de los componentes al ambiente	6		Desgaste por exposición a los gases de soldadura	3	Inspección	3	54								
Pistola	Alimentar a la soldadura	Calentamiento Excesivo	Demasiada potencia de salida	6		Mala calidad de boquillas	3	Inspección	3	54								
Regulador de Corriente	Controla la corriente	Fundirse	Quedarse sin energía	10		Excesiva corriente	1	Inspección	1	10								
Válvulas Reguladoras de Gas	Controlar el paso de gas	Taponamiento	Demasiado gas de salida	6		Demasiada presión en el tanque	1	Inspección	3	18								
Regulador de Velocidad de Alambre	Controlar la velocidad del alambre para la	Velocidad excesiva	Desperdicio de electrodo	6		Manipulación excesiva	3	Inspección	3	54								
Cilindro de Gas	Alimentar el gas para la soldadura	Almacenamiento inadecuado	Explosión	10		Manipulación excesiva	1	Inspección	1	10								
Generador	Genera potencia para la soldadura	Demasiada corriente	Mala calidad de la soldadura	6		Control inadecuado de corriente	1	Inspección	1	6								
Grampa o Lagarto de Maza	Energizar la pieza a soldar	Uniones sin soldar	Soldadura deficiente	6		Rotura del cable	3	Inspección	3	54								
Interruptor	Encender o apagar la máquina	Desgaste	No se enciende la máquina	6		Exceso de pulsaciones	1	Inspección	3	18								

Observaciones: Los elementos con NPR \geq que 27 son los resaltados de color amarillo.

Fuente: Realizado por el Autor



Tabla 4-42 Análisis Modal de Fallos de la Prensa Hidráulica 30 TONS

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA 																					
Registro No: 13 I																					
ANÁLISIS MODAL DE FALLOS															HOJA	REV. No	FECHA:	POR:			
DE PROCESO <input checked="" type="checkbox"/>															DE DISEÑO <input type="checkbox"/>			de	1	10 Oct.	Juan P.
DE PROCESO <input type="checkbox"/>															DE DISEÑO <input checked="" type="checkbox"/>			de	16	13 Oct.	Juan P.
PRODUCTO:	PRENSA HIDRÁULICA 30 TONS SCHULZ SOMAR										PROCESO:	Taller de Soldadura			REALIZADO:	Santiago Sánchez R.					
ESPECIFICACIÓN:	Revisión										OPERACIÓN:	Someter a Tracción			FECHA:	31 Oct. 2013					
FECHA EDICIÓN:	04 Nov. 2013										ACTUAR SOBRE NPR ≥ QUE 27					REVISADO:	Ing. Mg Juan Paredes				
NOMBRE DEL PRODUCTO 1	OPERACIÓN O FUNCIÓN 2	MODO DE FALLO 3	EFECTOS DE FALLO 4	S 6	G 7	CAUSAS DEL FALLO 7	O 8	CONTROLES ACTUALES 9	D 10	NPR 11	ACCIÓN CORRECTORA 12	RESPONSABLES 13	ACCIONES IMPLANTADAS 14	VALORACIÓN			NPR 18				
														S 15	O 16	D 17					
Bastidor	Soportar todo el mecanismo hidráulico	Rotura de soportes	Caída del mecanismo hidráulico	10		Exceso de carga	1	Inspección	1	10											
Gato Hidráulico	Ejercer presión sobre las probetas	Desgate del embolo	Pérdida de presión	10		Falta de lubricación	1	Inspección	10	100											
Manómetro de Presión	Medir la presión que se está ejerciendo	Corrosión	Pérdida de las lecturas de presión	6		Dstrucción gradual del material por falta de limpieza	1	Inspección	1	6											
Cable de Acero	Transmitir la fuerza para levantar la base	Rotura de los hilos de acero	Pérdida de movilidad de la base soporta cargas	6		Desgaste por el tiempo de uso	3	Inspección	3	54											
Base Soporta Cargas	Alojar las cargas guías	Corrosión	Agrietamiento de las cargas guías	6		Dstrucción gradual por falta de lubricación	1	Inspección	3	18											
Manivela para el cable de acero	Recoger o soltar el cable de acero	Rotura de la manivela	Pérdida de manipulación del cable de acero	6		Mala manipulación o golpes	1	Inspección	3	18											

Observaciones: Los elementos con NPR ≥ que 27 son los resaltados de color amarillo.

Fuente: Realizado por el Autor



Tabla 4-43 Análisis Modal de Fallos del Taladro Eléctrico de Pedestal 3/4 HP

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA  Registro No: 14 I																		
ANÁLISIS MODAL DE FALLOS															HOJA	REV. No	FECHA:	POR:
DE PROCESO <input checked="" type="checkbox"/>					DE DISEÑO <input type="checkbox"/>										de	1	10 Oct.	Juan P.
PRODUCTO: TALADRO ELÉCTRICO DE PEDESTAL 3/4 HP					PROCESO: Taller de Soldadura					REALIZADO: Santiago Sánchez R.				16	13 Oct.	Juan P.		
ESPECIFICACIÓN: Revisión					OPERACIÓN: Perforar					FECHA: 31 Oct. 2013								
FECHA EDICIÓN: 04 Nov. 2013					ACTUAR SOBRE NPR \geq QUE 27					REVISADO: Ing. Mg Juan Paredes								
NOMBRE DEL PRODUCTO 1	OPERACIÓN O FUNCIÓN 2	MODO DE FALLO 3	EFFECTOS DE FALLO 4	S 6	G 7	CAUSAS DEL FALLO 7	O 8	CONTROLES ACTUALES 9	D 10	NPR 11	ACCIÓN CORRECTOR A 12	RESPONSABLES 13	ACCIONES IMPLANTADAS 14	VALORACIÓN			NPR 18	
														S 15	O 16	D 17		
Bastidor - Columna Soporte	Soporta la cabeza y demás componentes del	Rotura de la columna soporte	Parada de la máquina	10		Caídas por mala manipulación	1	Inspección	1	10								
Eje Principal del Mandril	Transmitir movimiento para el mandril	Rotura del eje	Pérdida de velocidad	10		Mala calidad del eje	1	Inspección	1	10								
Poleas	Transmitir movimiento	Desalineamiento	Pérdida de potencia	6		Demasiada potencia del motor	1	Inspección	3	18								
Banda	Transmitir movimiento	Rotura de la banda	Pérdida de movimiento	10		Desgaste por tiempo de uso	3	Inspección	1	30								
Muelas de Mandril	Ajustar la broca para el taladrado	Rotura de las muelas	Mala sujeción de la broca	6		Mal ajuste de la broca	1	Inspección	3	18								
Motor Eléctrico	Dar movimiento para su funcionamiento	Fundición	Parada de la máquina	10		Demasiada cantidad de material	1	Inspección	1	10								
Mesa	Sujetar las piezas a taladrar	Caída de la mesa	Mala calidad de perforación	6		Demasiado peso del material	1	Inspección	3	18								
Cremallera	Permite el movimiento vertical de la mesa	Desalineamiento	Oscilación de la mesa	6		Mala manipulación	3	Inspección	3	54								

Observaciones: Los elementos con NPR \geq que 27 son los resaltados de color amarillo.

Fuente: Realizado por el Autor



Tabla 4-44 Análisis Modal de Fallos del Horno Giratorio para Fundir Aluminio y Bronce

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA  Registro No: 15 I																		
ANÁLISIS MODAL DE FALLOS															HOJA	REV. No	FECHA:	POR:
DE PROCESO <input checked="" type="checkbox"/>					DE DISEÑO <input type="checkbox"/>					de	1	10 Oct.	Juan P.					
PRODUCTO: HORNO GIRATORIO PARA FUNDIR ALUMINO Y BRONCE					PROCESO: Tratamientos Térmicos					REALIZADO: Santiago Sánchez R.								
ESPECIFICACIÓN: Revisión					OPERACIÓN: Fundir Metales					FECHA: 31 Oct. 2013								
FECHA DE EDICIÓN:					ACTUAR SOBRE NPR ≥ QUE 27					REVISADO: Ing. Mg Juan Paredes								
NOMBRE DEL PRODUCTO 1	OPERACIÓN O FUNCIÓN 2	MODO DE FALLO 3	EFECTOS DE FALLO 4	S 6	G 7	CAUSAS DEL FALLO 7	O 8	CONTROLES ACTUALES 9	D 10	NPR 11	ACCIÓN CORRECTORA 12	RESPONSABLES 13	ACCIONES IMPLANTADAS 14	VALORACIÓN			NPR 18	
														S 15	O 16	D 17		
Bastidor	Soporta principalmente la cámara del	Rotura de la base	Caída de la cámara del refractario	10		Juntas mal soldadas	1	Inspección	3	30								
Cámara de Refractario	Mantener las altas temperatura de fundición	Desgajamiento	Pérdida de temperatura	6		Acumulación de escoria	3	Inspección	3	54								
Volante	Dar movimiento para la cámara del refractario	Desalineamiento	Mal acoplamiento con el eje	6		Mala práctica de uso	1	Inspección	1	6								
Pedal de Freno	Estabilizar el giro del refractario	Pérdida de estabilidad del refractario	Movimientos involuntarios del refractario	6		Pérdida de elasticidad del resorte	3	Inspección	3	54								
Rodamientos	Permite el movimiento de la cámara del	Rotura del rodamiento	Pérdida de movimiento	10		Falta de lubricación	1	Inspección	1	10								
Eje	Transmitir movimiento	Rotura del eje	Pérdida de movimiento	10		Mala calidad del material	1	Inspección	1	10								
Sistema de engranajes	Reducir el movimiento	Rotura de los dientes de los engranajes	Atascamiento de los engranajes	6		Falta de lubricación	1	Inspección	3	18								
Chapa metálica para protección del refractario	Proteger el refractario	Descarburización	Agrietamiento o cristalización	10		Exceso de temperatura	1	Inspección	1	10								

Observaciones: Los elementos con NPR ≥ que 27 son los resaltados de color amarillo.

Fuente: Realizado por el Autor

Tabla 4-45 Análisis Modal de Fallos del Esmeril Eléctrico 1HP/Piedra ZTF - TW

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA 																			
ANÁLISIS MODAL DE FALLOS																			
DE PROCESO <input checked="" type="checkbox"/>									DE DISEÑO <input type="checkbox"/>										
PRODUCTO:		ESMERIL ELÉCTRICO 1HP/PIEDRA ZTF - TW							PROCESO:		Taller de Soldadura					REALIZADO:		Santiago Sánchez R.	
ESPECIFICACIÓN:		Revisión							OPERACIÓN:		Desbastar					FECHA:		31 Oct. 2013	
FECHA DE EDICIÓN:									ACTUAR SOBRE NPR ≥ QUE 27							REVISADO:		Ing. Mg Juan Paredes	
NOMBRE DEL PRODUCTO 1	OPERACIÓN O FUNCIÓN 2	MODO DE FALLO 3	EFECTOS DE FALLO 4	S 6	G 7	CAUSAS DEL FALLO 7	O 8	CONTROLES ACTUALES 9	D 10	NPR 11	ACCIÓN CORRECTOR A 12	RESPONSABLES 13	ACCIONES IMPLANTADAS 14	VALORACIÓN			NPR 18		
														S 15	O 16	D 17			
Bastidor	Soportar la máquina	Rotura de las juntas soldadas	Caída de la máquina	6		Juntas de soldar en mal estado	1	Inspección	1	6									
Eje del Husillo	Transmitir movimiento a la muela abrasiva	Rotura del eje	Parada parcial de la máquina	10		Mala calidad del eje	1	Inspección	1	10									
Motor	Dar movimiento	Fundición	Parada de la máquina	10		Demasiada cantidad de material	1	Inspección	1	10									
Muela Abrasiva	Desbastar las piezas de trabajo	Desgaste	Mala calidad de desbaste	6		Desgaste por tiempo de uso	3	Inspección	3	54									
Protección de la Muela	Evitar accidentes a los operarios	Rotura de la protección	Accidentes a los operarios	10		Golpes sobre el protector	3	Inspección	3	90									
Protector de Seguridad	Proteger los ojos	Rotura del protector	Accidentes visuales a los operarios	10		Golpes sobre el protector	3	Inspección	3	90									
Apoyo de la pieza de trabajo	Soportar la pieza de trabajo	Rotura del apoyo	Accidentes a los operarios	3		Golpes sobre el protector	3	Inspección	3	27									
Interruptor	Encender o apagar la máquina	Desgaste	No se enciende la máquina	6		Exceso de pulsaciones	1	Inspección	3	18									

Observaciones: Los elementos con NPR ≥ que 27 son los resaltados de color amarillo.

Fuente: Realizado por el Autor

Una vez concluido el AMFE de las Máquinas y Equipos de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura se ha hecho énfasis en aquellos elementos que su NPR ≥ 27 .

Que son los mismos que están subrayados de amarillo tal como se mencionó en las observaciones de cada tabla.

Más adelante se procedió a realizar un resumen para facilitar la interpretación de resultados y esto nos ayudó a comprobar la hipótesis planteada en el presente estudio.

4.1.4.2 Análisis de Criticidad de las Máquinas y Equipos de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura.

Para el Análisis de Criticidad de las máquinas y equipos de los laboratorios de materiales y taller de soldadura, se tomaron en cuenta algunos criterios necesarios para llevar a cabo una ponderación que permitió saber el nivel de criticidad de cada sistema que conforman a la máquina o equipo.

Al igual que los análisis anteriores la valoración con la que se evaluó fue adaptada a la realidad de nuestro estudio, puesto que lo que se encuentra en teoría está direccionado directamente a las empresas de diseño o producción.

Los siguientes son los criterios que se utilizaron para la evaluación:

Tabla 4-46 Criterios para Evaluar Frecuencia de Fallas.

FRECUENCIAS DE FALLAS	Valor FFF
Mayor a 4 Fallas/Semestre	4
2 - 4 Fallas/Semestre	3
1 - 2 Fallas/Semestre	2
Mínimo 1 Falla/Semestre	1

Fuente: Elaborado por el Autor

Tabla 4-47 Criterios para Evaluar Impacto Operacional

IMPACTO OPERACIONAL	Valor IP
Parada Total Inmediata de Máquina o Equipo	10
Parada Parcial de la Máquina o Equipo	8
Impacto a Niveles de Operación (Indisponibilidad)	5
No genera ningún efecto significativo sobre las demás actividades	1

Fuente: Realizado por el Autor

Tabla 4-48 Criterios para Evaluar Flexibilidad Operacional

FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	Valor FO
No existe otra Máquina o Equipo que lo reemplace	4
Hay opción de repuesto compartido	2
Función de repuesto disponible	1

Fuente: Realizado por el Autor

Tabla 4-49 Criterio para Evaluar Costo de Mantenimiento

COSTO DE MANTENIMIENTO	Valor CM
Mayor o Igual a 801,00	10
Entre 201,00 y 800,00	7
Entre 51,00 y 200,00	4
Menor a 50,00	1

Fuente: Realizado por el Autor

Tabla 4-50 Criterio para Evaluar Impacto de Seguridad Ambiental y Humana.

IMPACTO SAH	Valor SAH
Afecta a la Seguridad Humana	10
Afecta al Ambiente produciendo daños Irreversibles	7
Afecta las Instalaciones causando daños severos	5
Provoca daños menores (accidentes o incidentes)	2
Provoca un impacto ambiental cuyo efecto no afecta considerablemente	1
No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o ambiente	0

Fuente: Realizado por el Autor

Una vez establecidos estos criterios para evaluación de Criticidad se estableció la Matriz de Criticidad con sus respectivos colores y leyendas.

A continuación se realizará el análisis respectivo.

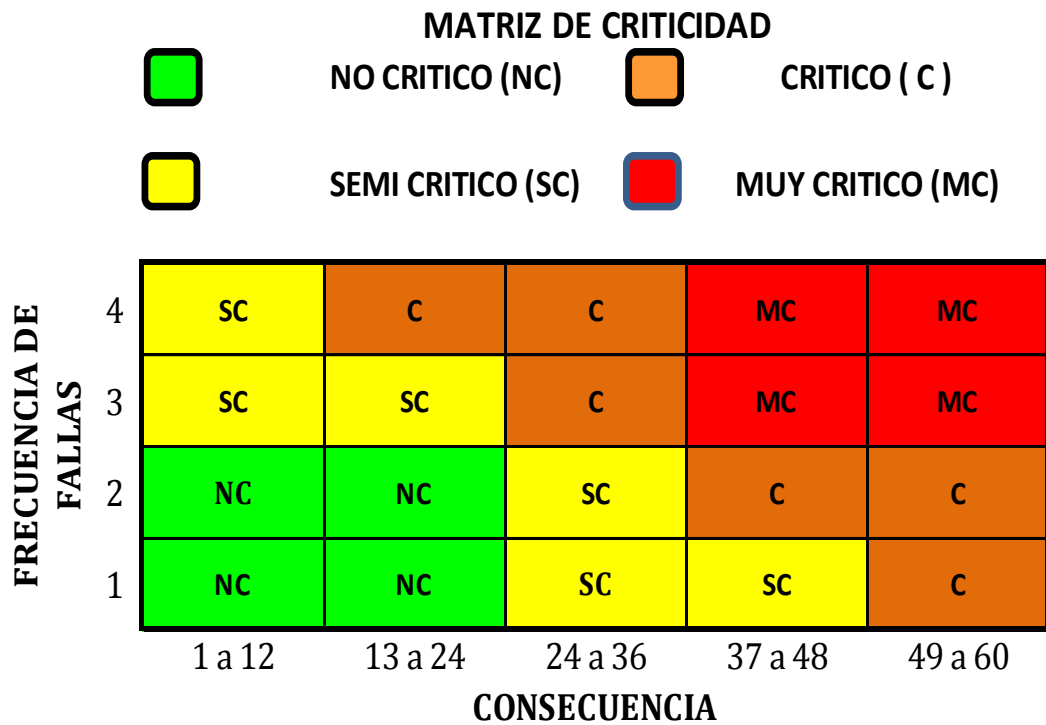


Gráfico 4-13 Matriz de Criticidad
Fuente: Realizado por el Autor

Tabla 4-51 Cálculo de Criticidad del Durómetro

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA MATRIZ DE CRITICIDAD LABORATORIO DE MATERIALES Registro No: 01 J									
SISTEMA	DURÓMETRO	8730319720001				CÁLCULO DE CRITICIDAD CON FÓRMULA			Estado de Criticidad
		Hoja: 1 de 16	IP	FO	CM	SAH	FFF	CONSECUENCIA	
Manual	Bastidor	5	4	10	0	1	30	30	SC
	Selector de Carga	8	4	4	0	1	36	36	SC
Control	Regulador de la lámpara de luz	1	4	1	1	2	6	12	NC
	Porta Identador	5	2	4	0	1	14	14	NC
	Plato Porta Probetas	5	2	1	0	1	11	11	NC
Eléctrico	Palanca de Aplicación de Carga	5	2	1	0	2	11	22	NC
	Display Indicador	8	4	10	1	1	43	43	SC
	Cable de Alimentación Eléctrica	10	1	1	2	1	13	13	NC
PROMEDIO DE CRITICIDAD							1,25	20,5	25,6
NOMBRE		FECHA			FIRMA				
REALIZÓ:	Santiago Sánchez Rojas			31/10/2013					
VERIFICÓ:	Ing. Mg. Juan Paredes			04/11/2013					
VALIDÓ:	Ing. Mg. Juan Paredes			04/11/2013					

Fuente: Realizado por el Autor

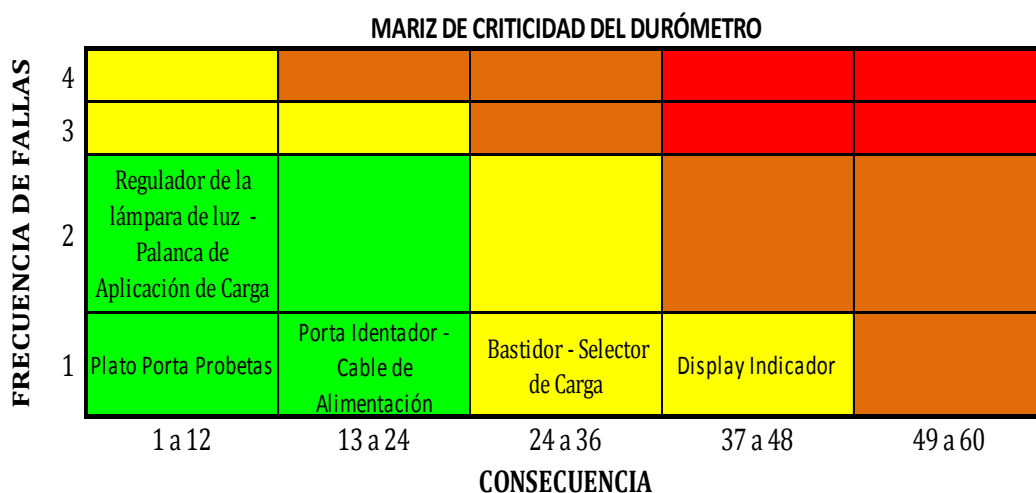


Gráfico 4-14 Matriz de Criticidad del Durómetro

Fuente: Realizado por el Autor

Tabla 4-52 Cálculo de Criticidad del Horno de Tratamientos Térmicos

SISTEMA		HORNO DE TRATAMIENTOS TÉRMICOS		8731021750001					CÁLCULO DE CRITICIDAD CON FÓRMULA			Estado de Criticidad
		ELEMENTOS		IP	FO	CM	SAH	FFF	CONSECUENCIA	CRITICIDAD		
Manual	Bastidor	5	2	1	2	1	13	13	NC			
	Visor de la Cámara de Fundición	1	2	1	2	1	5	5	NC			
Calentamiento	Ladrillo Refractario	10	2	7	10	1	37	37	SC			
	Aislante Térmico	10	2	4	1	1	25	25	SC			
Control	Display Medidor de Temperatura	5	2	7	2	1	19	19	NC			
	Relé Térmico	5	2	7	1	1	18	18	NC			
	Termocupla	8	2	1	2	1	19	19	NC			
	Contactador	5	2	1	2	1	13	13	NC			
Eléctrico	Interruptor	5	2	1	1	1	12	12	NC			
	Cable de Alimentación Eléctrica	10	1	1	1	1	12	12	NC			
PROMEDIO DE CRITICIDAD							1	17,3	17,3			
		NOMBRE		FECHA			FIRMA					
REALIZÓ:		Santiago Sánchez Rojas		31/10/2013								
VERIFICÓ:		Ing. Mg. Juan Paredes		04/11/2013								
VALIDÓ:		Ing. Mg. Juan Paredes		04/11/2013								

Fuente: Realizado por el Autor

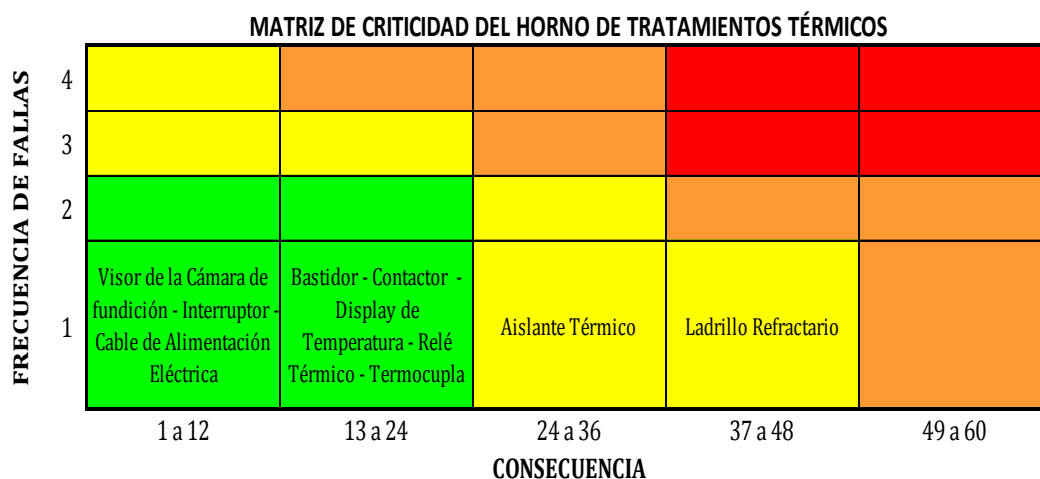


Gráfico 4-15 Matriz de Criticidad de Horno de Tratamientos Térmicos

Fuente: Realizado por el Autor

Tabla 4-53 Cálculo de Criticidad del Horno de Tratamientos Térmicos y Enfriamiento en Sales Fundidas

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA MATRIZ DE CRITICIDAD LABORATORIO DE MATERIALES 									
Registro No: 03 J									
SISTEMA	HORNO DE SALES PARA TRATAMIENTOS TÉRMICOS Y ENFRIAMIENTO EN SALES FUNDIDAS	8731021750002				CÁLCULO DE CRITICIDAD CON FÓRMULA			Estado de Criticidad
		Hoja:	3	de	16	FFF	CONSECUENCIA	CRITICIDAD	
	ELEMENTOS	IP	FO	CM	SAH				
Manual	Bastidor	5	2	1	2	1	13	13	NC
Calentamiento	Ladrillo Refractario	10	4	4	10	1	54	54	C
	Aislante Térmico	10	2	1	2	1	23	23	NC
De Control	Display Medidor de Temperatura	5	2	7	2	1	19	19	NC
	Relé Térmico	5	2	7	2	1	19	19	NC
	Fusible	8	1	1	2	1	11	11	NC
	Termocupla	8	2	1	2	1	19	19	NC
	Contactora	5	2	1	2	1	13	13	NC
Almacenamiento	Tanque para sales de enfriamiento	8	2	1	10	1	27	27	SC
Eléctrico	Interruptor	5	1	1	2	1	8	8	NC
	Cable de Alimentación Eléctrica	10	1	1	1	1	12	12	NC
PROMEDIO DE CRITICIDAD						1	19,8	19,8	
	NOMBRE	FECHA				FIRMA			
REALIZÓ:	<i>Santiago Sánchez Rojas</i>	<i>31/10/2013</i>							
VERIFICÓ:	<i>Ing. Mg. Juan Paredes</i>	<i>04/11/2013</i>							
VALIDÓ:	<i>Ing. Mg. Juan Paredes</i>	<i>04/11/2013</i>							

Fuente: Realizado por el Autor

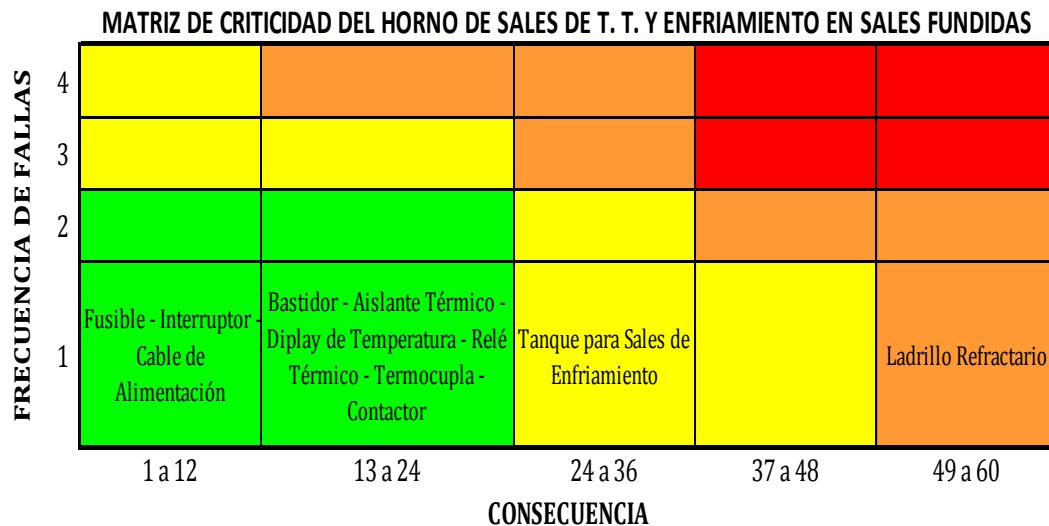



Gráfico 4-16 Matriz de Criticidad del Horno de Sales y Enfriamiento en Sales Fundidas

Fuente: Realizado por el Autor

Tabla 4-54 Cálculo de Criticidad del Microscopio Metalográfico

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA MATRIZ DE CRITICIDAD LABORATORIO DE MATERIALES 										
Registro No: 04 J										
SISTEMA	MICROSCÓPIO METALOGRÁFICO INVERTIDO	8731022450001				CÁLCULO DE CRITICIDAD CON FÓRMULA			Estado de Criticidad	
		Hoja:	4	de	16	IP	FO	CM		SAH
Manual	Bastidor	10	4	4	0	1		44	44	SC
	Tornillo Micrométrico	8	2	4	0	1		20	20	NC
	Tornillo Macrométrico	8	2	4	0	1		20	20	NC
	Soporte Porta Probeta	5	2	4	0	1		14	14	NC
	Cilindro porta cámara	8	2	4	0	1		20	20	NC
Visualización	Sistema de Iluminación	5	1	1	0	1		6	6	NC
	Objetivos de Ampliación	8	2	4	0	1		20	20	NC
	Ocular	10	4	4	0	1		44	44	SC
	Porta Objetivos	8	2	4	0	1		20	20	NC
Eléctrico	Placa electrónica	5	2	4	0	1		14	14	NC
	Fusible	5	2	1	2	1		13	13	NC
	Cable de Alimentación Eléctrica	10	1	1	2	1		13	13,0	NC
PROMEDIO DE CRITICIDAD							1	20,7	20,7	
	NOMBRE	FECHA				FIRMA				
REALIZÓ:	Santiago Sánchez Rojas	31/10/2013								
VERIFICÓ:	Ing. Mg. Juan Paredes	04/11/2013								
VALIDÓ:	Ing. Mg. Juan Paredes	04/11/2013								

Fuente: Realizado por el Autor

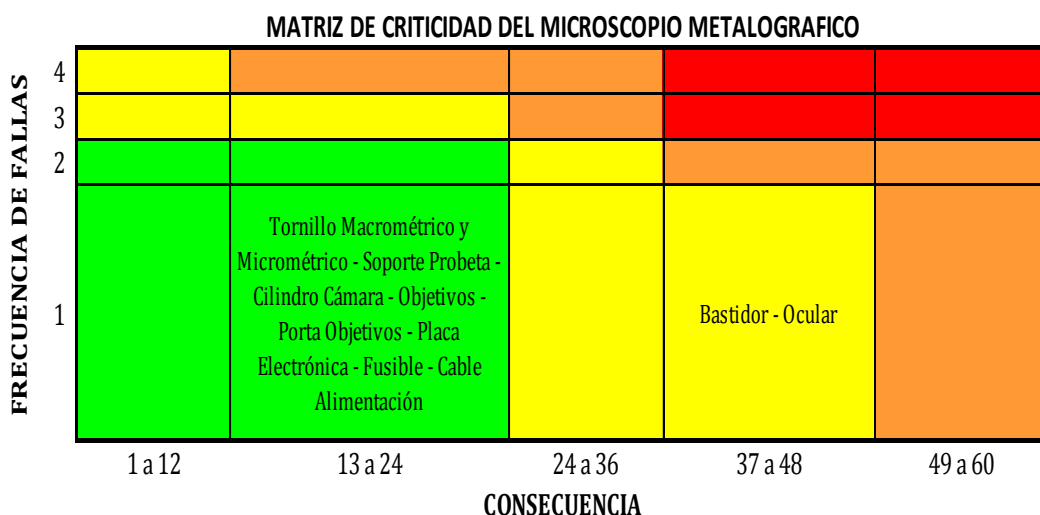


Gráfico 4-17 Matriz de Criticidad del Microscopio Metalográfico

Fuente: Realizado por el Autor

Tabla 4-55 Cálculo de Criticidad de la Prensa Hidráulica Manual

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA MATRIZ DE CRITICIDAD LABORATORIO DE MATERIALES									
Registro No: 05 J									
SISTEMA	PRENSA HIDRÁULICA MANUAL	8731022970001				CÁLCULO DE CRITICIDAD CON FÓRMULA			Estado de Criticidad
		Hoja:	5	de	10	FFF	CONSECUENCIA	CRITICIDAD	
	ELEMENTOS	IP	FO	CM	SAH				
Manual	Palanca de Sujeción	8	2	1	2	1	19	19	NC
Compresión	Contratuerca	8	2	1	2	1	19	19	NC
	Cilindro para Compresión	8	4	1	2	1	35	35	SC
	Gato Hidráulico	10	4	1	2	2	43	86	C
	Resortes	1	2	1	1	1	4	4	NC
Refrigeración	Sistema de Refrigeración	5	2	1	2	1	13	13	NC
De Control	Selector de Tiempo de Calentamiento	1	2	4	2	2	8	16	NC
	Selector del Tiempo de Enfriamiento	1	2	4	2	2	8	16	NC
	Manómetro de Presión	1	4	4	2	1	10	10	NC
	Electroválvula	1	2	4	2	1	8	8	NC
Eléctrico	Cable de Alimentación Eléctrica	10	1	1	2	1	13	13	NC
PROMEDIO DE CRITICIDAD						1,3	16,4	20,8	
	NOMBRE	FECHA			FIRMA				
REALIZÓ:	Santiago Sánchez Rojas	31/10/2013							
VERIFICÓ:	Ing. Mg. Juan Paredes	04/11/2013							
VALIDÓ:	Ing. Mg. Juan Paredes	04/11/2013							

Fuente: Realizado por el Autor

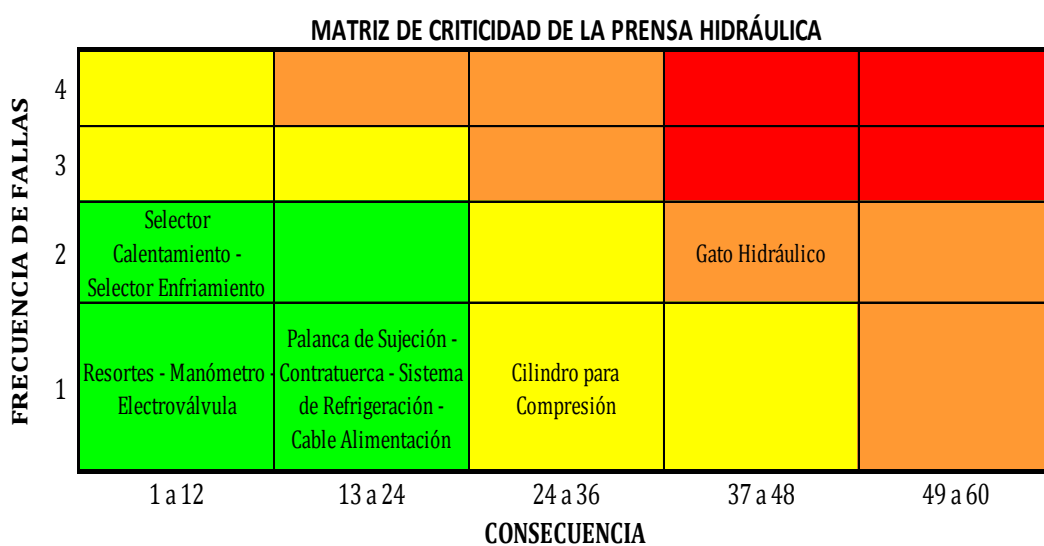


Gráfico 4-18 Matriz de Criticidad de la Prensa Hidráulica

Fuente: Realizado por el Autor

Tabla 4-56 Cálculo de Criticidad de la Cortadora de Muestras Metalográficas

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA MATRIZ DE CRITICIDAD LABORATORIO DE MATERIALES 									
Registro No: 06 J									
SISTEMA	CORTADORA DE MUESTRAS METALGRÁFICAS	8731029440001				CÁLCULO DE CRITICIDAD CON FÓRMULA			Estado de Criticidad
		Hoja:	6	de	16	FFF	CONSECUENCIA	CRITICIDAD	
	ELEMENTOS	IP	FO	CM	SAH				
Manual	Bastidor	5	1	4	1	1	10	10	NC
	Palanca	5	2	1	2	1	13	13	NC
	Disco de Corte	5	1	1	10	1	16	16	NC
Transmisión	Banda	8	2	1	2	1	19	19	NC
	Poleas	8	2	1	2	1	19	19	NC
	Eje	10	2	1	2	1	23	23	NC
	Rodamientos	8	2	1	0	1	17	17	NC
Refrigeración	Línea de Alimentación de Agua	1	2	1	1	1	4	4	NC
	Línea de Descarga de Agua	1	2	1	1	1	4	4	NC
	Malla de Recolección	1	2	1	1	1	4	4	NC
Eléctrico	Motor Eléctrico	10	4	4	5	1	49	49	C
	Cable de Alimentación Eléctrica	10	1	1	1	1	12	12	NC
PROMEDIO DE CRITICIDAD						1	15,8	15,8	
	NOMBRE	FECHA			FIRMA				
REALIZÓ:	<i>Santiago Sánchez Rojas</i>	<i>31/10/2013</i>							
VERIFICÓ:	<i>Ing. Mg. Juan Paredes</i>	<i>04/11/2013</i>							
VALIDÓ:	<i>Ing. Mg. Juan Paredes</i>	<i>04/11/2013</i>							

Fuente: Realizado por el Autor

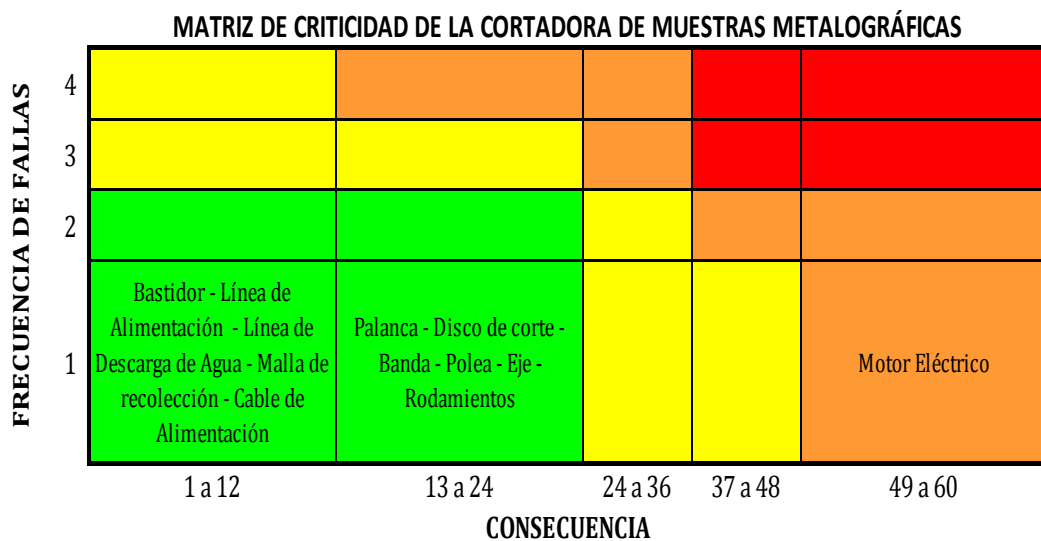


Gráfico 4-19 Matriz de Criticidad de la Cortadora de Muestras Metalográficas

Fuente: Realizado por el Autor

Tabla 4-57 Banco de Desbaste para Cuatro Tipos de Papel Abrasivo

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA MATRIZ DE CRITICIDAD LABORATORIO DE MATERIALES 									
Registro No: 07 J									
SISTEMA	BANCO DE DESBASTE PARA CUATRO TIPOS DE PAPEL	8731029450001				CÁLCULO DE CRITICIDAD CON FÓRMULA			Estado de Criticidad
		Hoja:	7	de	16	FFF	CONSECUENCIA	CRITICIDAD	
	ELEMENTOS	IP	FO	CM	SAH	FFF	CONSECUENCIA	CRITICIDAD	
Manual	Bastidor	5	2	1	1	1	12	12	NC
	Base de Vidrio	10	2	1	1	1	22	22	NC
	Brazos de Sujeción	1	2	1	1	2	4	8	NC
De Refrigeración	Línea de Alimentación de Agua	1	2	1	1	2	4	8	NC
	Línea de Descarga de Agua	1	2	1	1	2	4	8	NC
PROMEDIO DE CRITICIDAD						1,6	9,2	14,72	
	NOMBRE	FECHA			FIRMA				
REALIZÓ:	Santiago Sánchez Rojas	31/10/2013							
VERIFICÓ:	Ing. Mg. Juan Paredes	04/11/2013							
VALIDÓ:	Ing. Mg. Juan Paredes	04/11/2013							

Fuente: Realizado por el Autor

MATRIZ DE CRITICIDAD DEL BANCO DE DESBASTE PARA CUATRO TIPOS DE PAPEL ABRASIVO

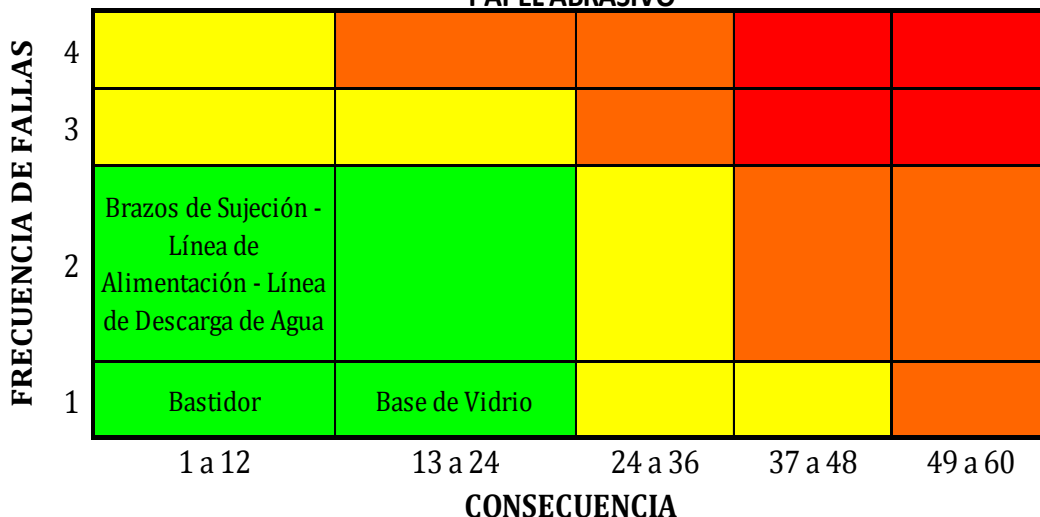


Gráfico 4-20 Matriz de Criticidad del Banco de Desbaste para Cuatro Tipos de Papel Abrasivo

Fuente: Realizado por el Autor

Tabla 4-58 Cálculo de Criticidad del Banco de Pulido de Dos Puestos

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA MATRIZ DE CRITICIDAD LABORATORIO DE MATERIALES										
Registro No: 08 J										
SISTEMA	BANCO DE PULIDOS DE DOS PUESTOS	8731029460001				CÁLCULO DE CRITICIDAD CON FÓRMULA			Estado de Criticidad	
		Hoja:	8	de	16	FFF	CONSECUENCIA	CRITICIDAD		
	ELEMENTOS	IP	FO	CM	SAH	FFF	CONSECUENCIA	CRITICIDAD		
Manual	Bastidor	5	2	4	1	1	15	15	NC	
	Paño de Pulido	8	1	1	2	3	11	33	NC	
Control	Variador de Revoluciones	5	2	7	2	1	19	19	NC	
	Display de Visualización de Revoluciones	1	2	4	2	1	8	8	NC	
Transmisión	Bandas	8	2	4	2	1	22	22	NC	
	Poleas	8	2	1	2	1	19	19	NC	
	Rodamientos	8	2	1	2	2	19	38	NC	
Refrigeración	Línea de Alimentación de Agua	5	2	1	2	1	13	13	NC	
	Línea de Descarga de Agua	5	2	1	2	1	13	13	NC	
Eléctrico	Motor Eléctrico	8	2	7	10	1	33	33	NC	
	Interruptor	10	1	1	2	1	13	13	SC	
PROMEDIO DE CRITICIDAD						1,3	16,8	21,4		
NOMBRE		FECHA				FIRMA				
REALIZÓ:	Santiago Sánchez Rojas		31/10/2013							
VERIFICÓ:	Ing. Mg. Juan Paredes		04/11/2013							
VALIDÓ:	Ing. Mg. Juan Paredes		04/11/2013							

Fuente: Realizado por el Autor

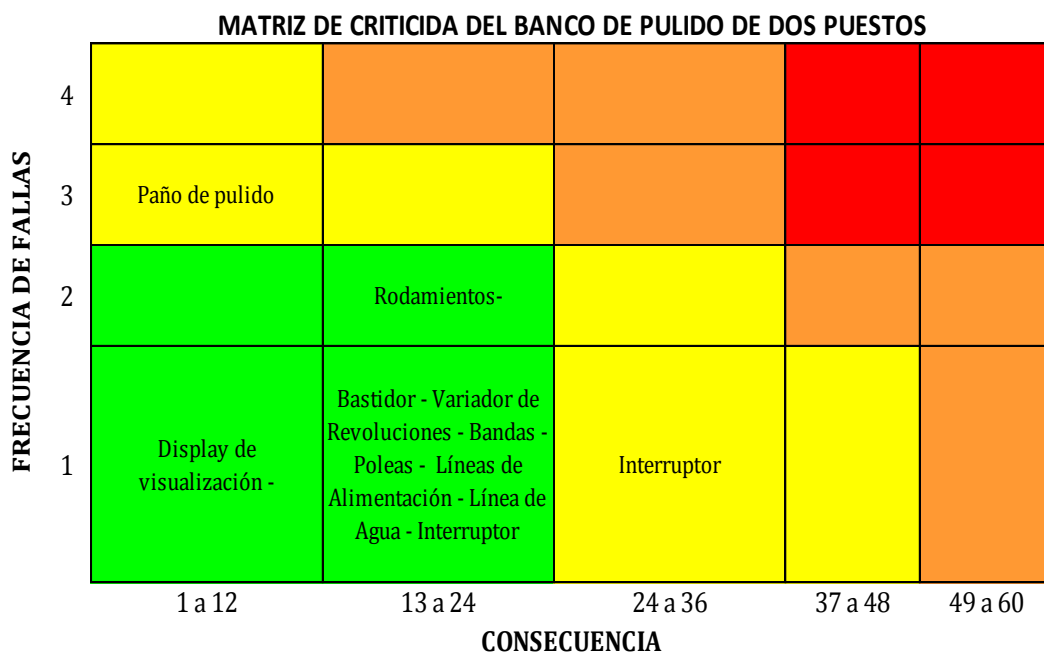


Gráfico 4-21 Matriz de Criticidad del Banco de Pulidos de Dos Puestos

Fuente: Realizado por el Autor

Tabla 4-59 Cálculo de Criticidad del Equipo para Ensayo de Templabilidad de Probetas Jominy

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA MATRIZ DE CRITICIDAD LABORATORIO DE MATERIALES 									
Registro No: 09 J									
SISTEMA	EQUIPO PARA ENSAYO DE TEMPLABILIDAD DE PROBETAS JOMINY	8731029490001				CÁLCULO DE CRITICIDAD CON FÓRMULA			Estado de Criticidad
		Hoja:	9	de	19	FFF	CONSECUENCIA	CRITICIDAD	
	ELEMENTOS	IP	FO	CM	SAH				
Manual	Bastidor	5	2	1	1	1	12	12	NC
Almacenamiento	Tanque Porta Probetas	8	2	1	2	1	19	19	NC
	Tanque Reservoirio de Agua	8	2	1	2	1	19	19	NC
Refrigeración	Tubería de Succión	8	2	1	5	1	22	22	NC
	Tubería de Descarga	8	2	1	5	1	22	22	NC
Eléctrico	Bomba	10	4	4	5	1	49	49	C
	Tarjeta Electrónica	5	4	1	2	1	23	23	NC
	Interruptor	10	1	1	2	1	13	13	NC
PROMEDIO DE CRITICIDAD						1	22,4	22,4	
	NOMBRE	FECHA			FIRMA				
	<i>REALIZÓ:</i>	<i>Santiago Sánchez Rojas</i>			<i>31/10/2013</i>				
	<i>VERIFICÓ:</i>	<i>Ing. Mg. Juan Paredes</i>			<i>04/11/2013</i>				
	<i>VALIDÓ:</i>	<i>Ing. Mg. Juan Paredes</i>			<i>04/11/2013</i>				

Fuente: Realizado por el Autor

MATRIZ DE CRITICIDAD DEL EQUIPO PARA ENSAYO DE TEMPLABILIDAD DE PROBETAS JOMINY

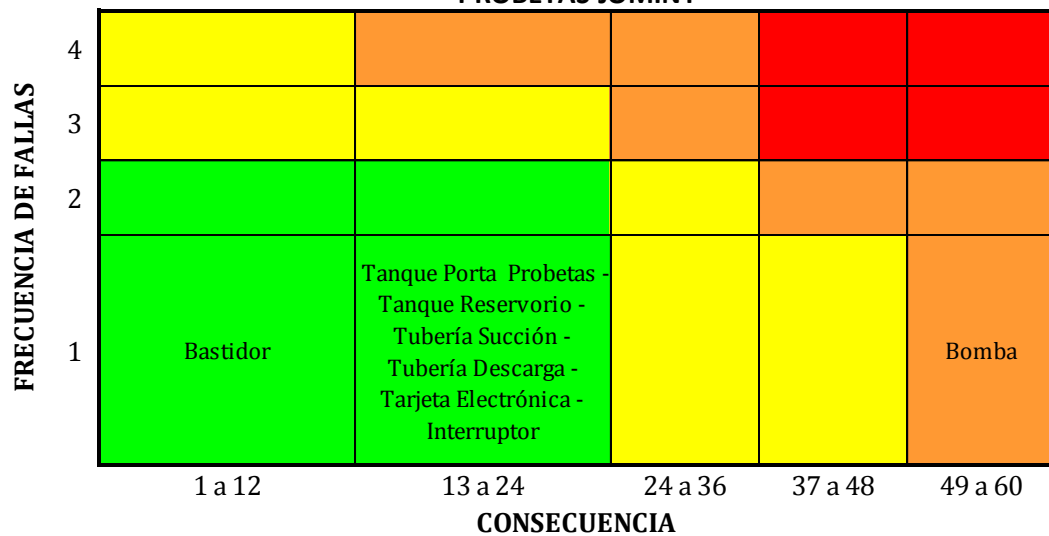


Gráfico 4-22 Matriz de Criticidad del equipo para Ensayos de Templabilidad de Probetas Jominy

Fuente: Realizado por el Autor

Tabla 4-60 Cálculo de Criticidad de la Soldadora Eléctrica Miller Dialarec

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA MATRIZ DE CRITICIDAD LABORATORIO DE MATERIALES 										
Registro No: 10 J										
SISTEMA	SOLDADORA ELÉCTRICA MILLER DIALARC	8730318300001				CÁLCULO DE CRITICIDAD CON FÓRMULA			Estado de Criticidad	
		Hoja:	10	de	16	IP	FO	CM		SAH
ELEMENTOS		IP	FO	CM	SAH	FFF	CONSECUENCIA	CRITICIDAD	Estado de Criticidad	
Manual	Carcasa	5	2	1	2	1	13	13	NC	
Control	Botonera	8	2	1	2	1	19	19	NC	
	Regulador de Corriente	8	2	1	5	1	22	22	NC	
Eléctrico	Pinza de maza	8	2	4	5	1	25	25	SC	
	Pinza porta electrodo	8	2	4	5	2	25	50	SC	
	Generador	10	2	7	10	1	37	37	SC	
	Cable porta electrodo	5	2	4	5	1	19	19	SC	
	Cable de maza	5	2	4	5	1	19	19	SC	
PROMEDIO DE CRITICIDAD						1,1	22,4	25,2		
NOMBRE		FECHA			FIRMA					
REALIZÓ:	Santiago Sánchez Rojas			31/10/2013						
VERIFICÓ:	Ing. Mg. Juan Paredes			04/11/2013						
VALIDÓ:	Ing. Mg. Juan Paredes			04/11/2013						

Fuente: Realizado por el Autor

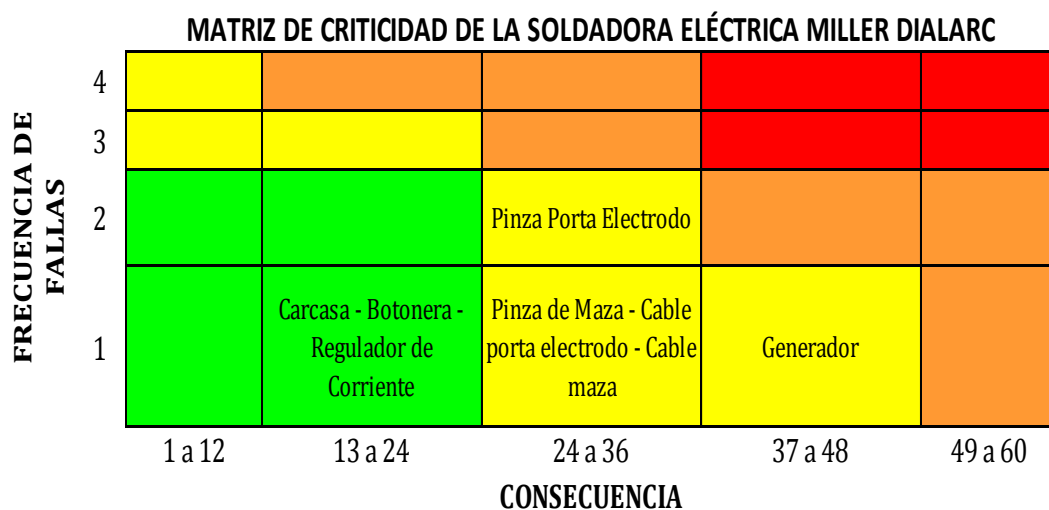


Gráfico 4-23 Matriz de Criticidad de la Soldadora Eléctrica Miller Dialarec

Fuente: Realizado por el Autor

Tabla 4-61 Cálculo de Criticidad de la Soldadora MIG

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA MATRIZ DE CRITICIDAD LABORATORIO DE MATERIALES										
Registro No: 11 J										
SISTEMA	SOLDADORA MIG	8730318300002				CÁLCULO DE CRITICIDAD CON FÓRMULA			Estado de Criticidad	
		Hoja:	11	de	16	IP	FO	CM		SAH
Manual	Carcasa	5	2	1	2	1	13	13	NC	
	Cilindro de Gas	5	2	7	10	1	27	27	SC	
Alimentación	Pistola	10	2	1	10	2	31	62	SC	
Control	Válvulas Regulatoras de Gas	5	4	4	10	1	34	34	SC	
	Regulador de Velocidad de Alambre	5	4	4	2	1	26	26	SC	
	Regulador de Corriente	5	4	4	10	1	34	34	SC	
Eléctrico	Grampa o Lagarto de Maza	5	2	4	2	1	16	16	NC	
	Generador	10	4	7	10	1	57	57	C	
	Cable de la Pistola	10	2	1	2	1	23	23	NC	
	Cable de Maza	10	2	1	2	1	23	23	NC	
	Interruptor	10	2	1	2	1	23	23	NC	
PROMEDIO DE CRITICIDAD						1,1	27,9	30,4		
NOMBRE		FECHA				FIRMA				
REALIZÓ:	Santiago Sánchez Rojas				31/10/2013					
VERIFICÓ:	Ing. Mg. Juan Paredes				04/11/2013					
VALIDÓ:	Ing. Mg. Juan Paredes				04/11/2013					

Fuente: Realizado por el Autor

MATRIZ DE CRITICIDAD DE LA SOLDADORA MIG

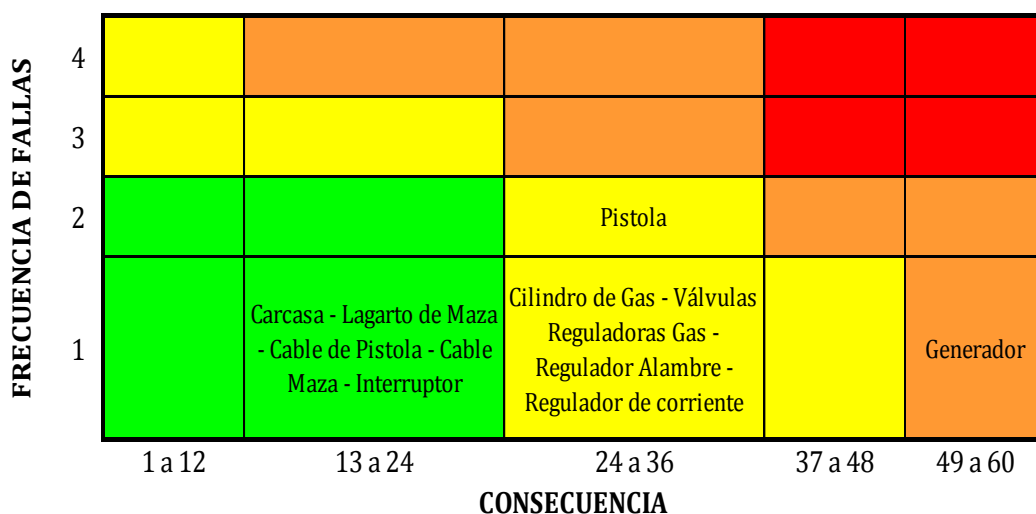


Gráfico 4-24 Matriz de Criticidad de la Soldadora MIG

Fuente: Realizado por el Autor

Tabla 4-62 Cálculo de Criticidad de la Soldadura Miller

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA MATRIZ DE CRITICIDAD LABORATORIO DE MATERIALES									
Registro No: 12 J									
SISTEMA	SOLDADORA MILLER	8730318300003				CÁLCULO DE CRITICIDAD CON FÓRMULA			Estado de Criticidad
		Hoja:	12	de	16	FFF	CONSECUENCIA	CRITICIDAD	
ELEMENTOS		IP	FO	CM	SAH	FFF	CONSECUENCIA	CRITICIDAD	Estado de Criticidad
Manual	Carcasa	5	2	1	2	1	13	13	NC
	Cilindro de Gas	5	2	7	10	1	27	27	SC
Alimentación	Pistola	10	2	1	10	1	31	31	SC
Control	Regulador de Corriente	5	4	4	10	1	34	34	SC
	Válvulas Reguladoras de Gas	5	4	4	10	1	34	34	SC
	Regulador de Velocidad de Alambre	5	4	4	2	1	26	26	SC
Eléctrico	Cable de Maza	10	2	1	2	1	23	23	NC
	Cable de la Pistola	10	2	1	2	1	23	23	NC
	Generador	10	4	7	10	1	57	57	C
	Grampa o Lagarto de Maza	10	2	1	2	1	23	23	NC
	Interruptor	10	2	1	2	1	23	23	NC
PROMEDIO DE CRITICIDAD						1	28,5	28,5	
NOMBRE		FECHA				FIRMA			
REALIZÓ:		<i>Santiago Sánchez Rojas</i>				<i>31/10/2013</i>			
VERIFICÓ:		<i>Ing. Mg. Juan Paredes</i>				<i>04/11/2013</i>			
VALIDÓ:		<i>Ing. Mg. Juan Paredes</i>				<i>04/11/2013</i>			

Fuente: Realizado por el Autor

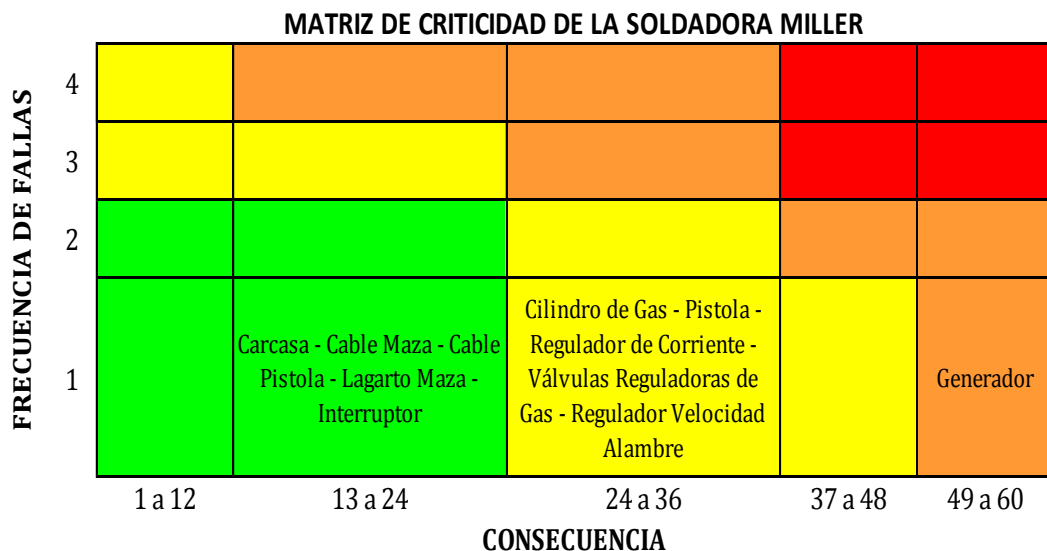


Gráfico 4-25 Matriz de Criticidad de la Soldadura Miller

Fuente: Realizado por el Autor

Tabla 4-63 Cálculo de Criticidad de la Prensa Hidráulica 30 TONS

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA MATRIZ DE CRITICIDAD LABORATORIO DE MATERIALES 									
Registro No: 13 J									
SISTEMA	PRENSA HIDRÁULICA 30 TONS SCHULZ SOMAR	8730112960001				CÁLCULO DE CRITICIDAD CON FÓRMULA			Estado de Criticidad
		Hoja:	13	de	16	FFF	CONSECUENCIA	CRITICIDAD	
	ELEMENTOS	IP	FO	CM	SAH				
Manual	Bastidor	10	4	4	2	1	46	46	SC
	Base Soporta Cargas	5	2	4	2	1	16	16	NC
	Cable de Acero	8	1	1	2	1	11	11	NC
	Manivela para el cable de acero	8	2	1	0	1	17	17	NC
Compresión	Gato Hidráulico	10	2	7	2	1	29	29	SC
	Manómetro de Presión	8	2	4	2	1	22	22	NC
PROMEDIO DE CRITICIDAD						1	23,5	23,5	
	NOMBRE	FECHA			FIRMA				
REALIZÓ:	<i>Santiago Sánchez Rojas</i>	<i>31/10/2013</i>							
VERIFICÓ:	<i>Ing. Mg. Juan Paredes</i>	<i>04/11/2013</i>							
VALIDÓ:	<i>Ing. Mg. Juan Paredes</i>	<i>04/11/2013</i>							

Fuente: Realizado por el Autor

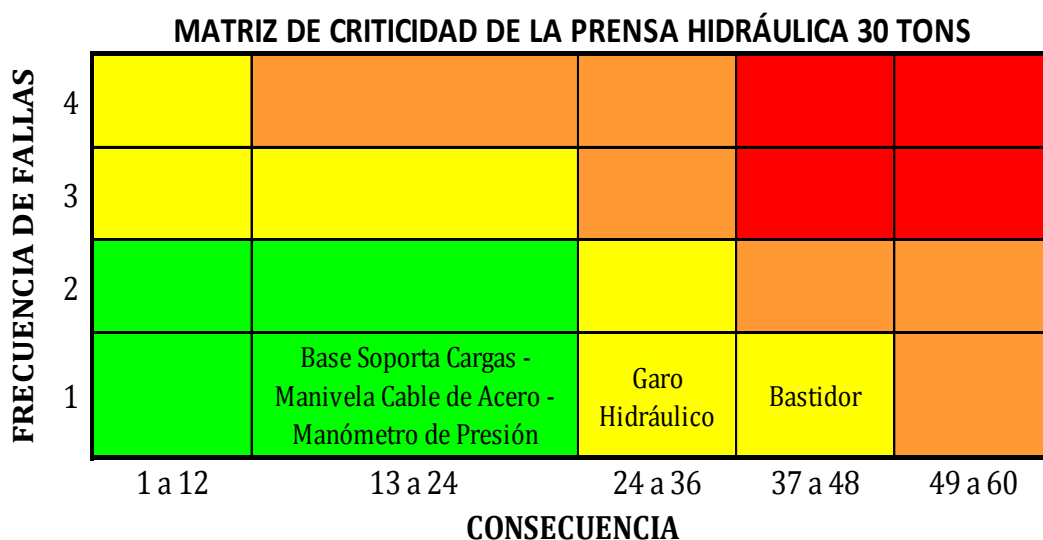


Gráfico 4-26 Matriz de Criticidad de la Prensa Hidráulica 30 TONS

Fuente: Realizado por el Autor

Tabla 4-64 Cálculo de Criticidad del Taladro Eléctrico de Pedestal

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA MATRIZ DE CRITICIDAD LABORATORIO DE MATERIALES  Registro No: 14 J										
SISTEMA	TALADRO ELÉCTRICO DE PEDESTAL 3/4 HP	8730117590001				CÁLCULO DE CRITICIDAD CON FÓRMULA			Estado de Criticidad	
		Hoja:	14	de	16	IP	FO	CM		SAH
Manual	Bastidor - Columna Soporte	10	4	7	2	1	49	49	C	
	Muelas de Mandril	8	2	4	2	1	22	22	NC	
	Mesa	5	2	7	2	1	19	19	NC	
Transmisión	Eje Principal del Mandril	8	2	4	2	1	22	22	NC	
	Poleas	8	2	1	2	1	19	19	NC	
	Banda	8	2	1	2	1	19	19	NC	
	Cremallera	5	2	1	2	3	13	39	SC	
Eléctrico	Cable de Alimentación Eléctrica	10	2	1	2	1	23	23	NC	
	Motor Eléctrico	10	2	7	2	1	29	29	SC	
PROMEDIO DE CRITICIDAD						1,2	23,9	29,2		
	NOMBRE	FECHA				FIRMA				
REALIZÓ:	<i>Santiago Sánchez Rojas</i>	<i>31/10/2013</i>								
VERIFICÓ:	<i>Ing. Mg. Juan Paredes</i>	<i>04/11/2013</i>								
VALIDÓ:	<i>Ing. Mg. Juan Paredes</i>	<i>04/11/2013</i>								

Fuente: Realizado por el Autor

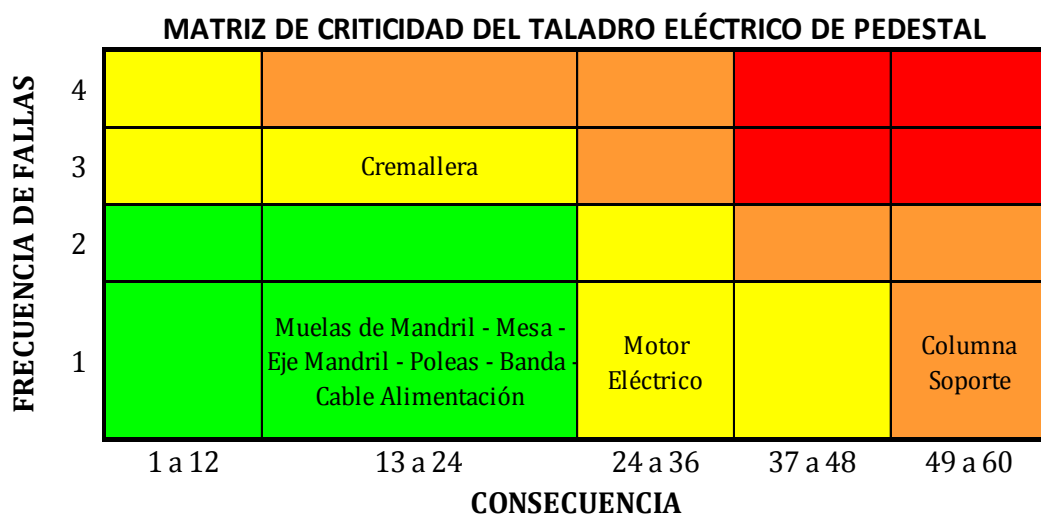


Gráfico 4-27 Matriz de Criticidad del Taladro Eléctrico de Pedestal

Fuente: Realizado por el Autor

Tabla 4-65 Cálculo de Criticidad del Horno Giratorio para Fundir Aluminio y Bronce

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA MATRIZ DE CRITICIDAD LABORATORIO DE MATERIALES										
Registro No: 15 J										
SISTEMA	HORNO GIRATORIO PARA FUNDIR ALUMINIO Y BRONCE	8730111750001				CÁLCULO DE CRITICIDAD CON FÓRMULA			Estado de Criticidad	
		Hoja:	15	de	16	FFF	CONSECUENCIA	CRITICIDAD		
	ELEMENTOS	IP	FO	CM	SAH	FFF	CONSECUENCIA	CRITICIDAD		
Manual	Bastidor	8	2	4	2	1	22	22	NC	
	Volante	5	2	1	2	2	13	26	NC	
	Pedal de Freno	5	2	1	2	2	13	26	NC	
Transmisión	Rodamientos	5	2	1	2	1	13	13	NC	
	Eje	8	2	1	0	1	17	17	NC	
	Sistema de engranajes	5	2	1	2	1	13	13	NC	
Fundición	Cámara de Refractario	10	2	7	10	1	37	37	SC	
	Chapa metálica para protección del refractario	8	2	7	10	1	33	33	SC	
PROMEDIO DE CRITICIDAD						1,3	20,1	25,2		
NOMBRE		FECHA			FIRMA					
REALIZÓ:		Santiago Sánchez Rojas			31/10/2013					
VERIFICÓ:		Ing. Mg. Juan Paredes			04/11/2013					
VALIDÓ:		Ing. Mg. Juan Paredes			04/11/2013					

Fuente: Realizado por el Autor

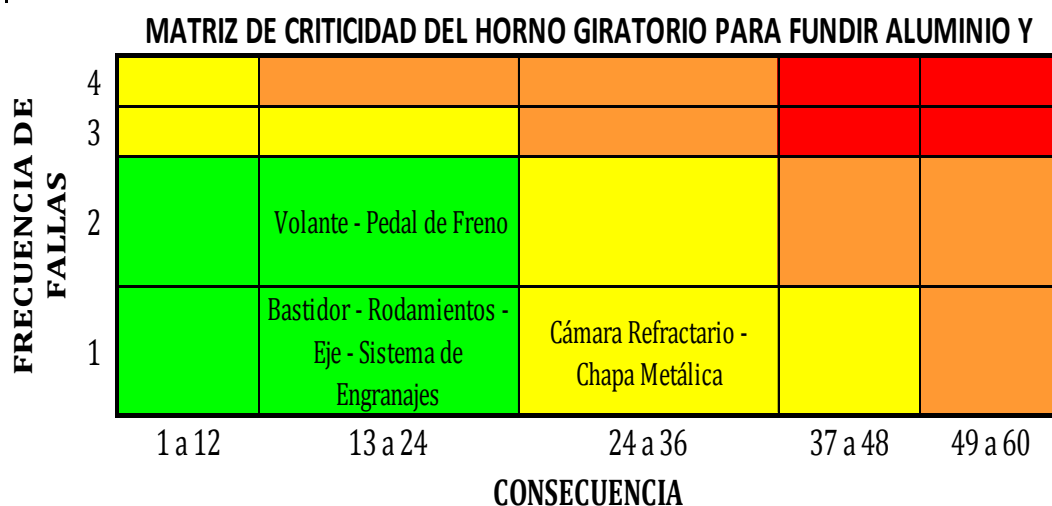


Gráfico 4-28 Matriz d Criticidad del Horno de Giratorio para Fundir Aluminio
Fuente: Realizado por el Autor

Tabla 4-66 Cálculo de Criticidad del Esmeril Eléctrico 1HP/PIEDRA ZTF -TW

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA MATRIZ DE CRITICIDAD LABORATORIO DE MATERIALES 										
Registro No: 16 J										
SISTEMA	ESMERIL ELÉCTRICO 1HP/ PIEDRA ZTF - TW	8730117540001				CÁLCULO DE CRITICIDAD CON FÓRMULA			Estado de Criticidad	
		Hoja:	16 de	16		IP	FO	CM		SAH
Manual	Bastidor	5	2	1	0	1	11	11	NC	
Transmisión	Eje del Husillo	8	2	1	2	1	19	19	NC	
	Rodamientos	8	2	1	2	1	19	19	NC	
Desbaste	Muela Abrasiva	5	1	1	10	2	16	32	NC	
	Protección de la Muela	1	2	1	10	1	13	13	NC	
	Protector de Seguridad	1	2	1	10	1	13	13	NC	
	Apoyo de la pieza de trabajo	1	2	1	10	1	13	13	NC	
Eléctrico	Motor Eléctrico	10	4	7	2	1	49	49	C	
	Interruptor	10	2	1	2	1	23	23	NC	
PROMEDIO DE CRITICIDAD						1,1	19,6	21,7		
NOMBRE		FECHA				FIRMA				
REALIZÓ:		Santiago Sánchez Rojas				31/10/2013				
VERIFICÓ:		Ing. Mg. Juan Paredes				04/11/2013				
VALIDÓ:		Ing. Mg. Juan Paredes				04/11/2013				

Fuente: Realizado por el Autor

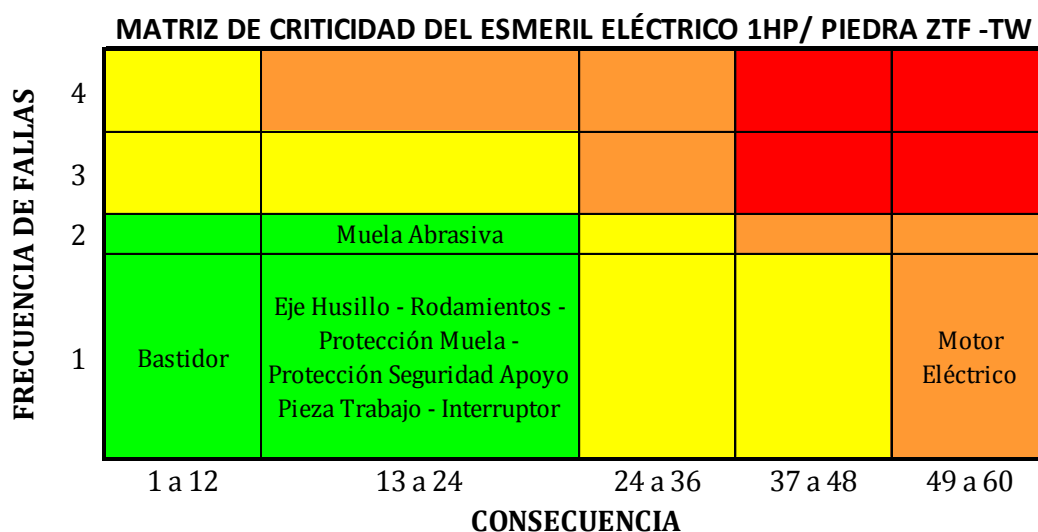


Gráfico 4-29 Matriz de Criticidad del Esmeril Eléctrico 1HP/PIEDRA ZTF – TW

Fuente: Realizado por el Autor

4.2 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Del análisis actual de las Máquinas y Equipos de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura de la Carrera de Ingeniería Mecánica, se propuso las siguientes tablas de resumen de los resultados de las

mismas, de donde podremos hacer un análisis y evaluación del estado en que se encuentran.

4.2.1 RESUMEN E INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS ACTUAL DE LAS CONDICIONES EXTREMAS Y MANTENIMIENTO.

Tabla 4-67 Resumen del Análisis Actual de las Condiciones Externas y Mantenimiento.

RESUMEN DE ESTADO ACTUAL DE LAS MÁQUINAS Y EQUIPOS				
CONDICIONES EXTERNAS	LABORATORIO DE MATERIALES		TALLER DE SOLDADURA	
DEFECTOS SUPERFICIALES	5,6	REGULAR	7,6	BUENO
SEÑALIZACIÓN ORGANOS DE ACCIONAMIENTO	4,3	REGULAR	7,4	BUENO
AJUSTES EN LAS TAPAS DE REVISIÓN	5,0	REGULAR	8,2	BUENO
SUJECIÓN DE LA CARCASA	5,2	REGULAR	7,5	BUENO
SISTEMA ELÉCTRICO	6,9	REGULAR	8,8	BUENO
SISTEMA HIDRÁULICO	3,6	MALO	9,0	BUENO
DOCUMENTACIÓN EXISTENTE	LABORATORIO DE MATERIALES		TALLER DE SOLDADURA	
FICHA DE MÁQUINA	3,3	NO Tiene	4,8	NO tiene
ACCESORIOS	2,5	NO Tiene	4,8	NO tiene
REPUESTOS	1,0	NO Tiene	1,3	NO tiene
MANTENIMIENTO	1,0	NO Tiene	1,3	NO tiene
FUNCIONAMIENTO	2,5	NO Tiene	4,8	NO tiene
DAÑOS	1,0	NO Tiene	1,0	NO tiene
METROLOGÍA	1,0	NO Tiene	N/A	NO tiene



Fuente: Realizado por el Autor

Para realizar este estudio se realizó trabajo de campo recolectando la información planteada en tablas de las cuales obtuvimos el resumen anterior mostrado en la Tabla 4-67. De donde se puede concluir que el estado físico de las máquinas y equipos de los laboratorios es REGULAR en el Laboratorio de Materiales y BUENO en el Taller de Soldadura, esto se da a que el tiempo de vida útil de los mismos aun es corto.

Un indicador alarmante encontrado con nuestra investigación es que la mayoría de máquinas NO TIENEN libros de fallas, libro de mantenimientos, libros de funcionamiento, fichas de máquinas entre otros que se encuentran citados en la Tabla 4-67. Esto propone a pensar que anteriormente no se ha dado ningún tipo de cuidado que permita conservar o mejorar el estado de las máquinas y equipos de los laboratorios.



4.2.2 RESUMEN E INTERPRETACIÓN DEL AMFE.

Tabla 4-68 Resumen AMFE del Laboratorio de Materiales

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA RESUMEN DEL ANÁLISIS MODAL DE FALLAS POR MÁQUINAS O EQUIPOS LABORATORIO DE MATERIALES 					
MÁQUINA O EQUIPO	No. ELEMENTOS	ELEMENTOS NPR > 27		ELEMENTOS NPR < 26	
		No.	PORCENTAJE %	No.	PORCENTAJE %
DURÓMETRO	8	3	37,5	5	62,5
HORNO DE TRATAMIENTOS TERMICOS	10	8	80,0	2	20,0
HORNO DE SALES PARA TRAT. TERM. Y ENFRIAMIENTO EN SALES FUNDIDAS	11	8	72,7	3	27,3
MICROSCOPIO METALOGRAFICO INVERTIDO VAN GUARD	12	5	41,7	7	58,3
PRENSA HIDRAULICA MANUAL	11	6	54,5	5	45,5
CORTADORA DE MUESTRAS METALOGRAFICAS	12	7	58,3	5	41,7
BANCO DE DESBASTE PARA CUATRO TIPOS DE PAPEL ABRASIVO	5	2	40,0	3	60,0
BANCO DE PULIDO DE 2 PUESTOS	11	6	54,5	5	45,5
EQUIPO PARA ENSAYO DE TEMPLABILIDA DE PROBETAS JOMINY	8	4	50,0	4	50,0
		NOMBRE		FECHA	
REALIZÓ:		<i>Santiago Sánchez Rojas</i>		<i>15/10/2013</i>	
VERIFICÓ:		<i>Ing. Mg. Juan Paredes</i>		<i>18/10/2013</i>	
VALIDÓ:		<i>Ing. Mg. Juan Paredes</i>		<i>18/10/2013</i>	

Fuente: Realizado por el Autor

Tabla 4-69 Resumen AMFE Taller de Soldadura

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA 					
RESUMEN DEL ANÁLISIS MODAL DE FALLAS POR MÁQUINAS O EQUIPOS TALLER DE SOLDADURA					
MÁQUINA O EQUIPO	No. ELEMENTOS	ELEMENTOS NPR > 27		ELEMENTOS NPR < 26	
		No.	PORCENTAJE %	No.	PORCENTAJE %
SOLDADORA ELECTRIC MILLER DIALARC 250 AC/ DC, NIB#152 - 2011	7	4	57,1	3	42,9
SOLDADORA MIG, NIB#153 - 2011	9	4	44,4	5	55,6
SOLDADORA MILLER, NIB#153 - 2011	9	4	44,4	5	55,6
PRENSA HIDRAULICA 30 TONS SCHULZ SOMAR COLOR ROJO	6	2	33,3	4	66,7
TALADRO ELECTRICO DE PEDESTAL 3/4 HP 5/8 12 VEL.RON, COLOR AZUL	8	2	25,0	6	75,0
HORNO GIRATORIO PARA FUNDIR ALUMINIO Y BRONCE	8	3	37,5	5	62,5
ESMERIL ELECTRICO 1HP/PIEDRA ZTF-TW	8	4	50,0	4	50,0
	NOMBRE		FECHA	FIRMA	
REALIZÓ:	Santiago Sánchez Rojas		15/10/2013		
VERIFICÓ:	Ing. Mg. Juan Paredes		18/10/2013		
VALIDÓ:	Ing. Mg. Juan Paredes		18/10/2013		

Fuente: Realizado por el Autor

En el resumen presentado en la Tabla 4-68 se hace referencia al Análisis Modal de Falla Efecto aplicado a las máquinas y equipos del Laboratorio de Materiales, donde se puede apreciar que el NPR de cada uno de estos es próximo al 50% lo que no indica que es necesario realizar trabajos de corrección o mejoramiento para bajar este índice.

En la Tabla 4-69 nos referimos al resumen del Análisis Modal de Falla Efecto del Taller de Soldadura, en donde se puede apreciar que los resultados del NPR son muy próximos al 50% también. Esto nos da a notar que es necesario hacer algo para disminuir este índice al máximo posible.

4.2.3 RESUMEN E INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD.

Tabla 4-70 Resumen Matriz de Criticidad de Laboratorio de Materiales

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA  MATRIZ RESUMEN DE CRITICIDAD LABORATORIO DE MATERIALES				
MÁQUINA O EQUIPO	CÁLCULO DE CRITICIDAD CON FÓRMULA			Estado de Criticidad
	FFF	CONSECUENCIA	CRITICIDAD	
DURÓMETRO	1,3	20,5	25,6	NC
HORNO DE TRATAMIENTOS TÉRMICOS	1	17,3	17,3	NC
HORNO DE SALES PARA TRATAMIENTOS TERMICOS Y ENFRIAMIENTO EN SALES FUNDIDAS	1	19,8	19,8	NC
MICROSCÓPIO METALOGRÁFICO INVERTIDO	1	20,7	20,7	NC
PRENSA HIDRÁULICA MANUAL	1,3	16,4	20,8	NC
CORTADORA DE MUESTRAS METALOGRÁFICAS	1	15,8	15,8	NC
BANCO DE DESBASTE PARA CUATRO TIPOS DE PAPEL ABRASIVO	1,6	9,2	14,7	NC
BANCO DE PULIDOS DE DOS PUESTOS	1,3	16,8	21,4	NC
EQUIPO PARA ENSAYO DE TEMPLABILIDAD DE PROBETAS JOMINY	1	22,4	22,4	NC
NOMBRE	FECHA		FIRMA	
<i>Santiago Sánchez Rojas</i>	<i>20/11/2013</i>			
<i>Ing. Mg. Juan Paredes</i>	<i>22/11/2013</i>			
<i>Ing. Mg. Juan Paredes</i>	<i>22/11/2013</i>			

Fuente: Realizado por el Autor

MATRIZ DE CRITICIDAD DEL LABORATORIO DE MATERIALES

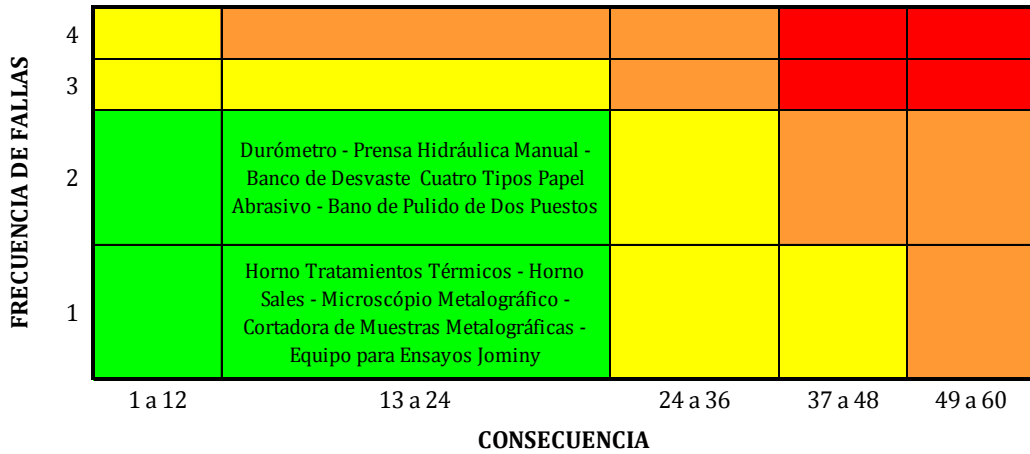


Gráfico 4-30 Resumen Matriz de Criticidad del Laboratorio de Materiales
Fuente: Realizado por el Autor





Gráfico 4-31 Criticidad del Laboratorio de Materiales. Frecuencia VS Consecuencia
Fuente: Realizado por el Autor

Con este análisis pudimos darnos cuenta que los daños que puedan tener actualmente las máquinas y equipos del Laboratorio de Materiales aun no son críticos, esto puede ser debido a que tienen pocos años de uso, lo cual es favorable para los mismos. Pero es necesario recalcar que no se

debe dejar pasar por alto la importancia de realizar trabajos de mantenimiento o mejora a éstos.

Tabla 4-71 Resumen Matriz de Criticidad de Taller de Soldadura

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA MATRIZ RESUMEN DE CRITICIDAD TALLER DE SOLDADURA 				
MÁQUINA O EQUIPO	CÁLCULO DE CRITICIDAD CON FÓRMULA			Estado de Criticidad
	FFF	CONSECUENCIA	CRITICIDAD	
SOLDADORA ELECTRIC MILLER DIALARC 250 AC/ DC, NIB#152 - 2011	1,1	22,4	25,2	SC
SOLDADORA MIG, NIB#153 - 2011	1,1	27,9	30,4	NC
SOLDADORA MILLER, NIB#153 - 2011	1	28,5	28,5	SC
PRENSA HIDRAULICA 30 TONS SCHULZ SOMAR COLOR ROJO	1	23,5	23,5	NC
TALADRO ELECTRICO DE PEDESTAL 3/4 HP 5/8 12 VEL.RON, COLOR AZUL	1,2	23,9	29,2	NC
HORNO GIRATORIO PARA FUNDIR ALUMINIO Y BRONCE	1,3	20,1	25,2	NC
ESMERIL ELECTRICO 1HP/PIEDRA ZTF-TW	1,1	19,6	21,7	NC
NOMBRE	FECHA		FIRMA	
<i>Santiago Sánchez Rojas</i>	<i>20/11/2013</i>			
<i>Ing. Mg. Juan Paredes</i>	<i>22/11/2013</i>			
<i>Ing. Mg. Juan Paredes</i>	<i>22/11/2013</i>			

Fuente: Realizado por el Autor

MATRIZ DE CRITICIDAD DEL TALLER DE SOLDADURA

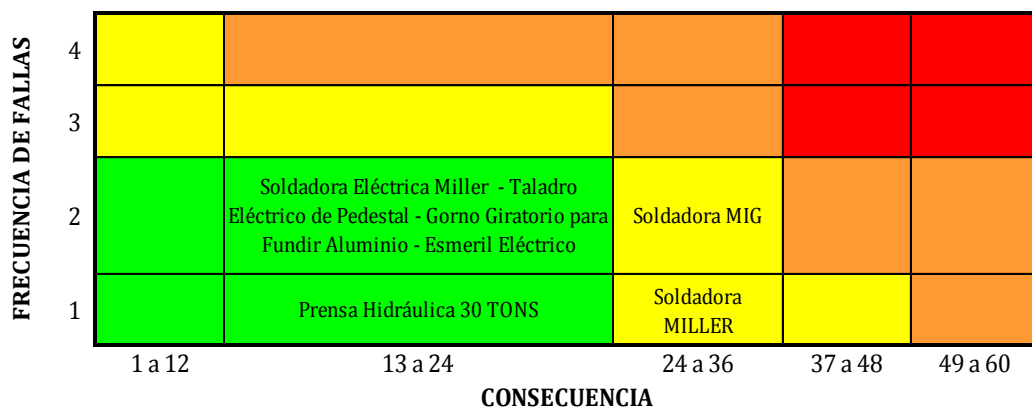


Gráfico 4-32 Resumen Matriz de Criticidad Taller de Soldadura

Fuente: Realizado por el Autor

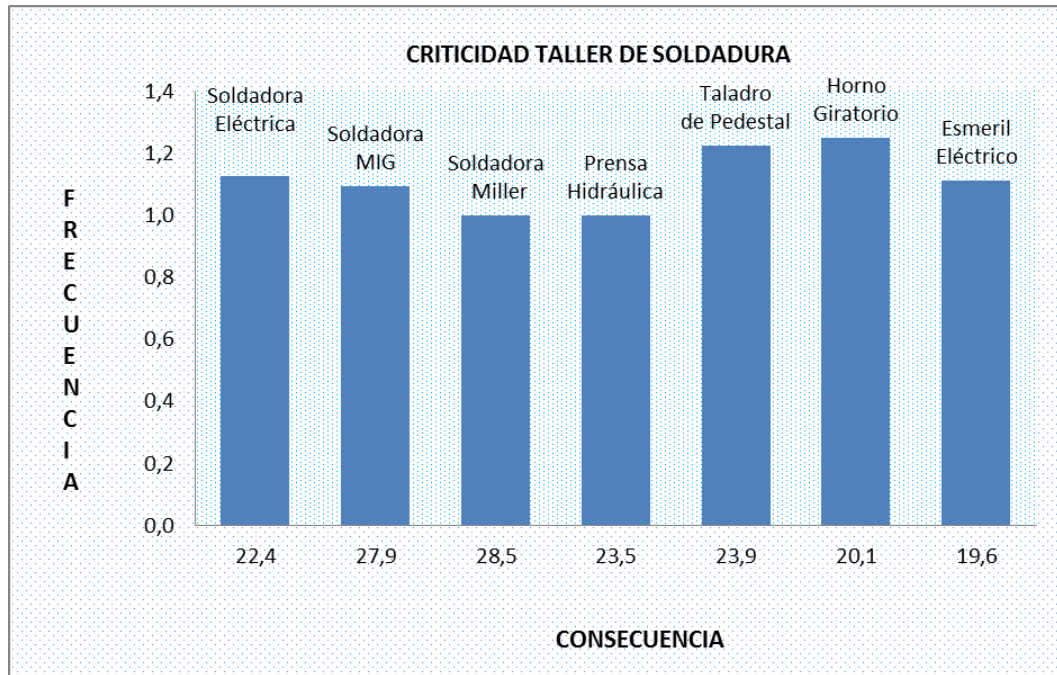


Gráfico 4-33 Criticidad del Taller de Soldadura. Frecuencia VS Consecuencia
Fuente: Realizado por el Autor

En el Taller de Soldadura pudimos encontrar que la mayoría de máquinas se encuentran en un estado no crítico, pero existen también dos máquinas que se encuentran en estado Semi-Crítico lo que es de mayor interés a la hora de realizar los trabajos de mantenimiento.

4.3 VERIFICACIÓN DE LA HIPOTESIS

Para realizar la comprobación de la hipótesis en nuestro caso de estudio se debe recalcar que no se lo pudo hacer con un método estadístico, puesto que la muestra es total en base al inventario del departamento de bienes, además no se cuenta con un muestreo o peor aún con encuestas

Para concluir con el presente estudio establezco que la hipótesis planteada ha sido comprobada analítica y característicamente puesto que para mejorar la fiabilidad basta con mejorar cualquiera de sus indicadores presentados en las Tablas 4-20 a la 4-25 ya sea su disponibilidad, confiabilidad o su mantenibilidad ya que dependen directamente entre sí.

Es decir si disminuimos el número de fallos, los índices de disponibilidad subirán y lo mismo ocurre con la confiabilidad.

En las Tablas 4-67 y 4-68 se muestra el resumen del AMFE de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura respectivamente en donde los valores de NPR en la mayoría de los casos son de consideración, es decir alcanza y algunos superaron los rangos moderados. Para mejorar estos, índices positivamente es necesario disminuir uno de sus indicadores ya sea su gravedad de fallo o su probabilidad de ocurrencia.

Por otra parte con el Análisis de Criticidad que se resume en las tablas 4-69 y 4-70 y que están ilustrados en los gráficos 4-27 y 4-29 encontramos que el estado de las Máquinas y Equipos se aproximan a un estado Semi-Crítico por lo que es necesario mejorar sus componentes y esto se logrará dando un mantenimiento adecuado.

Finalmente se establece que el estudio del estado actual de las Máquinas y Equipos de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura mejorará su fiabilidad puesto que de los resultados reflejados permitieron conocer cuáles son las condiciones a renovar.

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Una vez concluido el estudio del estado actual de las Máquinas y Equipos de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura, de la carrera de Ingeniería Mecánica de la UTA, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

Desafortunadamente las Máquinas y Equipos de la Carrera de Ingeniería Mecánica no cuentan con un registro o bitácora, por lo que el único material para analizar el estado de éstos son los argumentos obtenidos verbalmente por parte de algunos docentes de la Carrera así como las declaraciones que nos han podido dar los ayudantes de laboratorio, principalmente en los períodos Septiembre 2012 / Febrero 2013 y Marzo 2013 / Agosto 2013.

Las Máquinas y Equipos de los laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura han venido operando en su gran mayoría por un período de 6 a 10 años esto se puede evidenciar en el Gráfico 4-1, tiempo durante el cual no se ha llevado ningún tipo de registro de los daños, paradas, o trabajo alguno que aporten con la conservación de los mismos pese a tener una infraestructura literalmente nueva.

Luego de realizar los diferentes análisis del estado actual de las condiciones externas y documentación existente de las Máquinas y Equipos de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura se ha encontrado que el promedio de éstos es alarmante debido a que los valores obtenidos en las Tablas 4-14 y 4-15 son bajos. Esta evaluación también se ve reflejada en los Gráficos 4-6, 4-7, 4-8 y 4-9.

Para determinar la disponibilidad de las Máquinas y Equipos se obtuvo información de las horas de operación y fallas en calibración, encendido y operación durante los períodos de clases Septiembre 2012/Febrero 2013 y Marzo 2013/Agosto 2013. Esta información se puede verificar en las Tablas 4-16, 4-17,4-18 y 4-19. Al cabo de este análisis se reflejó un alto índice de disponibilidad (Tablas 4-24 y 4-25), esto puede justificarse debido a que las máquinas y equipos aún son nuevos según su tiempo de operación.

De los diferentes análisis realizados a las Máquinas y Equipos, especialmente con el de Criticidad pudimos concluir que los principales inconvenientes se dan por falta de limpieza y mal manejo de los mismos además de no tener una guía de funcionamiento y mantenimiento.

5.2 RECOMENDACIONES

Luego de haber concluido el Estudio del Estado Actual de las Máquinas y Equipos de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura de la Carrera de Ingeniería Mecánica de la UTA, se pone de manifiesto las siguientes recomendaciones:

Recolectar toda la información posible de la Máquinas y Equipos existentes para conocer de mejor manera su funcionamiento y los cuidados que se deben tener, así evitar fallas o daños y de igual manera accidentes e incidentes.

Desarrollar y realizar trabajos de limpieza y conservación a las Máquinas y Equipos para alargar su tiempo de vida útil brindando así una mejor disponibilidad y confiabilidad de los laboratorios. Seguidamente se debe documentar y respaldar en una Ficha de Máquina, Libro de Mantenimiento, Daños, entre otros la información de los trabajos realizados para plantear futuras mejoras de los mismos.

CAPITULO VI

6. PROPUESTA

6.1 DATOS INFORMATIVOS

El presente estudio del Estado Actual de las Máquinas y Equipos de Laboratorio de Materiales y Taller de Soldadura de la carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, se lo realizó en la ciudad de Ambato, precisamente en los Laboratorios de la Universidad en los predios de Huachi.

Por tratarse de un estudio basado en las condiciones que presentan los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura, la información necesaria para el desarrollo de esta propuesta fueron los resultados obtenidos en los diferentes análisis realizados en los capítulos anteriores.

Además se estableció que el estudio efectuado permite conocer con gran confianza a cada una de las Máquinas y Equipos. Por otra parte, se implantó los sistemas críticos con el Análisis Modal de Fallos y Análisis de Criticidad, y que es sobre los cuales se ha trabajado para mejorar sus condiciones de conservación y también lograr una mejor fiabilidad.

Para el levantamiento de información se utilizó varios formatos elaborados de acuerdo a la información requerida para llevar a cabo la investigación, mientras que para la realización de los diferentes análisis se utilizaron los formatos establecidos en la teoría que se ha considerado en el fundamento teórico, únicamente adaptando a nuestra realidad los criterios de ponderación y evaluación.

6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

Existen varios trabajos de investigación orientados a la mejora de instalaciones físicas como la conservación de los laboratorios de las instituciones educativas de tercer nivel, como es el caso de la Escuela Superior Politécnica del Ejército en donde se desarrolló un trabajo de investigación con el tema de: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN INTEGRAL DE MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN DE LAS MÁQUINAS DEL LABORATORIO DE PROCESOS DE MANUFACTURA DE LA ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO” la cual fue elaborada por los Sres. Diego René Medrano Pilataxi y Byron Javier Vega Gaona, como proyecto previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico, en donde se proponen alcanzar un sistema de mejoramiento continuo en lo que se respecta a las tareas de mantenimiento.

Además se conoce el inventario de las Máquinas y Equipos realizados por el departamento de bienes de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica que es la principal guía para identificar sobre cuáles de éstos se realizó nuestra investigación. De manera general se conoce la edad y los posibles fallos en cada una de las Máquinas y Equipos de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura para establecer un mecanismo que permita mejorar la conservación y funcionamiento adecuado de los mismos.

6.3 JUSTIFICACIÓN

A medida que ha pasado el tiempo los trabajos de conservación y mantenimiento de máquinas y equipos ha alcanzado una importante ubicación en las empresas de todo el mundo, ha pasado de ser un gasto o un lujo que podían darse a una inversión de mediano o largo plazo. Así como las empresas grandes han implementado sistemas de mantenimiento y hasta en muchos de los casos un software, de igual manera lo han hecho las pequeñas empresas y este sistema de conservación se ha implementado en muchas de las instituciones

educativas que prestan sus servicios ya sea interna o externamente en el Ecuador.

Desarrollar un plan de mantenimiento es muy importante además de cumplir con ciertos requerimientos académicos, es necesario precautelar la integridad física de las personas y conservar el buen funcionamiento las Máquinas y Equipos de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura.

Es necesario recordar que las Máquinas y Equipos llevan operando un tiempo considerable y que no se tiene ningún archivo o documento que contenga la información de daños o peor aún de trabajos de reparación que se hayan hecho, por esta razón es justificable plantear una propuesta para mejorar el estado actual de las Máquinas o Equipos de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura.

6.4 OBJETIVOS

6.4.1 OBJETIVO GENERAL

- Elaborar un Plan de Mantenimiento para las Máquinas y Equipos de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura de la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

6.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Asignar Códigos de Identificación a las Áreas de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura.
- Asignar Códigos de Identificación a las Máquinas y Equipos de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura.
- Elaborar una Ficha de Máquina de las Máquinas y Equipos de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura.
- Elaborar una Matriz de Limpieza de las Máquinas y Equipos de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura.

- Elaborar una Matriz de Inspección de las Máquinas y Equipos de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura.
- Elaborar una Matriz de Mantenimiento de las Máquinas y Equipos de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura.
- Elaborar un Plan de Mantenimiento de las Máquinas y Equipos de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura.

6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

Del estudio culminado se determina que la elaboración de la propuesta es factible, ya que se cuenta con la información necesaria, como son los resultados de los Análisis Modal de Fallos y Análisis de Criticidad. Además del recurso humano, las Máquinas y Equipos de estudio que fueron facilitados bajo una petición escrita al señor decano de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Es necesario también recalcar que el factor económico para el desarrollo de nuestra propuesta no es un impedimento debido a que los gastos que se presenten serán por cuenta del autor de trabajo y que a su vez son moderados. Por último queda decir que la propuesta planteada es una necesidad que debe ser cubierta a la brevedad posible ya que a diario son utilizados las Máquinas y Equipos de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura.

6.6 FUNDAMENTACIÓN

La presente propuesta se basa en la información recogida y presentada en el CAPITULO II, correspondiente al marco teórico, donde se presenta los criterios y características a tomar en cuenta para recopilar información y evaluar el estado de Máquinas y Equipos, tanto en las instalaciones físicas, condiciones externas así como los modos de fallas y criticidad que pueden presentar.

Para determinar los indicadores de fiabilidad se han utilizado las siguientes fórmulas:

Para medir Confiabilidad, el análisis de fallas constituye otra medida del desempeño de los sistemas, para ello se utiliza lo que denominamos la tasa de falla, por tanto, la media de tiempos entre fallas (TPEF) caracteriza la fiabilidad de la máquina.

Tiempo promedio entre falla.- Mide el tiempo promedio que es capaz de operar el equipo a capacidad, sin interrupciones dentro de un periodo considerado de estudio

$$TPEF = \frac{HROP}{\Sigma NTFallas}$$

TPEF: Tiempo Promedio Entre Fallas

HROP: Horas de Operación

NTF: Número Total de Fallas

La aplicación y el resultado de este estudio podemos encontrar en las tablas 4-20 y 4-21.

Para determinar la Mantenibilidad, que es la probabilidad de que un equipo en estado de fallo, pueda ser reparado a una condición especificada en un periodo de tiempo dado, y usando unos recursos determinados.

Por tanto, la media de tiempos de reparación (TPPR) caracteriza la mantenibilidad del equipo.

$$TPPR = \frac{TTF}{\Sigma NTFallas}$$

TPPR: Tiempo Promedio Para Repara

TTF: Tiempo Total de Fallas

El resultado de este análisis se refleja en las tablas 4-22 y 4-23 en el cual podemos observar los tiempos para reparación de cada máquina o equipo.

La disponibilidad (D).- Es el principal parámetro asociado al mantenimiento, dado que limita la capacidad de producción, se suele definir, de forma más práctica a través de los tiempos medios entre fallos y de reparación.

Así, se tiene que:

$$D = \frac{TPEF}{TPEF + TPPR}$$

En las tablas 4-24 y 4-25 se evidencia los porcentajes de disponibilidad de las diferentes máquinas y equipos.

Para realizar el AMFE se utilizó los criterios para evaluar que se presentan en las tablas 4-26, 4-27 y 4-28. Su fórmula para el NPR es:

$$NPR = S * O * D$$

Dónde:

- NPR = Número de Prioridad de Riesgo
- S = Severidad o Gravedad de Fallo
- O = Probabilidad de Ocurrencia
- D = Probabilidad de No Detección

El resumen de este análisis se refleja en la Tabla 4-67 y 4-68.

Con la fórmula para calcular Criticidad se llevó a cabo los análisis efectuados, llegando a determinar los siguientes estados de criticidad de las Máquinas y Equipos:

$$CRITICIDAD\ TOTAL = Frecuencia * Consecuencia$$

$$Consecuencia = (IP * FO) + CM + SHA$$

Donde:

- IP = Impacto Operacional
- FO = Flexibilidad Operacional
- CM = Costo de Mantenimiento
- SHA = Impacto en la Seguridad Ambiental y Humana

Con todos estos antecedentes obtenidos en el presente estudio se desarrolló un plan de mantenimiento que permite conservar y mejorar la situación actual de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura.

6.7 METODOLOGIA O MODELO OPERATIVO

Para el establecimiento de la metodología, se efectúa un procedimiento para elaborar un plan de mantenimiento para las Máquinas y Equipos de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura de la Carrera de Ingeniería mecánica de la UTA, para dicho procedimiento se tomó en cuenta la estructura recomendada por el instituto de seguridad e higiene del trabajo INSHT (Anexo A2) en el cual se enuncia que un procedimiento debe seguir siempre un mismo guion en cuanto a su estructura. Así:

- A. OBJETO: Establece con claridad el "por qué" del procedimiento.
- B. ALCANCE: Define los límites de aplicación del procedimiento.
- C. DOCUMENTACION DE REFERENCIA: Cita la documentación en base a la cual se ha elaborado el procedimiento.
- D. GENERALIZACION: Da información de carácter general que ayude a comprender el procedimiento.



E. REALIZACION: Describe:



- Las actividades que son objeto del procedimiento.
- Formas de realizar las actividades.
- Responsabilidades.
- Registros a efectuar y formatos.

F. ANEXOS: Se relaciona un ejemplo de cada registro o formato, así como cualquier otra información que se precise.

Todos los procedimientos contendrán obligatoriamente los apartados A, B, C y E, siendo los D y F opcionales, según sean o no necesarios.

6.7.1 CÓDIGOS DE IDENTIFICACIÓN DE LAS ÁREAS

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA Códigos de Identificación a las Áreas de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura.		
<p>1. OBJETIVO.</p> <p>Asignar Códigos de Identificación a las Áreas de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura.</p> <p>2. ALCANCE.</p> <p>Este procedimiento nos permite llevar a cabo la codificación de cada una de las áreas en donde están ubicadas las diferentes máquinas o equipos de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura.</p> <p>3. DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA.</p> <p>El desarrollo de este procedimiento se encuentra sustentado en el marco teórico investigado y redactado en el capítulo II.</p> <p>4. GENERALIZACIÓN.</p> <p>La asignación de códigos a las áreas, instalaciones, máquinas, equipos, sistemas o elementos de máquinas sirve para identificar técnicamente y referenciar la ubicación y pertenencia de éstos en un lugar específico. A su vez esto nos permite ubicar dentro de un fichero o inventario con la finalidad de documentar las actividades para posibles necesidades en el futuro ya sea para repuestos o para respaldar su conservación.</p> <p>5. REALIZACIÓN</p> <p>Para la realización la codificación de las áreas de los laboratorios de materiales y taller de soldadura se realizará los siguientes pasos:</p>			
Código:	Fecha de Elaboración: 26/Nov/2013	Revisión: 00	Fase: 01
Elaborado por: Egdo. Santiago Sánchez Rojas	Revisado por: Egdo. Santiago Sánchez Rojas	Aprobado por: Ing. Mg. Juan Paredes Salinas	

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA Códigos de Identificación a las Áreas de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura.		
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Asignar un código numérico o alfanumérico a cada laboratorio. ➤ Identificar la ubicación de cada una de las máquinas o equipo. ➤ Asignar un código numérico o alfanumérico al área en donde se encuentra ubicada la máquina o equipo. <p>5.1 Identificar el laboratorio o los laboratorios sobre los cuales se va a trabajar.</p> <p>Para desarrollar este estudio se tomaran en cuenta los laboratorios de:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Materiales, y * Taller de soldadura <p>Que son los mismos sobre los cuales hemos estudiado a lo largo del Capítulo IV, y su ubicación esta los predios de Huachi de la Universidad Técnica de Ambato de la ciudad de Ambato, como se muestra en las figuras 4-1 y 4-2.</p> <p>5.2 Asignar un código numérico o alfanumérico a cada laboratorio.</p> <p>Para asignar un código a los laboratorios utilizaremos las primeras letras de sus nombres en mayúscula. En caso de coincidir las letras de un laboratorio con otro, haremos referencia a la segunda letra de su nombre, o a su vez se tomaran sus siglas en caso de existir. Así:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Laboratorio de Materiales - LM ➤ Taller de Soldadura – TS <p>5.3 Identificar la ubicación de cada una de las máquinas o equipo.</p> <p>Para identificar la ubicación de cada una de las máquinas o equipos será más efectivo</p>			
Código:	Fecha de Elaboración: 26/Nov/2013	Revisión: 00	Fase: 01
Elaborado por: Egdo. Santiago Sánchez Rojas	Revisado por: Egdo. Santiago Sánchez Rojas	Aprobado por: Ing. Mg. Juan Paredes Salinas	



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
Códigos de Identificación a las Áreas de los
Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura.



realizar un plano de planta, en donde se detallen todos.

5.4 Asignar un código numérico o alfanumérico al área en donde se encuentra ubicada la máquina o equipo.

Debido a que la ubicación de cada una de las máquinas y equipos en los laboratorios de materiales y taller de soldadura ya está dada, la codificación se hará en base a las actividad que cada una maquina desempeña.

5.4.1 Codificación de las Áreas del Laboratorio de Materiales.

En el Laboratorio de Materiales se encuentran diferentes secciones de trabajo para realizar varios ensayos y prácticas tal como se detalla en el Gráfico 4-3. Para nuestro estudio y caracterización de los códigos se detalla solo como áreas, puesto que su ubicación no está dada por tipo de ensayos.

DESCRIPCIÓN	CÓDIGO
Área de Metalurgia	MET
Área de Tratamientos Térmicos	TT
Área de END	END

5.4.2 Codificación de las Áreas del Taller de Soldadura.

En vista que en el Taller de Soldadura no se tienen otros laboratorios funcionando se codificará a sus máquinas y equipos de la siguiente manera:



DESCRIPCIÓN	CÓDIGO
Área de Soldadura	SOL

6. ANEXOS

En el Anexo B1 y B2 se detalla las áreas tanto del Laboratorio de Materiales como las áreas del Taller de Soldadura.

Código:	Fecha de Elaboración: 26/Nov/2013	Revisión: 00	Fase: 01
Elaborado por: Egdo. Santiago Sánchez Rojas	Revisado por: Egdo. Santiago Sánchez Rojas	Aprobado por: Ing. Mg. Juan Paredes Salinas	

6.7.2 CÓDIGOS DE IDENTIFICACIÓN DE LAS MÁQUINAS Y EQUIPOS.

	<p>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA Códigos de Identificación a las Máquinas y Equipos de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura.</p>		
<p>1. OBJETIVO.</p> <p>Asignar Códigos de Identificación a las Máquinas y Equipos de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura.</p> <p>2. ALCANCE.</p> <p>Este procedimiento identificar a las Máquinas o Equipos con un código para poder ubicarlo con facilidad en caso de que estos hayan sido ubicados en otra parte sin previo aviso.</p> <p>3. DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA.</p> <p>El desarrollo de este procedimiento se encuentra sustentado en el marco teórico investigado y redactado en el capítulo II.</p> <p>4. GENERALIZACIÓN.</p> <p>La asignación de códigos a las áreas, instalaciones, máquinas, equipos, sistemas o elementos de máquinas sirve para identificar técnicamente y referenciar la ubicación y pertenencia de éstos en un lugar específico.</p> <p>A su vez esto nos permite ubicar dentro de un fichero o inventario con la finalidad de documentar las actividades para posibles necesidades en el futuro ya sea para repuestos o para respaldar su conservación.</p> <p>5. REALIZACIÓN</p> <p>Para realizar la codificación de las máquinas y equipos de los laboratorios de</p>			
<p>Código:</p>	<p>Fecha de Elaboración: 26/Nov/2013</p>	<p>Revisión: 00</p>	<p>Fase: 02</p>
<p>Elaborado por: Egdo. Santiago Sánchez Rojas</p>	<p>Revisado por: Egdo. Santiago Sánchez Rojas</p>	<p>Aprobado por: Ing. Mg. Juan Paredes Salinas</p>	



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
Códigos de Identificación a las Máquinas y
Equipos de los Laboratorios de Materiales y
Taller de Soldadura.



materiales y taller de soldadura se realizará los siguientes pasos.

- Identificar y asignar códigos a las Máquinas y Equipos existentes en el laboratorio de materiales.
- Identificar y asignar códigos a las Máquinas y equipos existentes en el Taller de Soldadura.

5.1 Identificar y asignar códigos a las Máquinas y Equipos Existentes en el Laboratorio de Materiales.

Dentro del laboratorio de materiales se encuentran las siguientes máquinas y equipos, según el inventario entregado por el departamento de bienes de la FICM.

Anexo A1

ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ÁREA	CÓDIGO
1	1	CORTADORA DE MUESTRAS METALOGRAFICAS	Área Metalurgia	CMM-00
2	1	PRENSA HIDRAULICA MANUAL	Área Metalurgia	PHM-00
3	3	BANCO DE DESBASTE PARA CUATRO TIPOS DE PAPEL ABRASIVO	Área Metalurgia	BD-00
4	1	BANCO DE PULIDO DE 2 PUESTOS	Área Metalurgia	BP-00
5	1	SISTEMA DE CIRCUITO CERRADO DE TELEVISION	Área Metalurgia	SCT-00
6	2	HORNO DE TRATAMIENTOS TERMICOS TEMPERATURAS HASTA 1000°C	Área de Tratamientos Térmicos	HTT-00
7	1	HORNO DE SALES PARA TRAT. TERM. Y ENFRIAMIENTO EN SALES FUNDIDAS	Área de Tratamientos Térmicos	HTTS-00
8	2	EQUIPO PARA ENSAYO DE TEMPLABILIDA DE PROBETAS JOMINY	Área de Tratamientos Térmicos	TPJ-00
9	1	DURÓMETRO	Área de Metalurgia	DUR-00

Código:	Fecha de Elaboración: 26/Nov/2013	Revisión: 00	Fase: 02
Elaborado por: Egdo. Santiago Sánchez Rojas	Revisado por: Egdo. Santiago Sánchez Rojas	Aprobado por: Ing. Mg. Juan Paredes Salinas	



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
**Códigos de Identificación a las Máquinas y
Equipos de los Laboratorios de Materiales
y Taller de Soldadura.**



**5.2 Identificar y asignar códigos a las Máquinas y Equipos Existentes en el
Taller de Soldadura.**

Dentro del Taller de Soldadura podemos encontrar las siguientes máquinas y equipos, según lo detallado en el inventario proporcionado por el departamento de bienes de la FICM. Anexo A1



ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ÁREA	CÓDIGO
1	2	SOLDADORA ELÉCTRICA	Área de Soldadura	SE-00
2	2	SOLDADORA MIG	Área de Soldadura	SM-00
3	1	SOLDADORA GTAW	Área de Soldadura	SG-00
4	6	ESMERIL ELÉCTRICO 1HP	Área de Soldadura	EE-00
5	1	PRENSA HIDRAULICA 30 TONS SCHULZ SOMAR COLOR ROJO	Área de Soldadura	PH-00
6	1	HORNO GIRATORIO PARA FUNDIR ALUMINIO Y BRONCE	Área de Soldadura	HGF-00
7	1	TALADRO ELECTRICO DE PEDESTAL 3/4 HP 5/8 12 VEL. RON, COLOR AZUL	Área de Soldadura	TEP-00

6. ANEXOS



En el Anexo B1 y B2 se describe la ubicación de las Máquinas y Equipos de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura.

Código:	Fecha de Elaboración: 26/Nov/2013	Revisión: 00	Fase: 02
Elaborado por: Egdo. Santiago Sánchez Rojas	Revisado por: Egdo. Santiago Sánchez Rojas	Aprobado por: Ing. Mg. Juan Paredes Salinas	



6.7.3 ELABORACIÓN DE LAS FICHAS DE MÁQUINAS Y EQUIPOS.

	<p>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA Ficha de Máquina de las Máquinas y Equipos de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura.</p>		
<p>1. OBJETIVO.</p>			
<p>Elaborar una Ficha de Máquina de las Máquinas y Equipos de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura.</p>			
<p>2. ALCANCE.</p>			
<p>La elaboración de Fichas de Máquinas y Equipos es necesaria para tener documentado ciertas características específicas de los mismos y que serán requeridos para las labores de mantenimiento.</p>			
<p>3. DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA.</p>			
<p>El desarrollo de este procedimiento se encuentra sustentado en el marco teórico investigado y redactado en el capítulo II.</p>			
<p>4. GENERALIZACIÓN.</p>			
<p>Una ficha de máquina debe tener toda la información posible y necesaria para conocer a la misma así como para tener los cuidados necesarios tanto para el mantenimiento como para precautelar la integridad física de las personas que operen estas, y así evitar daños innecesarios y accidentes.</p>			
<p>5. REALIZACIÓN</p>			
<p>Para la realización de este procedimiento de creación de la ficha de máquinas, puesto que en su mayoría no lo tienen se llevara a cabo los siguientes pasos:</p>			
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Toma de Fotografía de cada una de las Máquinas y Equipos de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura. ➤ Identificación del número de inventario de las Máquinas y Equipos asignado por el departamento de bienes. ➤ Inspección, recolección y documentación de datos informativos de cada una de las Máquinas y Equipos. 			
<p>6. ANEXOS</p>			
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cada una de las Fichas de Máquinas se detallan en el Anexo B3 			
Código:	Fecha de Elaboración: 26/Nov/2013	Revisión: 00	Fase: 03
Elaborado por: Egdo. Santiago Sánchez Rojas	Revisado por: Egdo. Santiago Sánchez Rojas	Aprobado por: Ing. Mg. Juan Paredes Salinas	



6.7.4 ELABORACIÓN DE UNA MATRIZ DE LIMPIEZA.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA Matriz de Limpieza de las Máquinas y Equipos de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura		
<p>1. OBJETIVO.</p> <p>Elaborar una Matriz de Limpieza de las Máquinas y Equipos de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura</p> <p>2. ALCANCE.</p> <p>La elaboración de la Matriz de Limpieza es necesaria para desprender excesos de grasas o aceites así como excesos de humedad, virutas y demás impurezas que pueden causar averías o deterioro de la Máquinas y Equipos.</p> <p>3. DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA.</p> <p>El desarrollo de este procedimiento se encuentra sustentado en el marco teórico investigado y redactado en el capítulo II.</p> <p>4. GENERALIZACIÓN.</p> <p>En la matriz de limpieza se detallara las frecuencias con que se debe realizar la limpieza, los equipos o implementos necesarios, que tipo de limpieza, número de personas necesarias para cumplir con el trabajo, tiempo de trabajo entre otros.</p> <p>5. REALIZACIÓN</p> <p>La matriz de limpieza será realizada en un solo formato para todas las Máquinas y Equipos tanto del Laboratorio de Materiales como del Taller de Soldadura. Para alcanzar esta matriz se deberá cumplir con los siguientes pasos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Enlistar las Máquinas y Equipos de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura. ➤ Enlistar el estado de Criticidad de los Sistemas que comprenden las Máquinas y Equipos. ➤ Enlistar el Impacto que causa su criticidad, y citar los instrumentos necesarios para realizar el trabajo. <p>6. ANEXOS</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ En el Anexo C1 y C4 se describe la Matriz de Limpieza de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura. 			
Código:	Fecha de Elaboración: 26/Nov/2013	Revisión: 00	Fase: 04
Elaborado por: Egdo. Santiago Sánchez Rojas	Revisado por: Egdo. Santiago Sánchez Rojas	Aprobado por: Ing. Mg. Juan Paredes Salinas	



6.7.5 ELABORACIÓN DE UNA MATRIZ DE INSPECCIÓN.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA Matriz de Inspección de las Máquinas y Equipos de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura		
<p>1. OBJETIVO.</p> <p>Elaborar una Matriz de Inspección de las Máquinas y Equipos de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura</p> <p>2. ALCANCE.</p> <p>Con esta matriz se pretende detectar posibles fallos y corregirlos a tiempo y evitar costos elevados por reposición o mantenimiento..</p> <p>3. DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA.</p> <p>El desarrollo de este procedimiento se encuentra sustentado en el marco teórico investigado y redactado en el capítulo II.</p> <p>4. GENERALIZACIÓN.</p> <p>En esta matriz al igual que en la anterior, se detallara las frecuencias con que se debe hacer una inspección, número de personas necesarias para cumplir con el trabajo, tiempo de trabajo entre otros.</p> <p>5. REALIZACIÓN</p> <p>De igual manera que con la matriz de limpieza se trabajara para establecer la matriz de inspección. En esta matriz se deberá cumplir con los siguientes pasos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Enlistar las Máquinas y Equipos de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura. ➤ Enlistar el estado de Criticidad de los Sistemas que comprenden las Máquinas y Equipos. ➤ Enlistar el Impacto que causa su criticidad, y citar los instrumentos necesarios para realizar el trabajo. <p>6. ANEXOS</p> <p>En el Anexo C2 y C5 se describe la Matriz de Inspección de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura.</p>			
Código:	Fecha de Elaboración: 26/Nov/2013	Revisión: 00	Fase: 05
Elaborado por: Egdo. Santiago Sánchez Rojas	Revisado por: Egdo. Santiago Sánchez Rojas	Aprobado por: Ing. Mg. Juan Paredes Salinas	

6.7.6 ELABORACIÓN DE UNA MATRIZ DE MANTENIMIENTO.

	<p>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA Matriz de Mantenimiento de las Máquinas y Equipos de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura.</p>		
<p>1. OBJETIVO.</p> <p>Elaborar una Matriz de Mantenimiento de las Máquinas y Equipos de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura.</p> <p>2. ALCANCE.</p> <p>Con la matriz de mantenimiento se pretende establecer que trabajos y en que tiempos se los debe realizar a las máquinas o equipos de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura.</p> <p>3. DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA.</p> <p>El desarrollo de este procedimiento se encuentra sustentado en el marco teórico investigado y redactado en el capítulo II.</p> <p>4. GENERALIZACIÓN.</p> <p>El mantenimiento permite a los operarios corregir o mejorar el funcionamiento de una máquina o equipos, y eso es justamente lo que hace falta a las Máquinas y Equipos de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura.</p> <p>5. REALIZACIÓN</p> <p>La Matriz de Mantenimiento deberá realizarse siguiendo los siguientes pasos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Enlistar las Máquinas y Equipos de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura. ➤ Enlistar el estado de Criticidad de los Sistemas que comprenden las Máquinas y Equipos. ➤ Enlistar el Impacto que causa su criticidad, y citar los instrumentos necesarios para realizar el trabajo. ➤ Documentar el trabajo a realizarse. <p>6. ANEXOS</p> <p>En el Anexo C3 y C6 se describe la Matriz de Mantenimiento de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura.</p>			
Código:	Fecha de Elaboración: 26/Nov/2013	Revisión: 00	Fase: 06
Elaborado por: Egdo. Santiago Sánchez Rojas	Revisado por: Egdo. Santiago Sánchez Rojas	Aprobado por: Ing. Mg. Juan Paredes Salinas	

6.7.7 ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO.

	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA Plan de Mantenimiento de las Máquinas y Equipos de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura</p>		
<p>1. OBJETIVO.</p> <p>Elaborar un Plan de Mantenimiento de las Máquinas y Equipos de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura.</p> <p>2. ALCANCE.</p> <p>El plan de mantenimiento permitirá combinar las matrices de limpieza, inspección y mantenimiento en un mismo documento para que sirva de guía al personal que frecuenta los laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura.</p> <p>3. DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA.</p> <p>El desarrollo de este procedimiento se encuentra sustentado en el marco teórico investigado y redactado en el capítulo II.</p> <p>4. GENERALIZACIÓN.</p> <p>El plan de mantenimiento permitirá conservar en óptimo estado las máquinas y equipos de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura, lo que garantizará un mejor desempeño de las actividades y una mejor fiabilidad.</p> <p>5. REALIZACIÓN</p> <p>El plan de mantenimiento se realizará de la siguiente manera:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Combinar las matrices de limpieza, inspección y mantenimiento en un solo documento. ➤ Asignar colores a las actividades, identificando a cada una de ellas para mejor apreciación y lectura por parte de los operarios de las Máquinas y Equipos de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura. <p>6. ANEXOS</p> <p>En el Anexo D1 y D2 se describe el Plan Anual de Mantenimiento de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura.</p> <p>En el Anexo D2 y D4 se puede encontrar el Plan Anual, que hace referencia de igual manera a las actividades de mantenimiento.</p>			
Código:	Fecha de Elaboración: 26/Nov/2013	Revisión: 00	Fase: 07
Elaborado por: Egdo. Santiago Sánchez Rojas	Revisado por: Egdo. Santiago Sánchez Rojas	Aprobado por: Ing. Mg. Juan Paredes Salinas	

6.7.8 COSTOS DE MANTENIMIENTO

A continuación redactaremos los costos de mantenimiento en lo que respecta a mano de obra, puesto que el costo de materiales y carga fabril (servicios básicos) pueden variar en el mercado.

Tabla 6-1 Costo de Mantenimiento por Mano de Obra del Laboratorio de Materiales

COSTOS POR MANO DE OBRA LABORATORIO DE MATERIALES	
ITEM	Costo (dólares)
Matriz de Limpieza	5086,55
Matriz de Inspección	8254,47
Matriz de Mantenimiento	2207,4
<i>TOTAL LM</i>	15548,42

Fuente: Elaborado por el Autor

Tabla 6-2 Costo de Mantenimiento por Mano de Obra del Taller de Soldadura

COSTOS POR MANO DE OBRA TALLER DE SOLDADURA	
ITEM	Costo (dólares)
Matriz de Limpieza	2929,04
Matriz de Inspección	3157,3
Matriz de Mantenimiento	1363,38
<i>TOTAL TS</i>	6086,34

Fuente: Elaborado por el Autor

Tabla 6-3 Costo Total de Mantenimiento por Mano de Obra De los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura

COSTOS DE MANTENIMIENTO POR MANO DE OBRA	
ITEM	Costo (dólares)
Laboratorio de Materiales	15548,42
Taller de Soldadura	6086,34
TOTAL	21634,76

Fuente: Elaborado por el Autor

6.8 ADMINISTRACIÓN

El análisis económico del presente trabajo se presenta a continuación en una tabla donde se detallan todos los gastos que estuvieron presentes durante su desarrollo.

Tabla 6-4 Costo total de la Investigación

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
RECURSO HUMANO					
1	Remuneración del Autor	1	u	\$ 400,00	\$ 400,00
2	Dibujante	1	u	\$ 100,00	\$ 100,00
VARIOS					
3	Material de Oficina	1	u	\$ 60,00	\$ 60,00
4	Internet	1	u	\$ 50,00	\$ 50,00
5	Transporte	1	u	\$ 300,00	\$ 300,00
6	Impresiones y Empastado	3	u	\$ 80,00	\$ 240,00
TOTAL					\$ 1.150,00

Fuente: Realizado por el Autor

6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

Una vez concluido el trabajo de investigación, el mismo que fue desarrollado exclusivamente para los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura, nos pudimos dar cuenta que existen algunas fallas y averías, debido al tanto tiempo que se han tenido desatendidas las Máquinas y Equipos, los mismos que se lograran reparar y mejorar conforme se vaya realizando las tareas de mantenimiento en los tiempos estipulados en el presente trabajo.

La investigación propone conservar las Máquinas y Equipos de la Carrera de Ingeniería Mecánica, y así garantizar su funcionamiento lo cual permitirá complementar la educación de excelencia que presta la Universidad Técnica de Ambato.

Esta investigación puede servir como referencia para desarrollar otros planes de conservación y mantenimiento a los demás laboratorios existentes en la Carrera, puesto que se cuenta con una amplia gama de máquinas y equipos que no se encuentran enlistados en los registros del departamento de bienes, de los cuales no se sabe si tienen los mismos inconvenientes encontrados en el desarrollo de nuestro trabajo.

Se recomienda además que se vayan registrando cada uno de los trabajos a los que son sometidos las máquinas y equipos con la finalidad de en un futuro se pueda evaluar tanto económicamente como funcionalmente y proponer mejoras en los trabajos y tiempos establecidos en nuestra propuesta.

BIBLIOGRAFÍA

REFERENCIAS DE LIBROS

- [1] Dounce, E. (2006). *Un Enfoque Analítico del Mantenimiento Industrial* (Primera ed.). Mexico: Patria.
- [2] Dounce, E. (s.f.). *La Productividad en el Mantenimiento Industrial* (Decima ed.). Mexico: Patria.
- [3] García Palencia, O. (2012). *Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial*. Bogotá, Colombia: Ediciones de la U.
- [4] Gatica, R. R. (2009). *Mantenimiento Industrial* (Primera ed.). Mexico: Trillas.
- [5] González Fernandez, F. J. (2004). *Auditoría del Mantenimiento e Indicadores de Gestión*. Madrid, España: Artegraf SA.
- [6] Herrera, L., Medina, A., & Naranjo, G. (2008). *Tutoria de la Investigacion Científica* (Tercera ed.). Ecuador.
- [7] Mas, M. P., Torre, I., & Lacasa, C. (1995). *Gestion de Calidad*. Mexico: Prentice Hall Hispanoamericana SA.
- [9] Nava, V. M. (2010). *ISO 9001 - 2008 Elementos para Conocer e Implementar la Norma de Calidad para la Mejora Continua*. Mexico: Limusa.

REFERENCIAS DE REVISTAS PUBLICACIONES Y TESIS

- [10] ARPI C.; POZO F (2005). *Estudio para la Implantación de un Sistema de Calidad ISO/EC 17025 en el Laboratorio de Soldadura de la EPN*. (Proyecto para obtener el Título de Tecnólogo Industrial). Escuela de Formación de Tecnólogos, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.

[11] López, N.; Jibaja, J. (2007). *Implantación de la Norma ISO 17025 en el laboratorio de Medio Ambiente del Departamento de Ciencias de la Tierra y de la Construcción*. (Proyecto previa a la obtención del título de Ingeniero Geógrafo y del Medio Ambiente). Departamento de Ciencias de la Tierra y de la Construcción, Escuela Politécnica del Ejército, Sangolqui, Ecuador.

[12] Rivera, J. (2008). *Determinación de los costos para los trabajos de extensión del laboratorio de soldadura de la E.P.N.* (Memoria para optar al Título de Tecnólogo Industrial). Escuela de Formación de Tecnólogos, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.

LINCOGRAFÍA

[13] Carreño, T. (2002). *Ensayo sobre la Norma ISO 17025*, (1ra. Publicación). Recuperado de <http://www.scribd.com/doc/34191725/iso-17025>

[14] Gestión – Calidad Consulting (2009). *La Norma ISO/IEC 17025*. (Publicación). Recuperado de <http://www.GESTIÓN-calidad.com/iso-iec-17025.html>

[15] Perugachi, R. (2011). *Implementación de la norma* (Publicación). Recuperado de http://www.oae.gob.ec/admin_oae/_upload/LEMAT%20Ensayos%20Septiembre%202011.pdf

[16] Ramírez, V. (2006). *Normas APA para citas y elaboración de bibliografía*. Pontificia Universidad Católica de Chile. Escuela de Psicología. Recuperado de http://iesecleston.buenosaires.edu.ar/Normas_APA.pdf

ANEXOS

Anexo A 1: Inventario del Departamento de Bienes del Laboratorio de Materiales y Taller de Soldadura.

Ambato, 15 de julio de 2013

M.Sc. Ingeniero

Francisco Pazmiño

DECANO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

Presente

De mi consideración:

Yo, SANTIAGO EDUARDO SÁNCHEZ ROJAS con CI: 180352777-9, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la carrera de Ingeniería Mecánica, me dirijo a usted para solicitarle de la manera más comedida autorice a quien corresponda se me conceda una copia del Inventario de Máquinas y herramientas de los laboratorios de metalurgia y taller de soldadura, documento necesario para la realización de mi tesis.

Por la favorable atención que se digne dar a la presente anticipo mis debidos agradecimientos.


Atentamente,



SANTIAGO EDUARDO SÁNCHEZ ROJAS

CI: 180352777-9

*Por favor,
Dr. López autorizarme
15-7-13*



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO

ING. CIVIL

PAGINA : 1

Reporte POR CUSTODIA DEL 01/01/1900 al 06/11/2012
 FECHA : 06/11/2012

RESPONSABLE : LAB METALURGICA BIENIFL(1)

CODIGO No.	DESCRIPCION DEL BIEN	MARCA	SERIE	ESTADO	VALOR	FECHA	UBICACION	
	Saldo anterior al:01/01/1900				0,00			
0730319720001	BURQUETO RANCO DE MEDIDAS: 4-450 HBS, 20-DBIRA, 20-10 HBS, 20-70HRC, 200-1000HV, PROFUND GARGANTA 160MM, DIMENS. 400x290x760MM N.I.090	WYATIN		BUENO	7.450,00	04/07/2008	Laboratorios	
0731021750001	BORNOS DE TRATAMIENTO TECNICO PARA TEMPERATURAS HASTA 1000°C, CAMARA D E 200 MMx250V, NOTA INGB036			BUENO	1.450,00	12/06/2006	Centro de mecanización	
0731021750002	BORNOS DE SALES PARA TRATAMIENTO TERMICOS Y ENFRIAMIENTO EN SALES FUNDIDAS DE 150MM DE DIAMETRO Y 150 PROFUND, NOTA INGB036			BUENO	550,00	12/06/2006	Centro de mecanización	
0731022450001	MICROSCOPIO METALOGRAFICO INVERTIDO VAN GUARD CON OBJETOS 1X,10X,20X,40X. SISTEMA DE ILLUMINACION INCLUYE CONDENSADOR, NOTA INGB036			BUENO	3.235,00	12/06/2006	Centro de mecanización	
0731022970001	PRESA HIDRAULICA MANUAL PARA ELABORAR PROBETAS MEDIANTE MONTAJE DE MUESTRAS POR TERMOCOMPRESION, NOTA INGB036			BUENO	2.500,00	12/06/2006	Centro de mecanización	
0731029490001	CORTADORA DE MUESTRAS METALOGRAFICA DE HASTA 25MM DE DISCO ABRASIVO, E MFRIMA POR AGUA POCIA TOTAL 1.5HP,3500RPM,220V, NOTA INGB036			BUENO	1.150,00	12/06/2006	Centro de mecanización	
0731029450001	BANCO DE DESABASTE PARA CUATRO TIPOS DE PAPEL ABRASIVO DE 3", NOTA INGB036			BUENO	375,00	12/06/2006	Centro de mecanización	
0731029450002	BANCO DE DESABASTE PARA CUATRO TIPOS DE PAPEL ABRASIVO DE 3", NOTA INGB036			BUENO	375,00	12/06/2006	Centro de mecanización	
0731029450003	BANCO DE DESABASTE PARA CUATRO TIPOS DE PAPEL ABRASIVO DE 2", NOTA DE I NGB 036			BUENO	300,00	12/06/2006	Centro de mecanización	
0731029460001	BANCO DE PULIDO DE DOS PUESTOS CON SU RESPECTIVO LAVADOR DE MUESTRAS, POTENCIA TOTAL 1HP, 150-450RPM, NOTA INGB036			BUENO	1.800,00	12/06/2006	Centro de mecanización	
0731029490001	EQUIPO PARA ENSAYO DE TEMPLABILIDAD DE PROBETAS JOMINY, NOTA INGB036	JOMINY		BUENO	550,00	12/06/2006	Centro de mecanización	
0731029500001	SISTERA DE CIRCUITO SISTEMA DE CIRCUITO CERRADO DE TELEVISION, CONSTA DE COMPUTADOR P IV, CAMARA DIGITAL, TELEVISOR 21", SOFTWARE, NOTA INGB			BUENO	2.750,00	12/06/2006	Centro de mecanización	
0731029630001	BALANZA ELECTRONICA, CAPACIDAD DE PESO 6100G, SENSIBILIDAD 0.1G, MARCA BOECO, MODELO: BBL61, SERIE: 19509035 N.I.063	BOECO	19509035	BUENO	1.290,00	12/07/2007	Centro de mecanización	
					SUBAN	23.775,00	TOTAL ==>	23.775,00



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO

ING. CIVIL

PAGINA : 1

Reporte POR CUSTODIA del 01/01/1980 al 06/11/2012
FECHA : 06/11/2012

RESPONSABLE : TALLER

CTRL11FL(1)

CODIGO No.	DESCRIPCION DEL BIEN	MARCA	SERIE	ESTADO	VALOR	FECHA	UBICACION
	Saldo anterior al:01/01/1980				0,00		
1710106140005	ANAQUEL ESTANTE DE METAL DIVISIONES, TABLEO MADERA FORMICA, 4 VIDRIOS CORRED. SEGUR., DE:1.75X0.70X0.40X SON 2 CUERPOS			REGUL.	70,57	31/12/1992	Biblioteca
873011750001	HORNOS QUARTORIO PARA FUNDIR ALUMINIO Y BRONCE -TALLER DE MECANICA	ESM-IMP		BUENO	5.400,00	23/10/2003	Administración Central faculta Laboratorios
873011754001	ESMERIL ELECTRICO 1HP/PIEDRA ZIF-TW			BUENO	166,60	01/10/2003	Laboratorios
873011754002	ESMERIL ELECTRICO 1HP/PIEDRA ZIF-TW			BUENO	166,60	01/10/2003	Laboratorios
873011754003	ESMERIL ELECTRICO 1HP/PIEDRA ZIF-TW			BUENO	166,60	01/10/2003	Laboratorios
873011754004	ESMERIL ELECTRICO 1HP/PIEDRA ZIF-TW			BUENO	166,60	01/10/2003	Laboratorios
873011754005	ESMERIL ELECTRICO 1HP/PIEDRA ZIF-TW			BUENO	166,60	01/10/2003	Laboratorios
873011750006	VENTEROL ESCUADRA UNIVERSAL C/CONIMETRO STARRETT	STARRETT		BUENO	264,60	01/10/2003	Laboratorios

SUMAR 6.734,87 TOTAL ==> 6.734,87




Reporte POR SUSPENDIA Del 01/01/1900 al 06/11/2012
 FECHA : 06/11/2012

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO

RESPONSABLE : 2011 LAB METALURGICA **BENIIFL(G)**

IND. CIVIL

PAGINA : 1

CODIGO No.	DESCRIPCION DEL BIEN	MARCA	SERIE	ESTADO	VALOR	FECHA	UBICACION
Saldo anterior al: 01/01/1900 0,00							
873031630001	SOLDADORA ELECTRIC MILLER DIALARG 250 AC/DC, NIBR152-2011, LABORATORIO METALURGICA-MECANICA	MILLER	W83A0345V	PUEBLO	2.901,70	31/12/2011	Laboratorios
873031630002	SOLDADORA HID. NIBR4153-2011, LABORATORIO DE METALURGICA-MECANICA	MILLER	#94A0730H	PUEBLO	4.910,00	31/12/2011	Laboratorios
873031630003	SOLDADORA MILLER, NIBR4153-2011, LABORATORIO DE METALURGICA-MECANICA	MILLER	#00A0203L	PUEBLO	6.786,71	31/12/2011	Laboratorios
					SUMAR	14.598,21	TOTAL ==> 14.598,21

Anexo A 2: Gestión de la Prevención de Riesgos

MÓDULO 7. GESTIÓN DE LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

U.D. 7.4: Sistemas de gestión de la prevención de riesgos laborales: Comunicación y formación

Para el cumplimiento por parte de la empresa de los requisitos normativos debe llevar a establecer un procedimiento de "selección, actualización, distribución y registro de la legislación aplicable en P.R.L."

Este procedimiento debe contener:

- a) Cómo y qué persona en la empresa debe obtener información y de qué fuentes.
- b) A qué personas de la empresa hay que facilitar la información obtenida.
- c) Quién ha de diseñar y poner en marcha la cadena de acciones necesaria para cumplir con la nueva información.
- d) Quién y con qué método se comprobará la eficacia de las sesiones emprendidas.
- e) Qué tipo de registros documentales han de guardarse que justifiquen las acciones emprendidas.
- f) Quién debe y cómo debe actuar ante fallos detectados.

Un procedimiento debe seguir siempre un mismo guión en cuanto a su estructura.

A. OBJETO: Establece con claridad el "por qué" del procedimiento.

B. ALCANCE: Define los límites de aplicación del procedimiento.

C. DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA: Cita la documentación en base a la cual se ha elaborado el procedimiento.

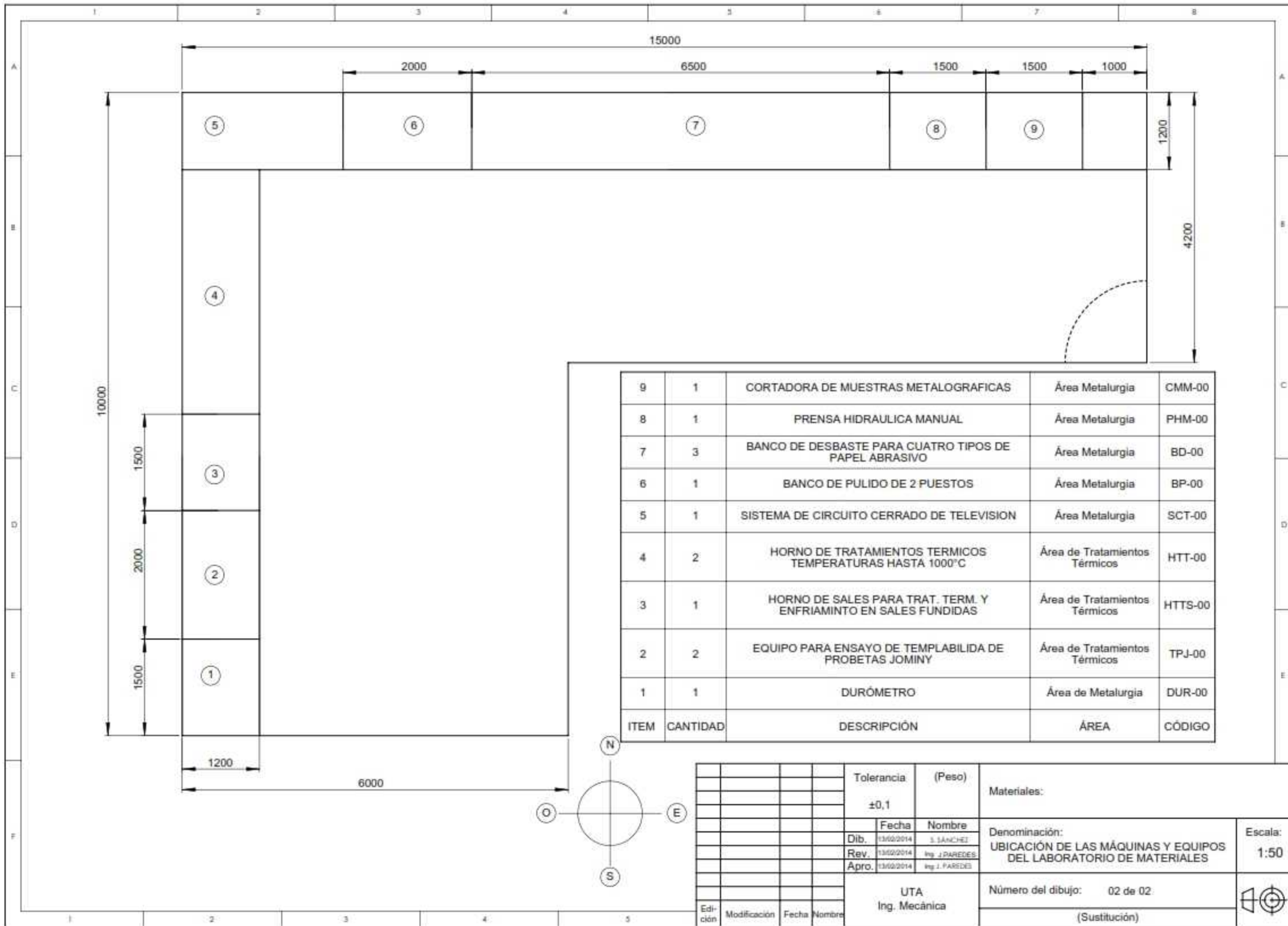
D. GENERALIZACIÓN: Da información de carácter general que ayude a comprender el procedimiento.

E. REALIZACIÓN: Describe:

- Las actividades que son objeto del procedimiento.

Anexo B 1:

Distribución de la planta física de Laboratorio de Materiales

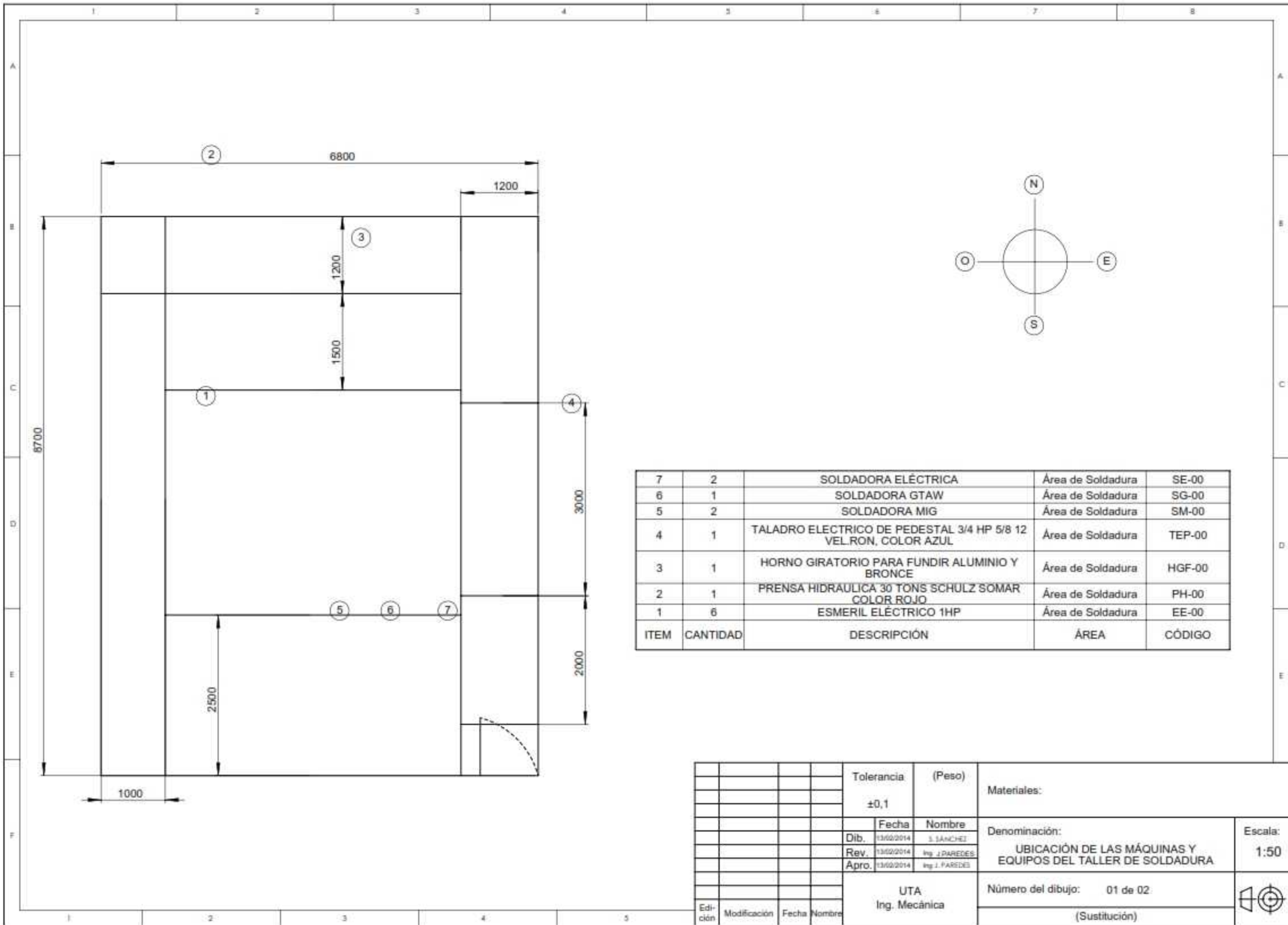


9	1	CORTADORA DE MUESTRAS METALOGRAFICAS	Área Metalurgia	CMM-00
8	1	PRENSA HIDRAULICA MANUAL	Área Metalurgia	PHM-00
7	3	BANCO DE DESBASTE PARA CUATRO TIPOS DE PAPEL ABRASIVO	Área Metalurgia	BD-00
6	1	BANCO DE PULIDO DE 2 PUESTOS	Área Metalurgia	BP-00
5	1	SISTEMA DE CIRCUITO CERRADO DE TELEVISION	Área Metalurgia	SCT-00
4	2	HORNO DE TRATAMIENTOS TERMICOS TEMPERATURAS HASTA 1000°C	Área de Tratamientos Térmicos	HTT-00
3	1	HORNO DE SALES PARA TRAT. TERM. Y ENFRIAMIENTO EN SALES FUNDIDAS	Área de Tratamientos Térmicos	HTTS-00
2	2	EQUIPO PARA ENSAYO DE TEMPLABILIDA DE PROBETAS JOMINY	Área de Tratamientos Térmicos	TPJ-00
1	1	DURÓMETRO	Área de Metalurgia	DUR-00
ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ÁREA	CÓDIGO

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1			
				Fecha	Nombre	Denominación:	
				Dib. 13/02/2014	S. SANCHEZ	UBICACIÓN DE LAS MÁQUINAS Y EQUIPOS DEL LABORATORIO DE MATERIALES	
				Rev. 13/02/2014	Ing. J. PAREDES	Escala: 1:50	
				Apro. 13/02/2014	Ing. J. PAREDES	Número del dibujo: 02 de 02	
				UTA Ing. Mecánica		(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

Anexo B 2:

Distribución de la planta física de Taller de Soldadura.



7	2	SOLDADORA ELÉCTRICA	Área de Soldadura	SE-00
6	1	SOLDADORA GTAW	Área de Soldadura	SG-00
5	2	SOLDADORA MIG	Área de Soldadura	SM-00
4	1	TALADRO ELECTRICO DE PEDESTAL 3/4 HP 5/8 12 VEL. RON. COLOR AZUL	Área de Soldadura	TEP-00
3	1	HORNO GIRATORIO PARA FUNDIR ALUMINIO Y BRONCE	Área de Soldadura	HGF-00
2	1	PRENSA HIDRAULICA 30 TONS SCHULZ SOMAR COLOR ROJO	Área de Soldadura	PH-00
1	6	ESMERIL ELÉCTRICO 1HP	Área de Soldadura	EE-00
ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ÁREA	CÓDIGO

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1			
				Fecha	Nombre	Denominación:	
				Dib. 13/02/2014	S. SANCHEZ	UBICACIÓN DE LAS MÁQUINAS Y EQUIPOS DEL TALLER DE SOLDADURA	
				Rev. 13/02/2014	Ing. J. PAREDES	Escala: 1:50	
				Apro. 13/02/2014	Ing. J. PAREDES	Número del dibujo: 01 de 02	
				UTA Ing. Mecánica		(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

Anexo B 3: Fichas de Máquinas

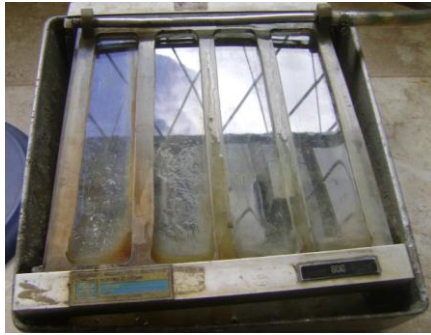
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
FICHA DE:		MÁQUINA <input type="checkbox"/>	EQUIPO <input checked="" type="checkbox"/>
	LABORATORIO DE MATERIALES		
			
	CÓDIGO:	LM-MET-DUR-00	
	DURÓMETRO		
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
MARCA:	Hardness Tester Brinell Rocker Vickers		
PROCEDENCIA:		VOLTAJE:	110 Volt.
MODELO:	HBRV - 187.5	SERIE:	
DIMENSIONES:	76 x 20 x 46 cm	CODIGO UNI. BIENES:	8730319720001
PUESTA EN OPERACIÓN:	04/07/2008	PROVEEDOR:	
UBICACIÓN:	Lab. Materiales		
CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS			
Pesas			
Bombillo	110V		
Microscopio de Durómetro	Marca IC-5/ Serie 20072785		
Identadores Esféricos	1/16in. - 2,5mm - 5mm		
Identador Cónico de Diamante			
Identador Piramidal			
Patrones de Calibración Rectangulares	se tiene 7		
Patrones de Calibración Circulares	se tiene 2		
Fusible	se tiene 5		
Foco para la Pantalla del Durómetro	se tiene 1		

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
FICHA DE:		MÁQUINA <input type="checkbox"/>	EQUIPO <input checked="" type="checkbox"/>
		LABORATORIO DE MATERIALES	
			
		CÓDIGO:	LM-TT-HTT-00
		HORNO DE TRATAMIENTOS TERMICOS PARA TEMPERATURA HASTA 1000°C	
CARACTERISTICAS GENERARES			
MARCA:	im&m	POTENCIA:	1600 W
CORRIENTE:	10:00 AM	VOLTAJE:	220 V
PROCEDENCIA:	Ecuador	FASES:	2
MODELO:	HTT 1000	SERIE:	IMM009
DIMENSIONES:	71 x 53 x 54	CODIGO UNI. BIENES:	8731021750001
PUESTA EN OPERACIÓN:	12/06/2006	PROVEEDOR:	Ing. Mario Pastor ESPOCH
UBICACIÓN:	Lab. Materiales		
CARACTERISTICAS ESPECIFICAS			
Controlador de Temperatura		Analógico	
Contactor		Marca: Samssis - 220 V	

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
FICHA DE:		MÁQUINA <input checked="" type="checkbox"/>	EQUIPO <input type="checkbox"/>
		LABORATORIO DE MATERIALES	
			
		CÓDIGO:	LM-TT-HTTS-00
		HORNO DE SALES PARA TRAT. TERM. Y ENFRIAMIENTO EN SALES FUNDIDAS	
CARACTERISTICAS GENERARES			
MARCA:	im&m	POTENCIA:	1000 W
CORRIENTE:	10A	FASES:	1
PROCEDENCIA:	Ecuador	VOLTAJE:	110 V
MODELO:	HSS15	SERIE:	IMM10
DIMENSIONES:	43,5 x 47,5 x 44 cm	CODIGO UNI. BIENES:	8731021750002
PUESTA EN OPERACIÓN:	12/06/2006	PROVEEDOR:	Ing. Mario Pastor ESPOCH
UBICACIÓN:	Lab. Materiales		
CARACTERISTICAS ESPECIFICAS			
Controlador de Temperatura		Analógico	

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
FICHA DE:		MÁQUINA <input checked="" type="checkbox"/>	EQUIPO <input type="checkbox"/>
		LABORATORIO DE MATERIALES	
			
		CÓDIGO:	LM-MET-PHM-00
		PRENSA HIDRAULICA MANUAL	
CARACTERISTICAS GENERALES			
MARCA:	im&m	POTENCIA:	1200W
CORRIENTE:	10A	FASES:	1
PROCEDENCIA:	Ecuador	VOLTAJE:	110 Volt.
MODELO:	PHM30	SERIE:	IMM015
DIMENSIONES:	63 x 44 x 28,5 cm	CODIGO UNI. BIENES:	8731022970001
PUESTA EN OPERACIÓN:	12/06/2006	PROVEEDOR:	Ing. Mario Pastor ESPOCH
CARACTERISTICAS ESPECIFICAS			
Temporizador		Analógico	
Manómetro		de 0 a 300 bares	
Gato Hidráulico		Capacidad: 3 Ton.	
Electroválvula			
Resistencia Eléctrica			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
FICHA DE:		MÁQUINA <input checked="" type="checkbox"/>	EQUIPO <input type="checkbox"/>
	LABORATORIO DE MATERIALES		
			
	CÓDIGO:	LM-MET-CMM-00	
	CORTADORA DE MUESTRAS METALOGRAFICAS		
CARACTERISTICAS GENERALES			
MARCA:	im&m	POTENCIA MOTOR:	1 HP
CORRIENTE:	6A	FASES:	3
PROCEDENCIA:	Ecuador	VOLTAJE:	220 Volt.
MODELO:	CDA2	SERIE:	CDAIMM012
DIMENSIONES:	59 x 50 x 33 cm	CODIGO UNI. BIENES:	8731029440001
PUESTA EN OPERACIÓN:	12/06/2006	PROVEEDOR:	Ing. Mario Pastor ESPOCH
UBICACIÓN:	Lab. Materiales		
CARACTERISTICAS ESPECIFICAS			
Motor		Marca: Siemens	
Bandas de Transmisión			
Sistema de Refrigeración			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA****CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**FICHA DE: MÁQUINA EQUIPO **LABORATORIO DE MATERIALES**

CÓDIGO:

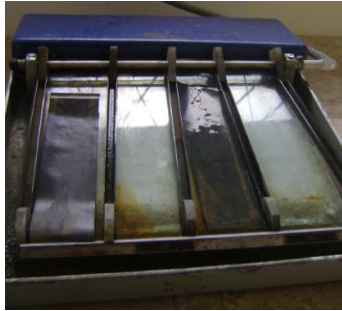
LM-MET-BD-00

BANCO DE DESBASTE PARA CUATRO TIPOS DE PAPEL ABRASIVO**CARACTERÍSTICAS GENERALES**

MARCA:	im&m	POTENCIA:	(manual)
PROCEDENCIA:	Ecuador	VOLTAJE:	(manual)
MODELO:	ESM2	SERIE:	IMM008
DIMENSIONES:	42 x 17 x 55,5 cm	CODIGO UNI. BIENES:	8731029450001
PUESTA EN OPERACIÓN:	12/06/2006	PROVEEDOR:	Ing. Mario Pastor ESPOCH
UBICACIÓN:	Lab. Materiales		

CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS

Base portalijas de Vidrio	
Tubería de Alimentación de Agua	
Tubería de Descarga de Agua	

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA****CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**FICHA DE: MÁQUINA EQUIPO **LABORATORIO DE MATERIALES**

CÓDIGO:

LM-MET-BD-01

BANCO DE DESBASTE PARA CUATRO TIPOS DE PAPEL ABRASIVO**CARACTERISTICAS GENERALES**

MARCA:	im&m	POTENCIA:	(manual)
PROCEDENCIA:	Ecuador	VOLTAJE:	(manual)
MODELO:	ESM2	SERIE:	IMM008
DIMENSIONES:	42 x 17 x 55,5 cm	CODIGO UNI. BIENES:	8731029450002
PUESTA EN OPERACIÓN:	12/06/2006	PROVEEDOR:	Ing. Mario Pastor ESPOCH
UBICACIÓN:	Lab. Materiales		

CARACTERISTICAS ESPECIFICAS

Base portalijas de Vidrio	
Tubería de Alimentación de Agua	
Tubería de Descarga de Agua	

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA****CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**FICHA DE: MÁQUINA EQUIPO **LABORATORIO DE MATERIALES****CÓDIGO:**

LM-MET-BD-02

BANCO DE DESBASTE PARA CUATRO TIPOS DE PAPEL ABRASIVO**CARACTERÍSTICAS GENERALES**

MARCA:	im&m	POTENCIA:	(manual)
PROCEDENCIA:	Ecuador	VOLTAJE:	(manual)
MODELO:	ESM2	SERIE:	IMM008
DIMENSIONES:	42 x 17 x 55,5 cm	CODIGO UNI. BIENES:	8731029450003
PUESTA EN OPERACIÓN:	12/06&2006	PROVEEDOR:	Ing. Mario Pastor ESPOCH
UBICACIÓN:	Lab. Materiales		

CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS

Base portalijas de Vidrio	
Tubería de Alimentación de Agua	
Tubería de Descarga de Agua	

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
FICHA DE:	MÁQUINA <input checked="" type="checkbox"/>	EQUIPO <input type="checkbox"/>	
		LABORATORIO DE MATERIALES	
			
		CÓDIGO:	LM-MET-BP-00
		BANCO DE PULIDO DE 2 PUESTOS	
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
MARCA:	im&m	POTENCIA DE MOTOR:	1 HP
CORRIENTE:	10A	FASES:	2
PROCEDENCIA:	Ecuador	VOLTAJE:	220 V
MODELO:	PDM8	SERIE:	IMM014
DIMENSIONES:	67,5 x 85 x 32,5 cm	CODIGO UNI. BIENES:	8731029460001
PUESTA EN OPERACIÓN:	12/06/2006	PROVEEDOR:	Ing. Mario Pastor ESPOCH
UBICACIÓN:	Lab. Materiales		
CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS			
2 Motores		Marca: WEG/1HP	
2 Variadores de Frecuencia		Marca: Siemens/1HP/ 220V	

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
FICHA DE:		MÁQUINA <input checked="" type="checkbox"/>	EQUIPO <input type="checkbox"/>
		LABORATORIO DE MATERIALES	
			
		CÓDIGO:	LM-TT-TPJ-00
		EQUIPO PARA ENSAYO DE TEMPLABILIDAD DE PROBETAS JOMINY	
CARACTERISTICAS GENERALES			
MARCA:	im&m	POTENCIA:	0.5 HP
CORRIENTE:	6A	FASES:	1
PROCEDENCIA:	Ecuador	VOLTAJE:	110 V.
MODELO:	Jominy 2	SERIE:	IMM006
DIMENSIONES:	48 x 40,5 x 50 cm	CODIGO UNI. BIENES:	8731029490001
PUESTA EN OPERACIÓN:	12/06/2006	PROVEEDOR:	Ing. Mario Pastor ESPOCH
UBICACIÓN:	Lab. Materiales		
CARACTERISTICAS ESPECIFICAS			
1 Bomba		Marca: Pedrolio/ 0.5 HP/ 110V	

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
FICHA DE:	MÁQUINA <input checked="" type="checkbox"/>	EQUIPO <input type="checkbox"/>	
	TALLER DE SOLDADURA		
			
	CÓDIGO:	TS-SOL-SE-00	
	SOLDADORA ELECTRICA		
CARACTERISTICAS GENERARES			
MARCA:	CEBORA	POTENCIA:	
PROCEDENCIA:	Italia	VOLTAJE:	220 V
MODELO:	Rod Weld	SERIE:	407 Cell
DIMENSIONES:	95 x 50 x 70 cm	CODIGO UNI. BIENES:	8730318300001
PUESTA EN OPERACIÓN:	14/11/2003	PROVEEDOR:	
CARACTERISTICAS ESPECIFICAS			
1 pinza porta electrodo		1 cable para la pinza porta electrodo	
1 lagarto de conexión a tierra		1 cable para el lagarto de conexión a tierra	
Esta máquina tiene manual del fabricante			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
FICHA DE:	MÁQUINA <input checked="" type="checkbox"/>	EQUIPO <input type="checkbox"/>	
	TALLER DE SOLDADURA		
			
	CÓDIGO:	TS-SOL-SE-01	
	SOLDADORA ELECTRICA		
CARACTERISTICAS GENERALES			
MARCA:	MILLER	POTENCIA:	
PROCEDENCIA:	EEUU	VOLTAJE:	220 V
MODELO:	Dialarc	SERIE:	Dialarc 250 AC/DC
DIMENSIONES:	100 x 100 x 60 cm	CODIGO UNI. BIENES:	8730318300001
PUESTA EN OPERACIÓN:	31/12/2011	PROVEEDOR:	
CARACTERISTICAS ESPECIFICAS			
1 pinza porta electrodo		1 cable para la pinza porta electrodo	
1 lagarto de conexión a tierra		1 cable para el lagarto de conexión a tierra	
Esta máquina tiene manual del fabricante			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
FICHA DE:	MÁQUINA <input checked="" type="checkbox"/>	EQUIPO <input type="checkbox"/>	
	TALLER DE SOLDADURA		
			
	CÓDIGO:	TS-SOL-SM-00	
	SOLDADORA MIG		
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
MARCA:	CEBORA	POTENCIA:	
PROCEDENCIA:	Italia	VOLTAJE:	220 V
MODELO:	Bravo	SERIE:	MIG 3040/T 593
DIMENSIONES:	50 x 100 x 160 cm	CODIGO UNI. BIENES:	8730278300001
PUESTA EN OPERACIÓN:	14/11/2003	PROVEEDOR:	
CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS			
1 Pistola para Soldar		Cable de la Pistola	
1 Pinza de Maza (conexión a tierra)		Cable de la Pinza de Maza	
1 Tanque de Gas			
Esta máquina tiene manual del fabricante			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
FICHA DE:	MÁQUINA <input checked="" type="checkbox"/>	EQUIPO <input type="checkbox"/>	
	TALLER DE SOLDADURA		
			
	CÓDIGO:	TS-SOL-SM-01	
	SOLDADORA MIG		
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
MARCA:	MILLER	POTENCIA:	
PROCEDENCIA:	EEUU	VOLTAJE:	220 V
MODELO:	MILLERMATIC 252	SERIE:	MB450738N
DIMENSIONES:	40 x 80 x 160 cm	CODIGO UNI. BIENES:	8730318300002
PUESTA EN OPERACIÓN:		PROVEEDOR:	
CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS			
1 Pistola para Soldar		Cable de la Pistola	
1 Pinza de Maza (conexión a tierra)		Cable de la Pinza de Maza	
1 Tanque de Gas			
Esta máquina tiene manual del fabricante			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
FICHA DE:	MÁQUINA <input checked="" type="checkbox"/>	EQUIPO <input type="checkbox"/>	
	TALLER DE SOLDADURA		
			
	CÓDIGO:	TS-SOL-SG-00	
	SOLDADORA GTAW		
CARACTERISTICAS GENERALES			
MARCA:	MILLER	POTENCIA DE MOTOR:	
PROCEDENCIA:	EEUU	VOLTAJE:	220 V
MODELO:	SYNCROWAVE	SERIE:	250 DX
DIMENSIONES:	60 x 92 x 170 cm	CODIGO UNI. BIENES:	MB040203L
PUESTA EN OPERACIÓN:	31/12/2011	PROVEEDOR:	
CARACTERISTICAS ESPECIFICAS			
1 Pistola para Soldar		Cable de la Pistola	
1 Pinza de Maza (conexión a tierra)		Cable de la Pinza de Maza	
1 Tanque de Gas			
Esta máquina tiene manual del fabricante			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
FICHA DE:	MÁQUINA <input checked="" type="checkbox"/>	EQUIPO <input type="checkbox"/>	
	TALLER DE SOLDADURA		
			
	CÓDIGO:	TS-SOL-PH-00	
	PRENSA HIDRAULICA 30 TONS SCHULZ SOMAR COLOR ROJO		
CARACTERISTICAS GENERALES			
MARCA:	SOMAR	POTENCIA:	
PROCEDENCIA:	Ecuador	SERIE:	43339 (Código: 15002002)
MODELO:	30 TON. Professional		
DIMENSIONES:	70 x 80 x 170 cm	CODIGO UNI. BIENES:	8730112960001
PUESTA EN OPERACIÓN:	01/10/2003	PROVEEDOR:	FERROTOOLS
CARACTERISTICAS ESPECIFICAS			
1 Gato Hidraulico de 30 Ton.			
Base soporta cargas			
Cable de Acero			
Manómetro de Presión			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
FICHA DE:	MÁQUINA <input checked="" type="checkbox"/>	EQUIPO <input type="checkbox"/>	
	TALLER DE SOLDADURA		
			
	CÓDIGO:	TS-SOL-TEP-00	
	TALADRO ELÉCTRICO		
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
MARCA:	Rong Long	POTENCIA:	1 HP
PROCEDENCIA:	Ecuador	VOLTAJE:	110 V / 220 V
MODELO:	RLD - 19	AMPERAJE:	12-jun
SERIE:	219708	CODIGO UNI. BIENES:	8730117590001
DIMENSIONES:	165 x 70 x 40 cm	PROVEEDOR:	FERROTOOLS
PUESTA EN OPERACIÓN:	01/10/2003		
CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS			
Juego de Bandas			
Juego de Poleas			
Mesa Pedestal con entenalla			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
FICHA DE:	MÁQUINA <input type="checkbox"/>	EQUIPO <input type="checkbox"/>	
	TALLER DE SOLDADURA		
			
	CÓDIGO:	TS-SOL-HGF-00	
	HORNO GIRATORIO PARA FUNDIR ALUMINIO Y BRONCE		
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
MARCA:	Sin Marca	POTENCIA:	
PROCEDENCIA:	Ecuador	VOLTAJE:	Combustible Diesel
MODELO:	No Hay Datos	SERIE:	No hay Datos
DIMENSIONES:	80 x 110 x 150 cm	CODIGO UNI BIENES:	8730111750001
PUESTA EN OPERACIÓN:	23/10/2003	PROVEEDOR:	No hay Datos
CARACTERÍSTICAS ESPECIFICAS			
Horno de Combustible Diesel			
Volante de Giro del Horno			
Caja de Engranajes			
Uso manual			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
FICHA DE:	MÁQUINA <input checked="" type="checkbox"/>	EQUIPO <input type="checkbox"/>	
	TALLER DE SOLDADURA		
			
	CÓDIGO:	TS-SOL-EE-00	
	<i>ESMERIL ELÉCTRICO</i>		
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
MARCA:	BENCH GRINDER	POTENCIA DE MOTOR:	1 HP
PROCEDENCIA:	TAIWAN	VOLTAJE:	110 V
MODELO:	BG - 10B	FASE:	1
SERIE:		AMPERAJE:	8 Amperios
DIMENSIONES:	55 x 56 x 130 cm	CODIGO UNI. BIENES:	873011540001
PUESTA EN OPERACIÓN:	01/10/2003	RPM:	1720
CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS			
2 Muelas Abrasivas (Piedras)		10 pulg. de diámetro	
Estructura Metálica (Banco)			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
FICHA DE:	MÁQUINA <input checked="" type="checkbox"/>	EQUIPO <input type="checkbox"/>	
	TALLER DE SOLDADURA		
			
	CÓDIGO:	TS-SOL-EE-01	
	<i>ESMERIL ELÉCTRICO</i>		
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
MARCA:	BENCH GRINDER	POTENCIA DE MOTOR:	1 HP
PROCEDENCIA:	TAIWAN	VOLTAJE:	110 V
MODELO:	BG - 10B	FASE:	1
SERIE:		AMPERAJE:	8 Amperios
DIMENSIONES:	55 x 56 x 130 cm	CODIGO UNI. BIENES:	873011540002
PUESTA EN OPERACIÓN:	01/10/2003	RPM:	1720
CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS			
2 Muelas Abrasivas (Piedras)		10 pulg. de diámetro	
Estructura Metálica (Banco)			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
FICHA DE:	MÁQUINA <input checked="" type="checkbox"/>	EQUIPO <input type="checkbox"/>	
		TALLER DE SOLDADURA	
			
		CÓDIGO:	TS-SOL-EE-02
		<i>ESMERIL ELÉCTRICO</i>	
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
MARCA:	BENCH GRINDER	POTENCIA DE MOTOR:	1 HP
PROCEDENCIA:	TAIWAN	VOLTAJE:	110 V
MODELO:	BG - 10B	FASE:	1
SERIE:		AMPERAJE:	8 Amperios
DIMENSIONES:	55 x 56 x 130 cm	CODIGO UNI. BIENES:	873011540003
PUESTA EN OPERACIÓN:	01/10/2003	RPM:	1720
CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS			
2 Muelas Abrasivas (Piedras)		10 pulg. de diámetro	
Estructura Metálica (Banco)			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
FICHA DE:	MÁQUINA <input checked="" type="checkbox"/>	EQUIPO <input type="checkbox"/>	
	TALLER DE SOLDADURA		
			
	CÓDIGO:	TS-SOL-EE-03	
	<i>ESMERIL ELÉCTRICO</i>		
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
MARCA:	BENCH GRINDER	POTENCIA DE MOTOR:	1 HP
PROCEDENCIA:	TAIWAN	VOLTAJE:	110 V
MODELO:	BG - 10B	FASE:	1
SERIE:		AMPERAJE:	8 Amperios
DIMENSIONES:	55 x 56 x 130 cm	CODIGO UNI. BIENES:	873011540004
PUESTA EN OPERACIÓN:	01/10/2003	RPM:	1720
CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS			
2 Muelas Abrasivas (Piedras)		10 pulg. de diámetro	
Estructura Metálica (Banco)			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
FICHA DE:	MÁQUINA <input checked="" type="checkbox"/>	EQUIPO <input type="checkbox"/>	
		TALLER DE SOLDADURA	
			
		CÓDIGO:	TS-SOL-EE-04
		<i>ESMERIL ELÉCTRICO</i>	
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
MARCA:	BENCH GRINDER	POTENCIA DE MOTOR:	1 HP
PROCEDENCIA:	TAIWAN	VOLTAJE:	110 V
MODELO:	BG - 10B	FASE:	1
SERIE:		AMPERAJE:	8 Amperios
DIMENSIONES:	55 x 56 x 130 cm	CODIGO UNI. BIENES:	873011540005
PUESTA EN OPERACIÓN:	01/10/2003	RPM:	1720
CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS			
2 Muelas Abrasivas (Piedras)		10 pulg. de diámetro	
Estructura Metálica (Banco)			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

FICHA DE: MÁQUINA EQUIPO



TALLER DE SOLDADURA



CÓDIGO:

TS-SOL-EE-05

ESMERIL ELÉCTRICO

CARACTERÍSTICAS GENERALES

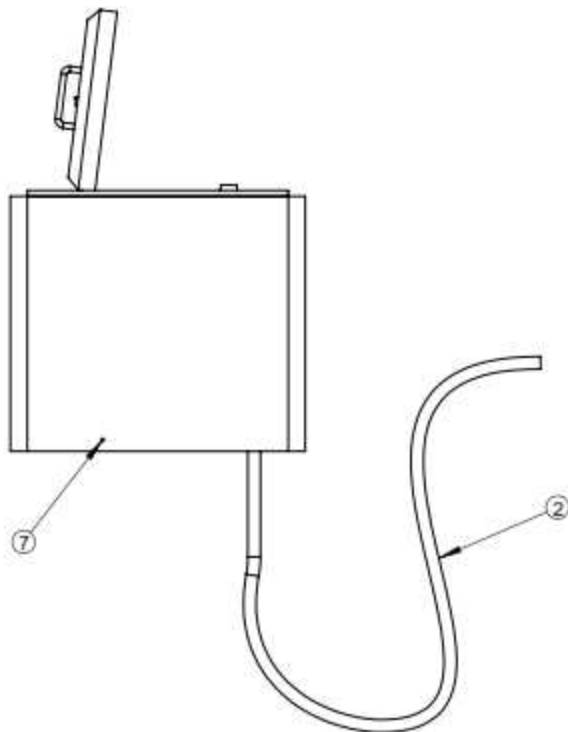
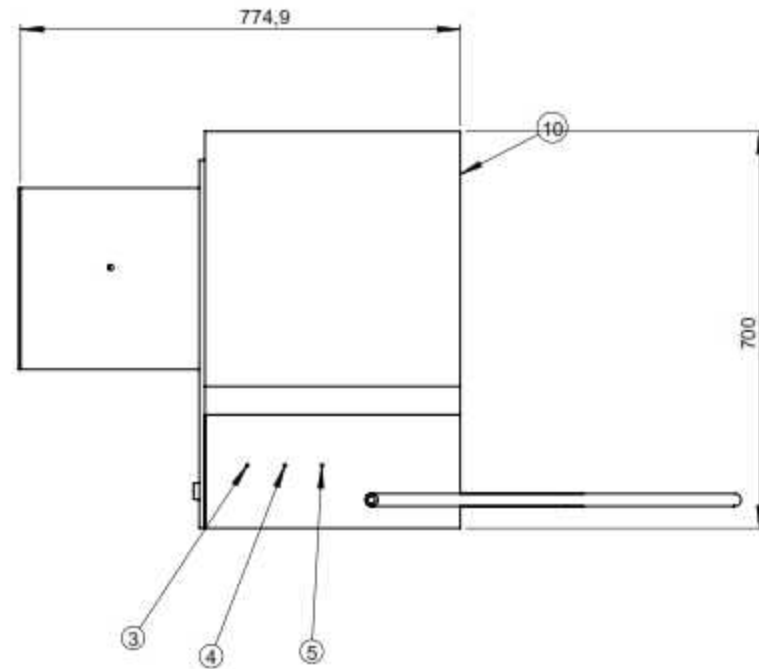
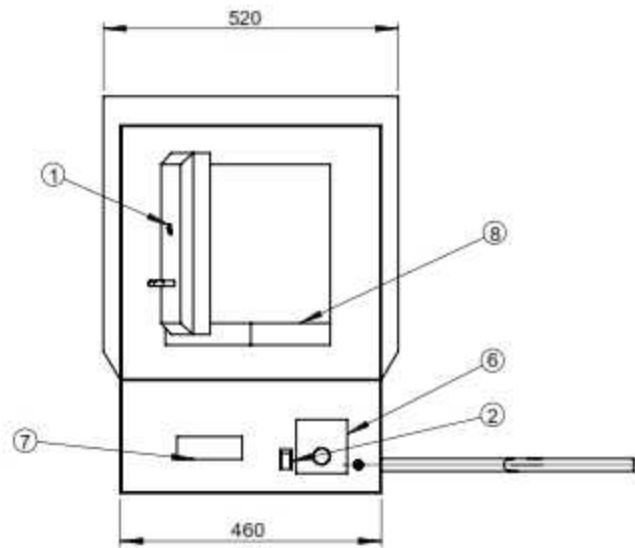
MARCA:	BENCH GRINDER	POTENCIA DE MOTOR:	1 HP
PROCEDENCIA:	TAIWAN	VOLTAJE:	110 V
MODELO:	BG - 10B	FASE:	1
SERIE:		AMPERAJE:	8 Amperios
DIMENSIONES:	55 x 56 x 130 cm	CODIGO UNI. BIENES:	873011540006
PUESTA EN OPERACIÓN:	01/10/2003	RPM:	1720

CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS

2 Muelas Abrasivas (Piedras)	10 pulg. de diámetro
Estructura Metálica (Banco)	

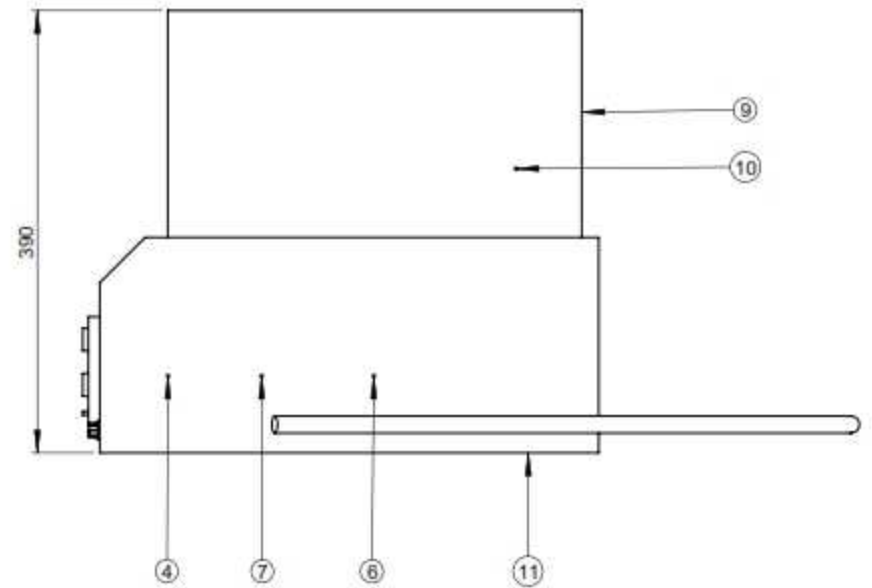
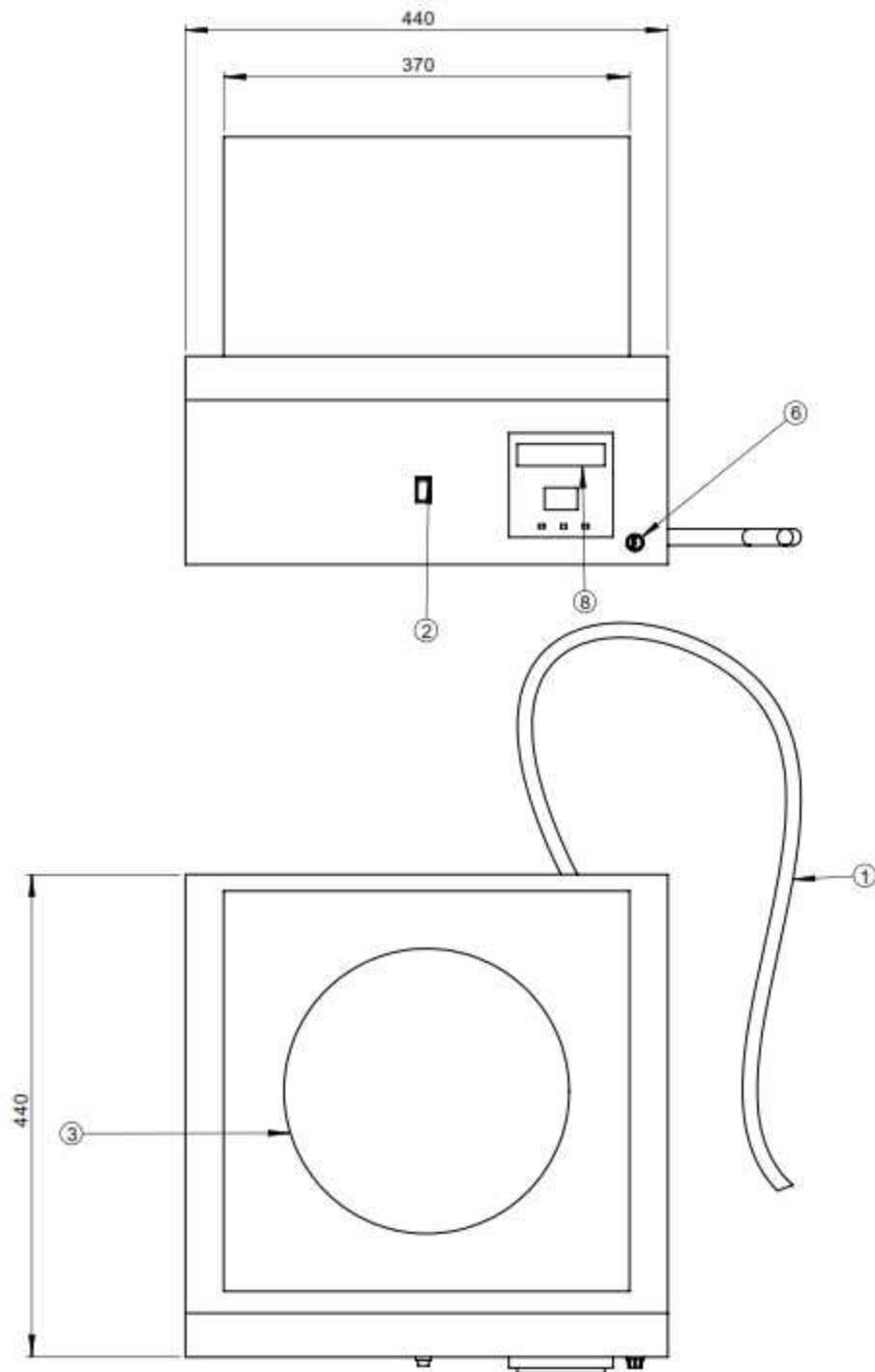
Anexo C 1:

Matriz de Limpieza del Laboratorio de Materiales.



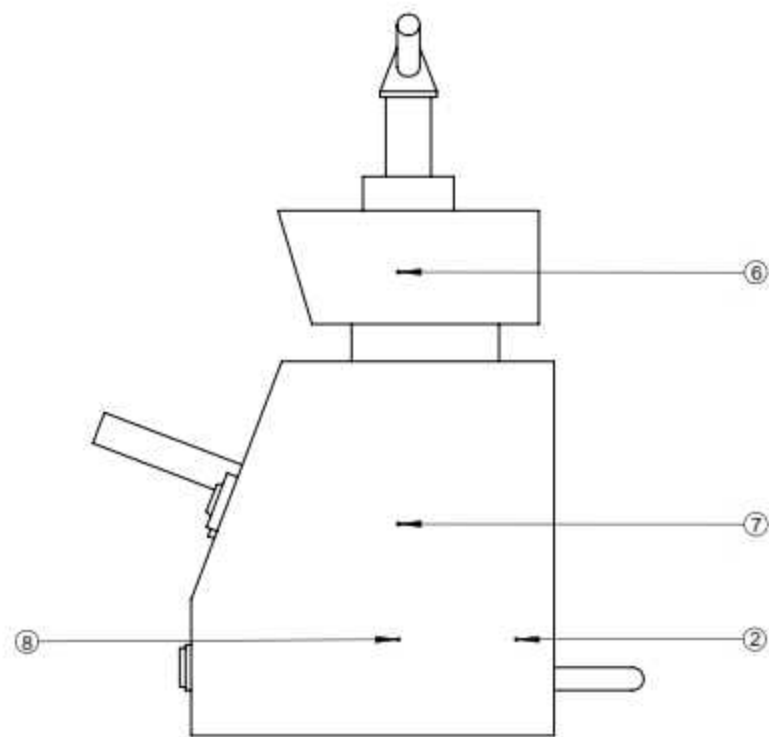
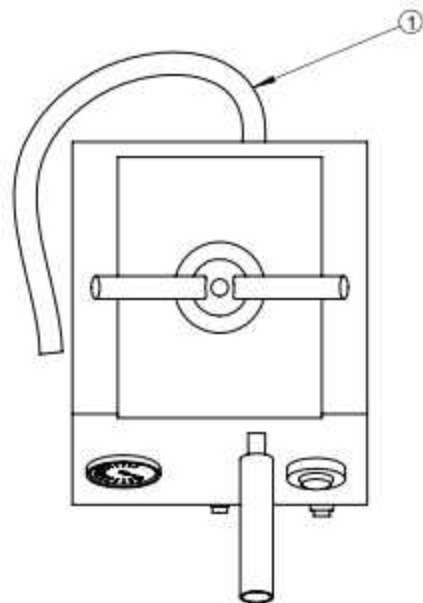
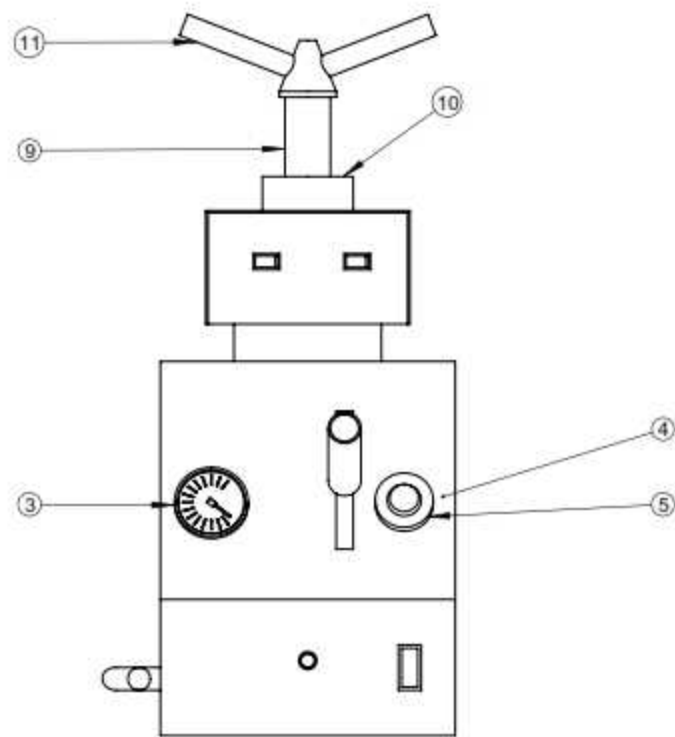
10	Bastidor	Tratamientos Térmicos	HTT-00-BAS
9	Visor de la Cámara de Fundición	Tratamientos Térmicos	HTT-00-VCF
8	Ladrillo Refractario	Tratamientos Térmicos	HTT-00-LR
7	Aislante Térmico	Tratamientos Térmicos	HTT-00-AT
6	Display Medidor de Temperatura	Tratamientos Térmicos	HTT-00-DMT
5	Relé Térmico	Tratamientos Térmicos	HTT-00-RT
4	Termocupla	Tratamientos Térmicos	HTT-00-TER
3	Contacto	Tratamientos Térmicos	HTT-00-CON
2	Interruptor	Tratamientos Térmicos	HTT-00-INT
1	Cable de Alimentación Eléctrica	Tratamientos Térmicos	HTT-00-CAE
ITEM	COMPONENTE	ÁREA	CÓDIGO

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1			
				Fecha	Nombre	Denominación:	
				Dib. 13/02/2014	S. SANCHEZ	ESQUEMA DEL HORNO DE TRATAMIENTOS TÉRMICOS	
				Rev. 13/02/2014	Ing. J. PAREDES	Escala: 1:10	
				Apro. 13/02/2014	Ing. J. PAREDES	Número del dibujo: 01 de 15	
				UTA Ing. Mecánica		(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



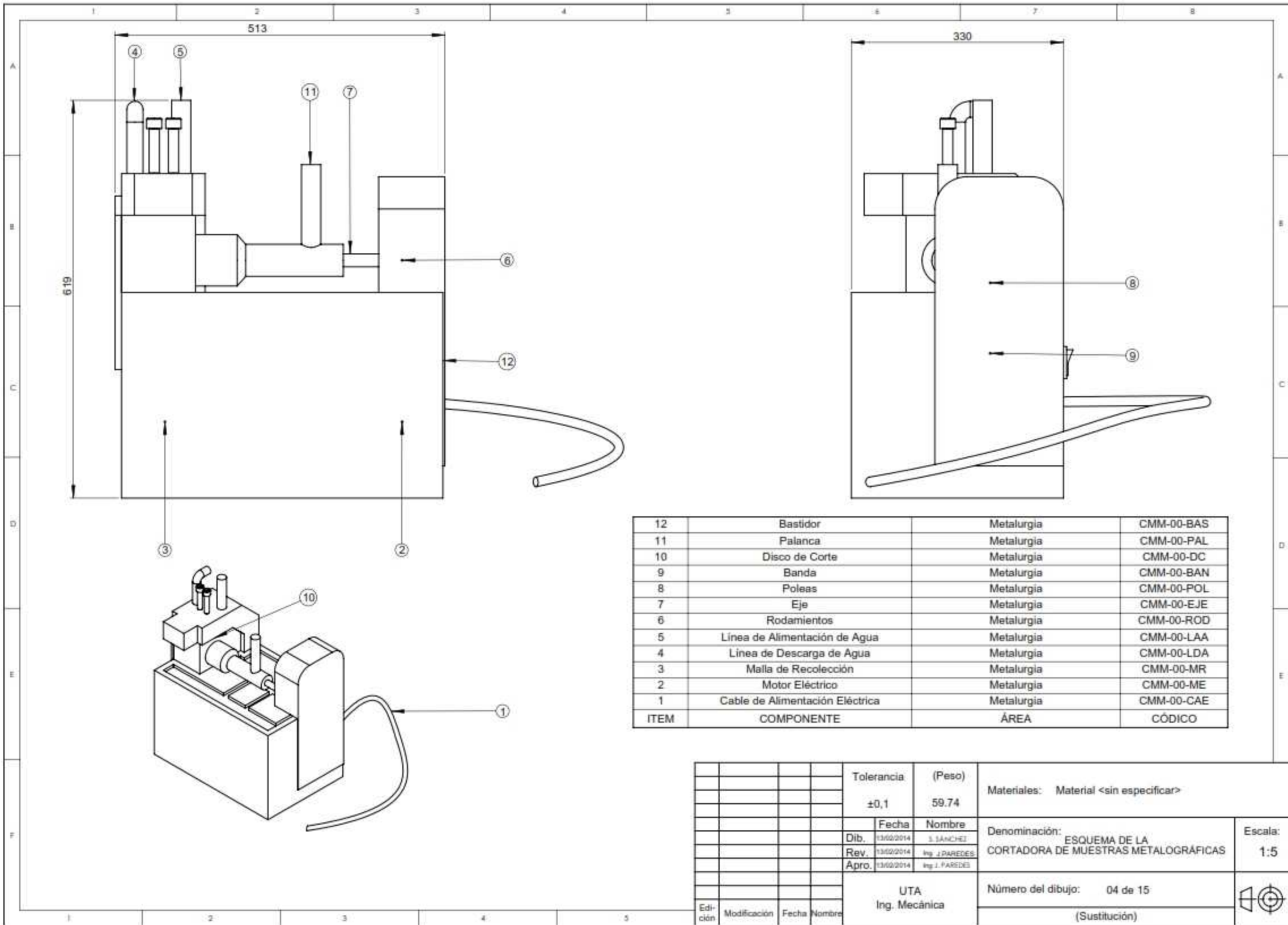
11	Bastidor	Tratamientos Térmicos	HTTS-00-BAS
10	Ladrillo Refractario	Tratamientos Térmicos	HTTS-00-LR
9	Aislante Térmico	Tratamientos Térmicos	HTTS-00-AT
8	Display Medidor de Temperatura	Tratamientos Térmicos	HTTS-00-DMT
7	Relé Térmico	Tratamientos Térmicos	HTTS-00-RT
6	Fusible	Tratamientos Térmicos	HTTS-00-FUS
5	Termocupla	Tratamientos Térmicos	HTTS-00-TER
4	Contactora	Tratamientos Térmicos	HTTS-00-CON
3	Tanque para sales de enfriamiento	Tratamientos Térmicos	HTTS-00-TSE
2	Interruptor	Tratamientos Térmicos	HTTS-00-INT
1	Cable de Alimentación Eléctrica	Tratamientos Térmicos	HTTS-00-CAE
ITEM	COMPONENTE	ÁREA	CÓDIGO

				Tolerancia	(Peso)	Materiales: Material <sin especificar>	
				±0,1	18,04		
				Fecha	Nombre	Denominación:	
				Dib. 13/02/2014	S. SÁNCHEZ	ESQUEMA DEL HORNO DE SALES PARA TRATAMIENTOS TÉRMICOS Y ENFRIAMIENTO EN SALES FUNDIDAS	
				Rev. 13/02/2014	Ing. J. PAREDES	Escala: 1:5	
				Apro. 13/02/2014	Ing. J. PAREDES	Número del dibujo: 02 de 15	
				UTA Ing. Mecánica		(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



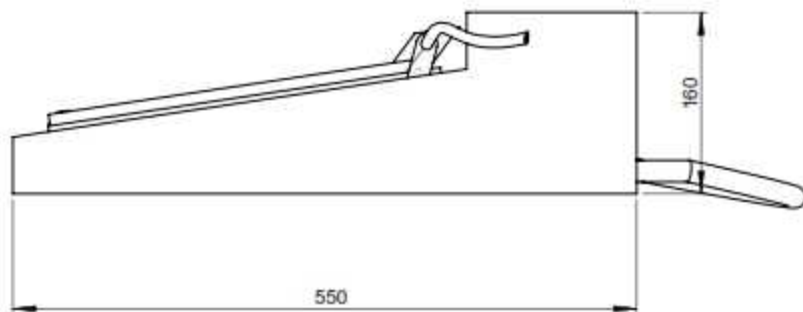
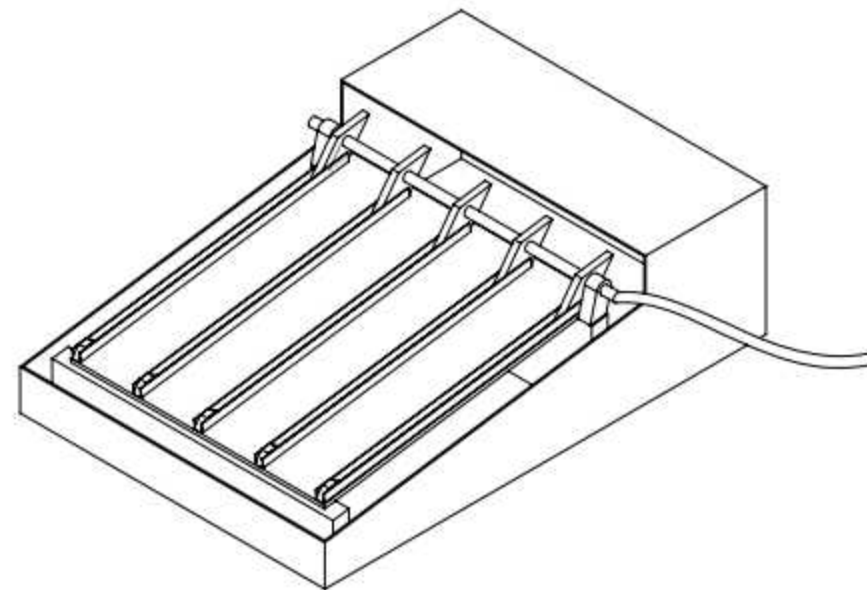
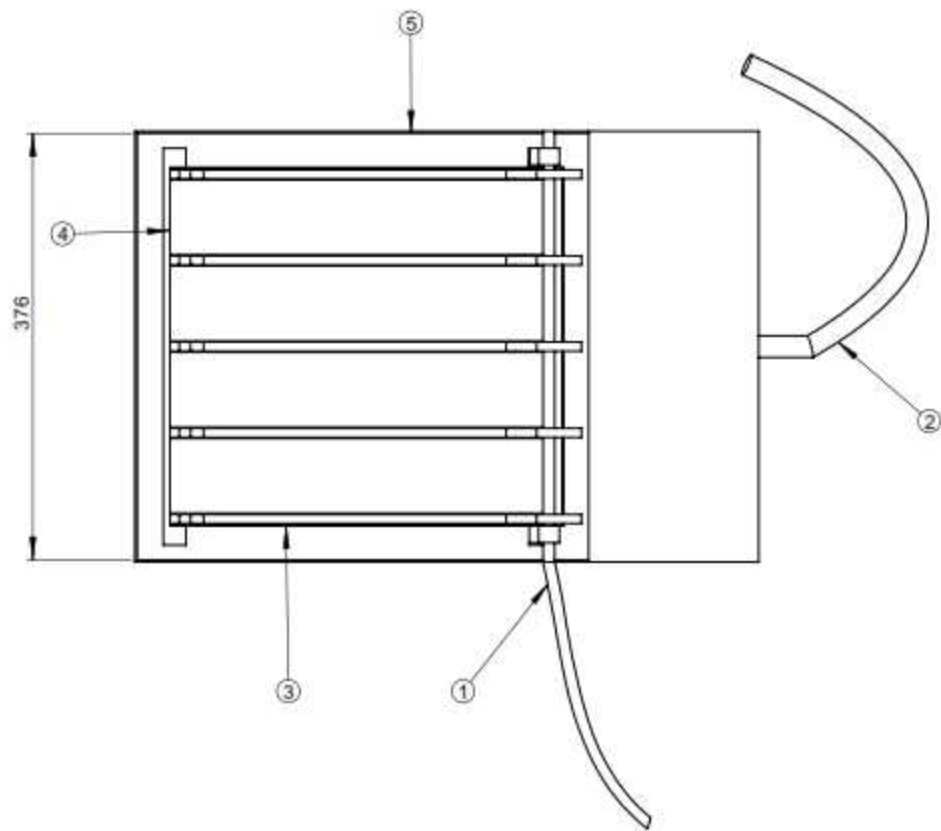
11	Palanca de Sujeción	Metalurgia	PHM-00-PS
10	Contratuercas	Metalurgia	PHM-00-CON
9	Cilindro para Compresión	Metalurgia	PHM-00-CC
8	Gato Hidráulico	Metalurgia	PHM-00-GH
7	Resortes	Metalurgia	PHM-00-RES
6	Sistema de Refrigeración	Metalurgia	PHM-00-SR
5	Selector de Tiempo de Calentamiento	Metalurgia	PHM-00-STC
4	Selector del Tiempo de Enfriamiento	Metalurgia	PHM-00-STE
3	Manómetro de Presión	Metalurgia	PHM-00-MP
2	Electroválvula	Metalurgia	PHM-00-ELEC
1	Cable de Alimentación Eléctrica	Metalurgia	PHM-00-CAE
ITEM	COMPONENTE	ÁREA	CÓDIGO

				Tolerancia	(Peso)	Materiales: Material <sin especificar>	
				±0,1	5.70		
				Fecha	Nombre	Denominación: ESQUEMA DE LA PRENSA HIDRÁULICA MANUAL	Escala: 1:5
			Dib.	13/02/2014	Ing. S. SANCHEZ		
			Rev.	13/02/2014	Ing. J. PAREDES		
				Apro.	13/02/2014	Ing. J. PAREDES	
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 03 de 15	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



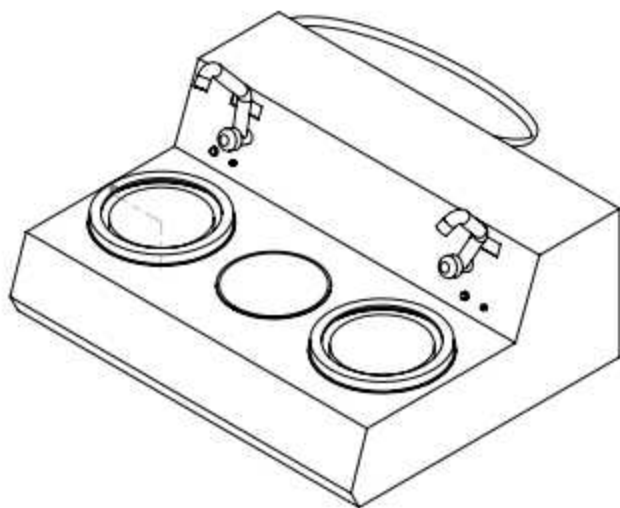
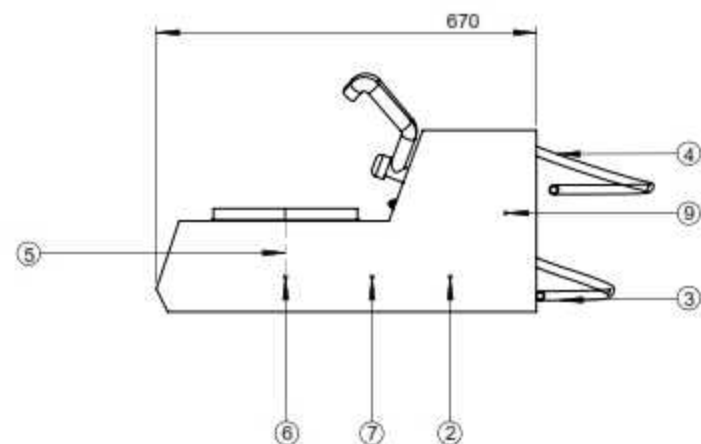
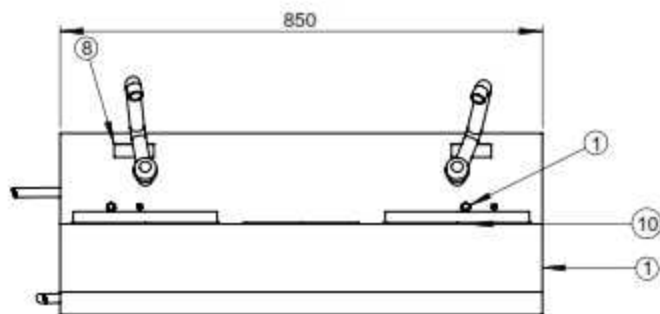
12	Bastidor	Metalurgia	CMM-00-BAS
11	Palanca	Metalurgia	CMM-00-PAL
10	Disco de Corte	Metalurgia	CMM-00-DC
9	Banda	Metalurgia	CMM-00-BAN
8	Poleas	Metalurgia	CMM-00-POL
7	Eje	Metalurgia	CMM-00-EJE
6	Rodamientos	Metalurgia	CMM-00-ROD
5	Línea de Alimentación de Agua	Metalurgia	CMM-00-LAA
4	Línea de Descarga de Agua	Metalurgia	CMM-00-LDA
3	Malla de Recolección	Metalurgia	CMM-00-MR
2	Motor Eléctrico	Metalurgia	CMM-00-ME
1	Cable de Alimentación Eléctrica	Metalurgia	CMM-00-CAE
ITEM	COMPONENTE	ÁREA	CÓDIGO

				Tolerancia	(Peso)	Materiales: Material <sin especificar>	
				±0,1	59.74		
				Fecha	Nombre	Denominación: ESQUEMA DE LA CORTADORA DE MUESTRAS METALGRÁFICAS	Escala: 1:5
			Dib.	13/02/2014	3. SANCHEZ		
			Rev.	13/02/2014	Ing. J. PAREDES		
				Apro.	13/02/2014	Ing. J. PAREDES	
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 04 de 15	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



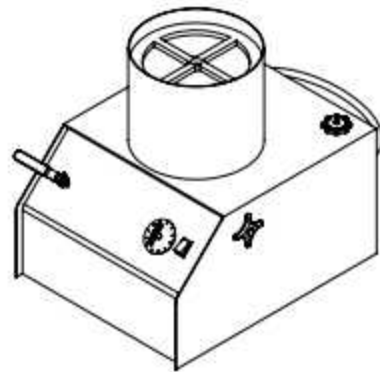
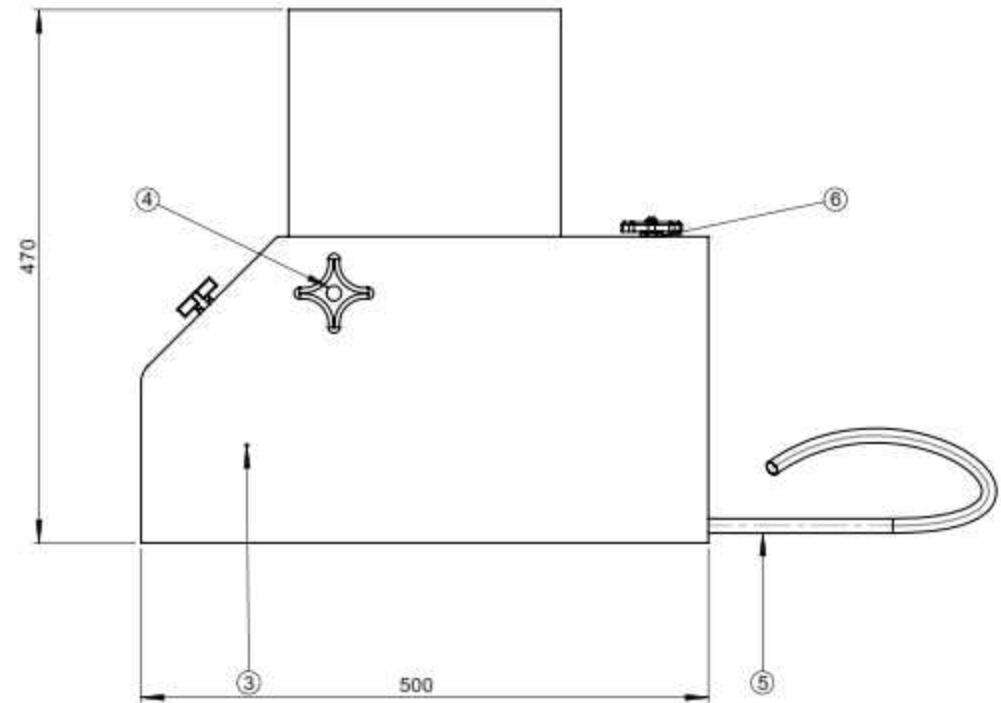
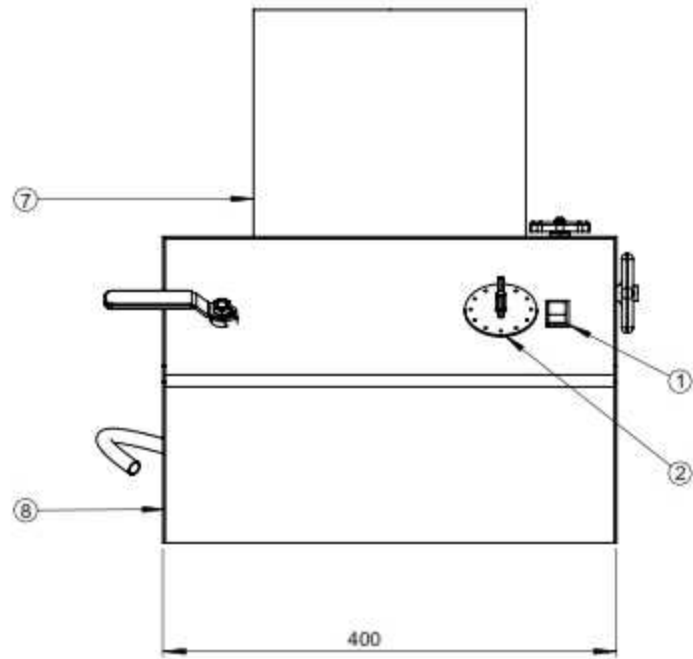
5	Bastidor	Metalurgia	BD-00-BAS
4	Base de Vidrio	Metalurgia	BD-00-BV
3	Brazos de Sujeción	Metalurgia	BD-00-BS
2	Línea de Alimentación de Agua	Metalurgia	BD-00-LAA
1	Línea de Descarga de Agua	Metalurgia	BD-00-LDA
ITEM	COMPONENTE	ÁREA	CÓDIGO

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1			
				Fecha	Nombre	Denominación:	
			Dib.	13/02/2014	S. SANCHEZ	ESQUEMA DEL BANCO DE DESBASTE PARA CUATRO TIPOS DE PAPEL ABRASIVO	
			Rev.	13/02/2014	Ing. J. PAREDES	Escala:	
			Apro.	13/02/2014	Ing. J. PAREDES	1:5	
				UTA		Número del dibujo: 05 de 15	
				Ing. Mecánica		(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



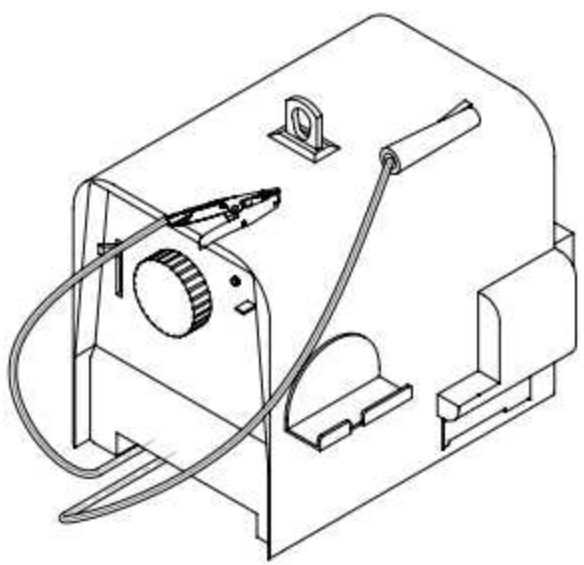
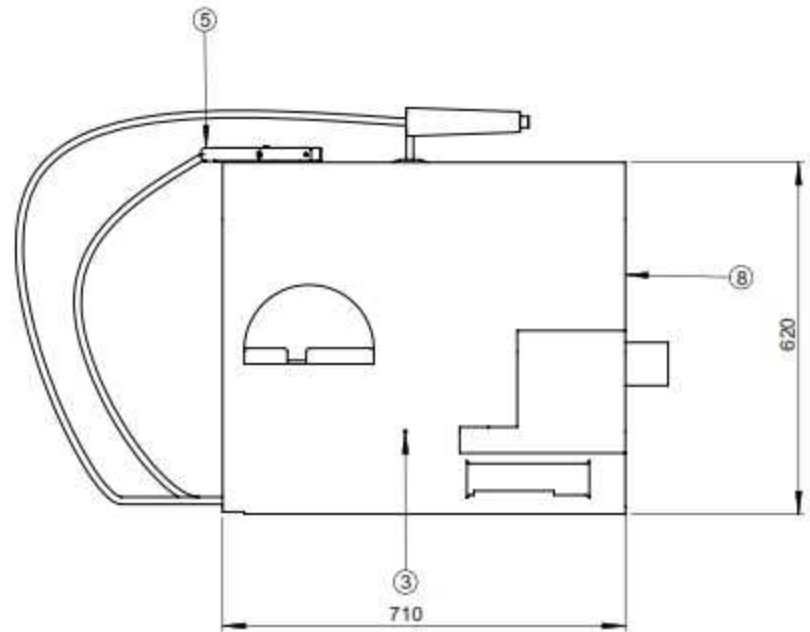
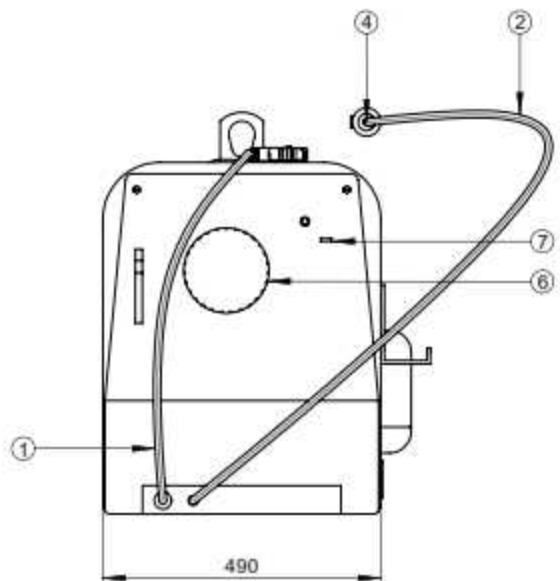
11	Bastidor	Metalurgia	BP-00-BAS
10	Paño de Pulido	Metalurgia	BP-00-PP
9	Variador de Revoluciones	Metalurgia	BP-00-VR
8	Display de Visualización de Revoluciones	Metalurgia	BP-00-DVR
7	Bandas	Metalurgia	BP-00-BAN
6	Poleas	Metalurgia	BP-00-POL
5	Rodamientos	Metalurgia	BP-00-ROD
4	Línea de Alimentación de Agua	Metalurgia	BP-00-LAA
3	Línea de Descarga de Agua	Metalurgia	BP-00-LDA
2	Motor Eléctrico	Metalurgia	BP-00-ME
1	Interruptor	Metalurgia	BP-00-INT
ITEM	COMPONENTE	ÁREA	CÓDIGO

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1			
				Fecha	Nombre	Denominación:	
				Dib. 13/02/2014	S. SANCHEZ	ESQUEMA DEL	
				Rev. 13/02/2014	Ing. J. PAREDES	BANCO DE PULIDOS DE DOS PUESTOS	
				Apro. 13/02/2014	Ing. J. PAREDES	Escala: 1:10	
				UTA		Número del dibujo: 06 de 15	
				Ing. Mecánica		(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



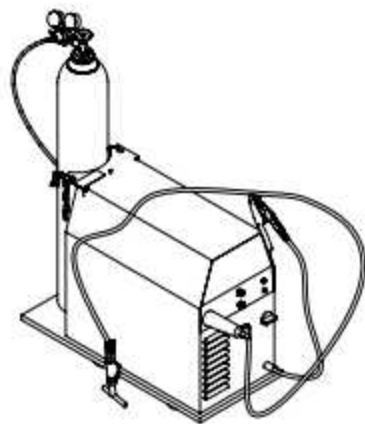
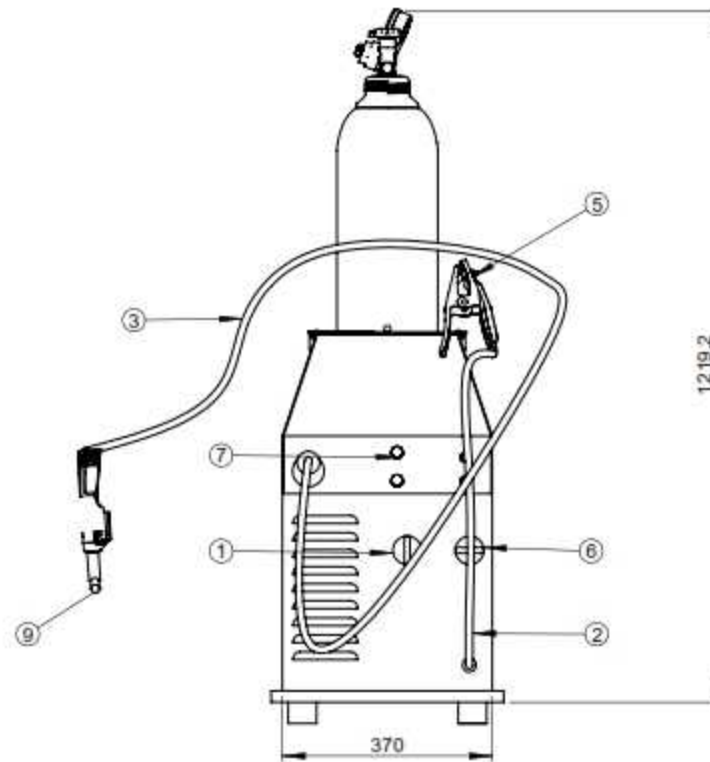
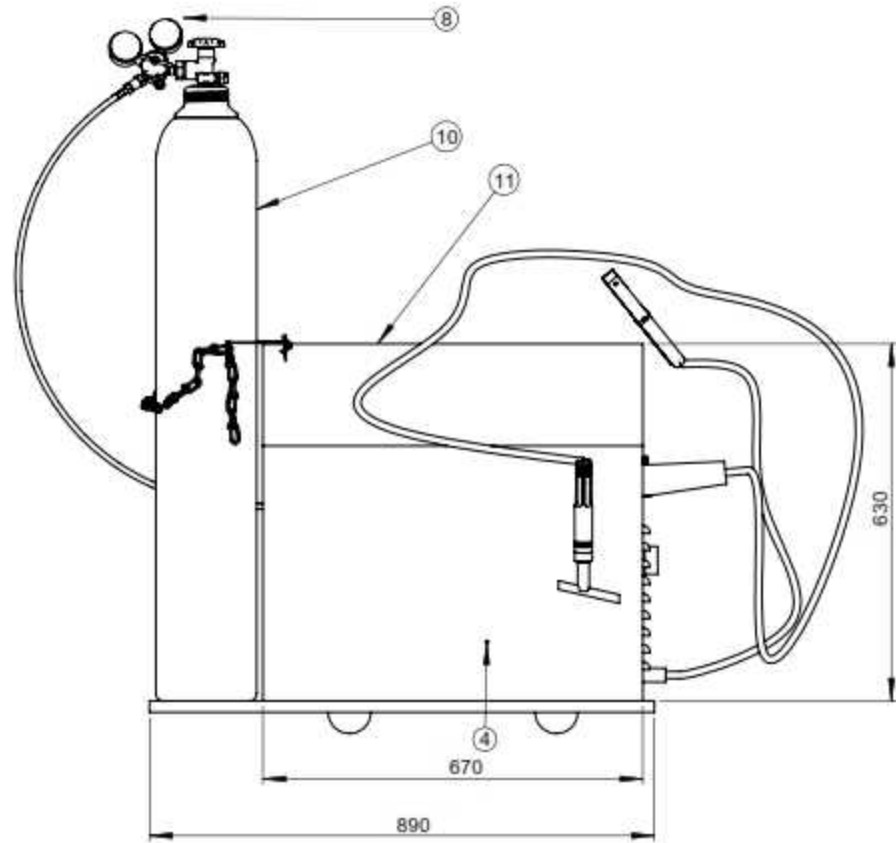
8	Bastidor	Tratamientos Térmicos	TPJ-00-BAS
7	Tanque Porta Probetas	Tratamientos Térmicos	TPJ-00-TPP
6	Tanque Reservorio de Agua	Tratamientos Térmicos	TPJ-00-TRA
5	Tubería de Succión	Tratamientos Térmicos	TPJ-00-TS
4	Tubería de Descarga	Tratamientos Térmicos	TPJ-00-TD
3	Bomba	Tratamientos Térmicos	TPJ-00-BOM
2	Tarjeta Electrónica	Tratamientos Térmicos	TPJ-00-TE
1	Interruptor	Tratamientos Térmicos	TPJ-00-INT
ITEM	COMPONENTE	ÁREA	CÓDIGO

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1			
				Fecha	Nombre	Denominación:	
			Dib.	13/02/2014	S. SANCHEZ	ESQUEMA DEL EQUIPO PARA ENSAYOS DE	
			Rev.	13/02/2014	Ing. J. PAREDES	TEMPERABILIDAD DE PROBETAS JOMINY	
			Apro.	13/02/2014	Ing. J. PAREDES	Escala: 1:5	
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo: 07 de 15	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



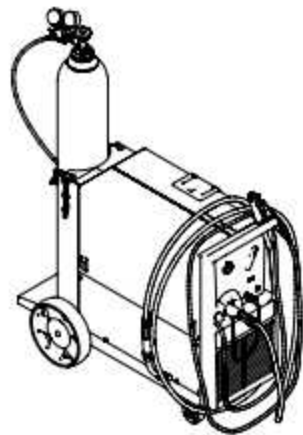
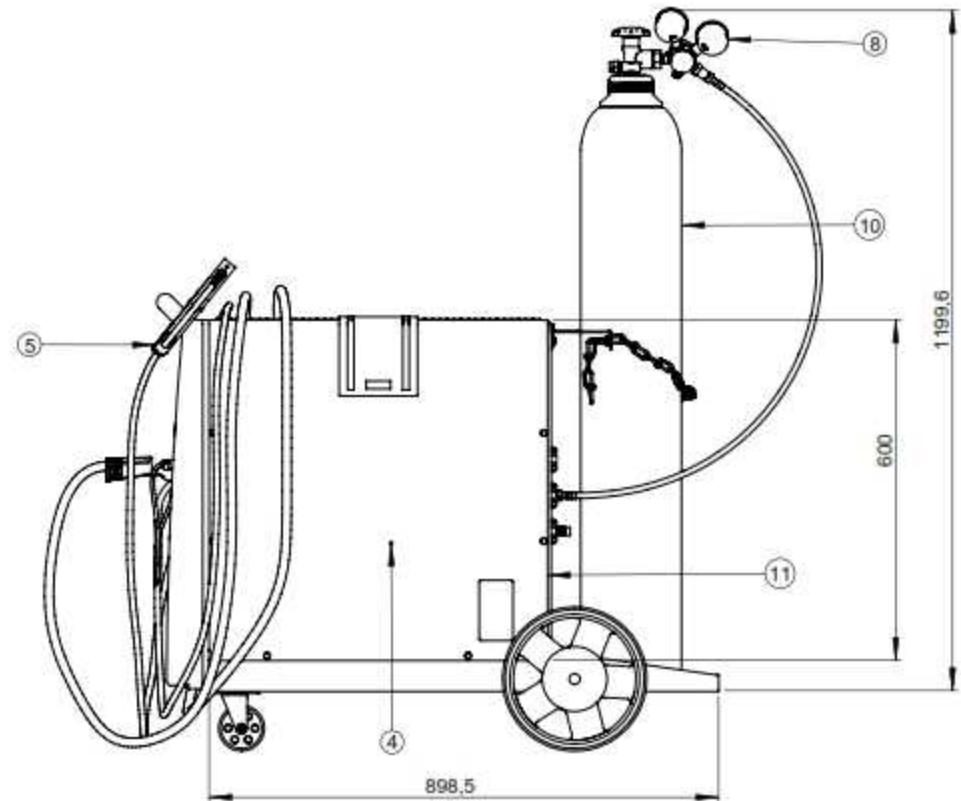
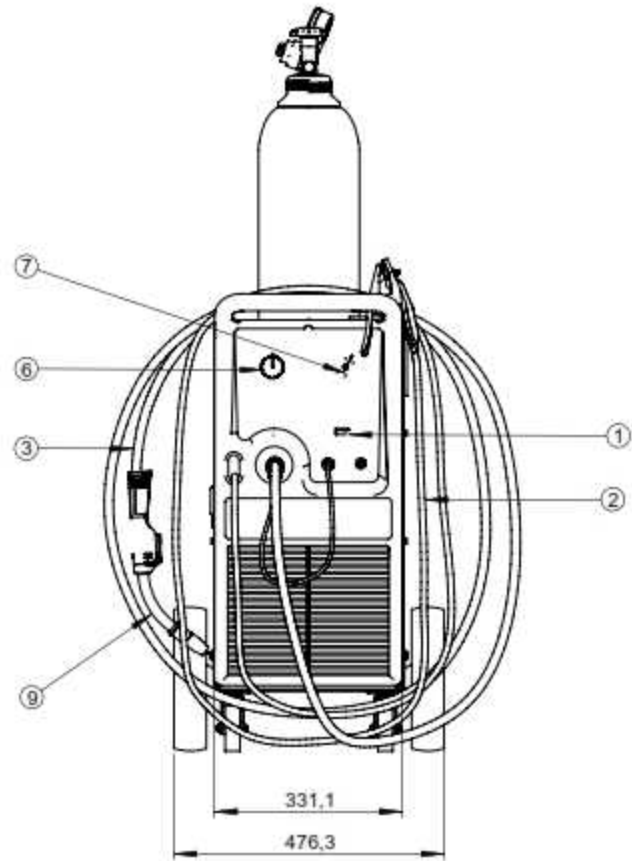
8	Carcasa	Soldadura	SE-00-CAR
7	Botonera	Soldadura	SE-00-BOT
6	Regulador de Corriente	Soldadura	SE-00-RC
5	Pinza de maza	Soldadura	SE-00-PM
4	Pinza porta electrodo	Soldadura	SE-00-PPE
3	Generador	Soldadura	SE-00-GEN
2	Cable porta electrodo	Soldadura	SE-00-CPE
1	Cable de maza	Soldadura	SE-00-CM
ITEM	COMPONENTE	ÁREA	CÓDICO

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1			
				Fecha	Nombre	Denominación:	
			Dib.	13/02/2014	S. SANCHEZ	ESQUEMA DE LA SOLDADORA ELÉCTRICA MILLER DIALARAC	
			Rev.	13/02/2014	Ing. J. PAREDES	Escala:	
			Apro.	13/02/2014	Ing. J. PAREDES	1:10	
				UTA		Número del dibujo: 08 de 15	
				Ing. Mecánica		(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



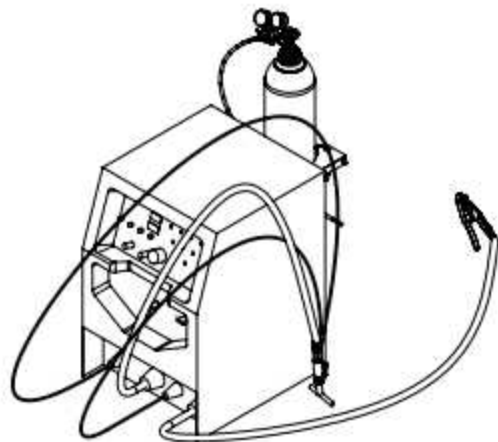
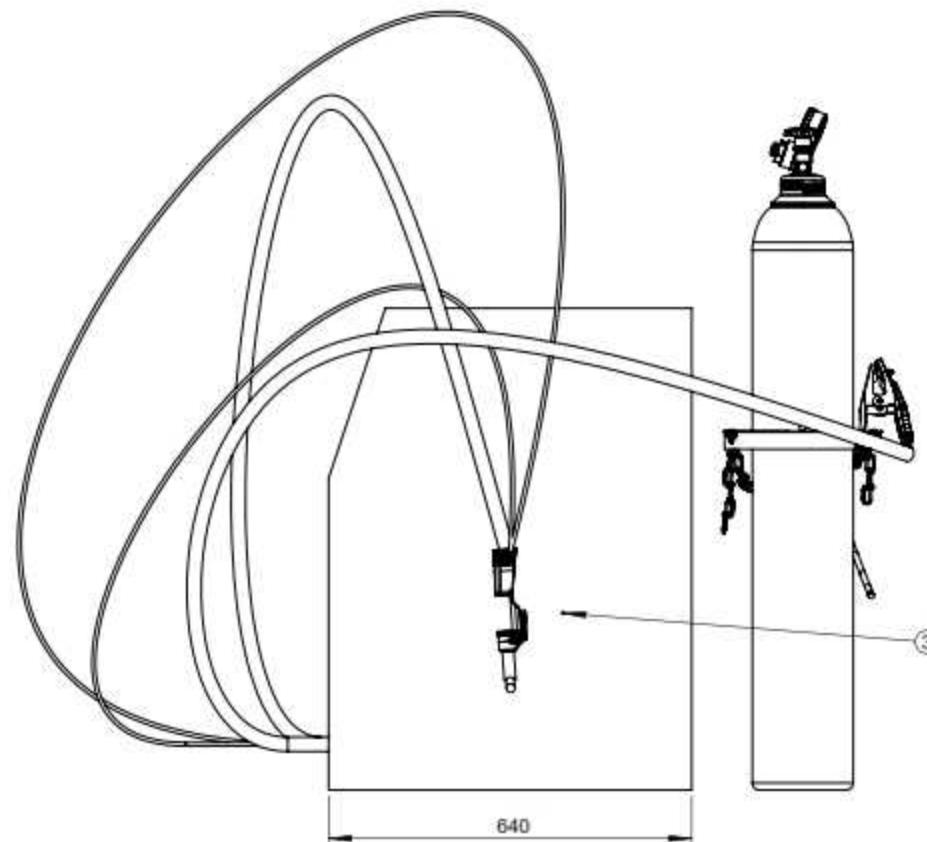
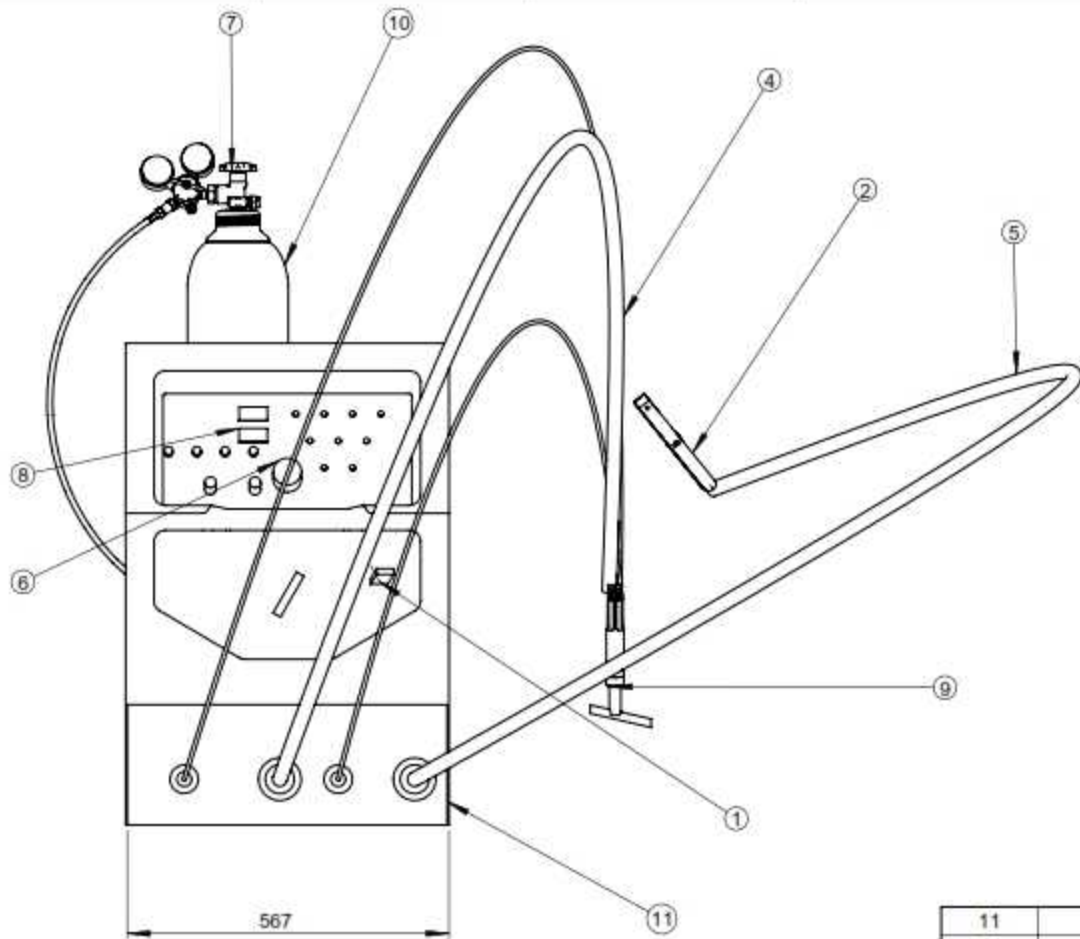
11	Carcasa	Soldadura	SM-00-CAR
10	Cilindro de Gas	Soldadura	SM-00-CG
9	Pistola	Soldadura	SM-00-PIS
8	Válvulas Regulatoras de Gas	Soldadura	SM-00-VRG
7	Regulador de Velocidad de Alambre	Soldadura	SM-00-RVA
6	Regulador de Corriente	Soldadura	SM-00-RC
5	Grampa o Lagarto de Maza	Soldadura	SM-00-LM
4	Generador	Soldadura	SM-00-GEN
3	Cable de la Pistola	Soldadura	SM-00-CP
2	Cable de Maza	Soldadura	SM-00-CM
1	Interruptor	Soldadura	SM-00-INT
ITEM	COMPONENTE	ÁREA	CÓDICO

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1			
				Fecha	Nombre	Denominación:	
				Dib. 13/02/2014	S. SANCHEZ	ESQUEMA DE LA SOLDADORA MIG	
				Rev. 13/02/2014	Ing. J. PAREDES	Escala:	
				Apro. 13/02/2014	Ing. J. PAREDES	1:10	
				UTA Ing. Mecánica		Número del dibujo:	09 de 15
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



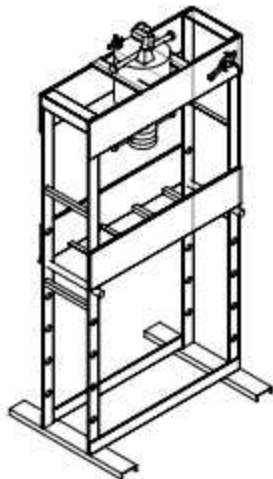
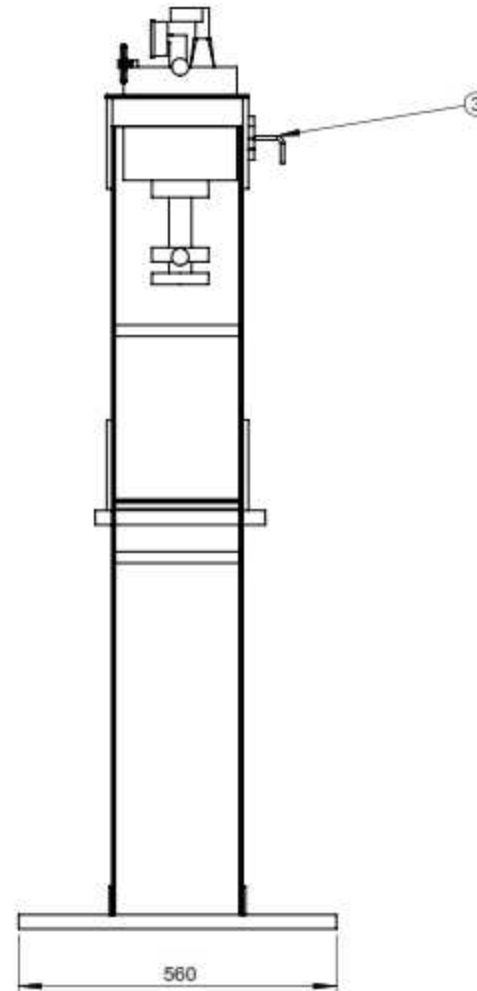
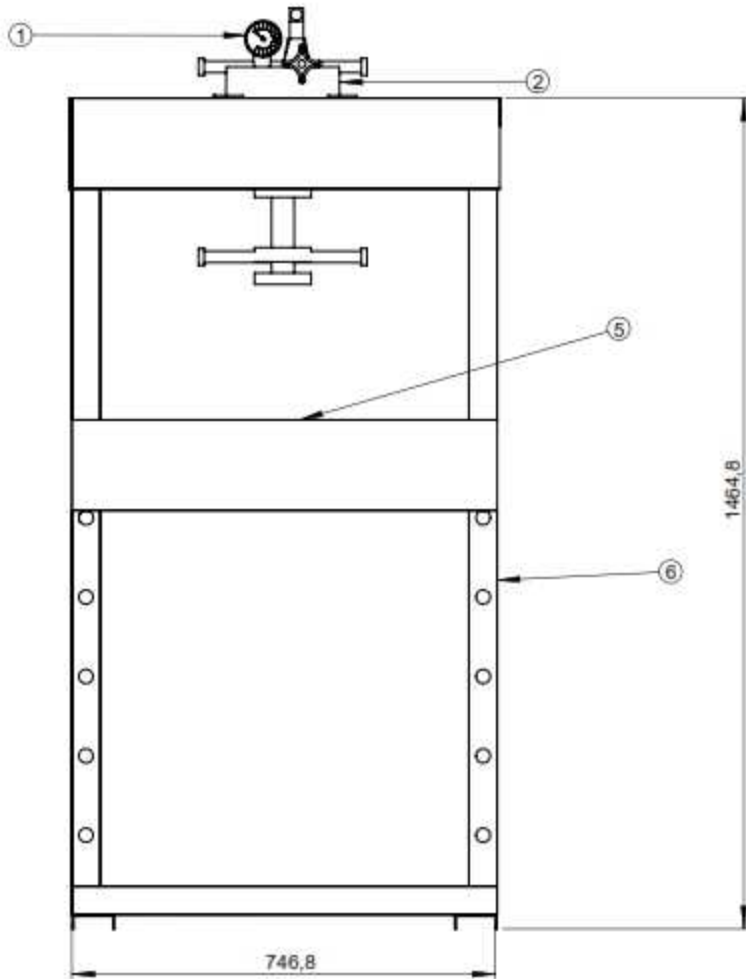
11	Carcasa	Soldadura	SM-00-CAR
10	Cilindro de Gas	Soldadura	SM-00-CG
9	Pistola	Soldadura	SM-00-PIS
8	Válvulas Reguladoras de Gas	Soldadura	SM-00-VRG
7	Regulador de Velocidad de Alambre	Soldadura	SM-00-RVA
6	Regulador de Corriente	Soldadura	SM-00-RC
5	Grampa o Lagarto de Maza	Soldadura	SM-00-LM
4	Generador	Soldadura	SM-00-GEN
3	Cable de la Pistola	Soldadura	SM-00-CP
2	Cable de Maza	Soldadura	SM-00-CM
1	Interruptor	Soldadura	SM-00-INT
ITEM	COMPONENTE	ÁREA	CÓDIGO

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1			
				Fecha	Nombre	Denominación:	
				Dib. 13/02/2014	S. SANCHEZ	ESQUEMA DE LA SOLDADORA MILLERMATIC	
				Rev. 13/02/2014	Ing. J. PAREDES	Escala: 1:10	
				Apro. 13/02/2014	Ing. J. PAREDES	Número del dibujo: 10 de 15	
				UTA Ing. Mecánica		(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



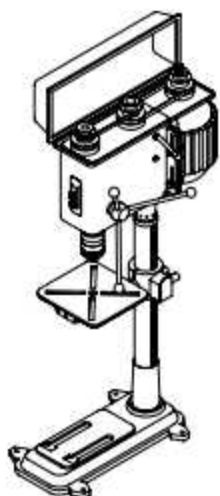
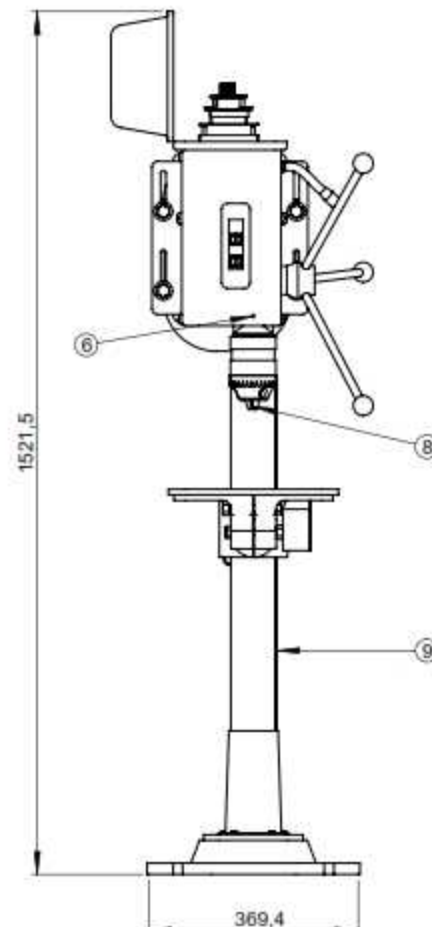
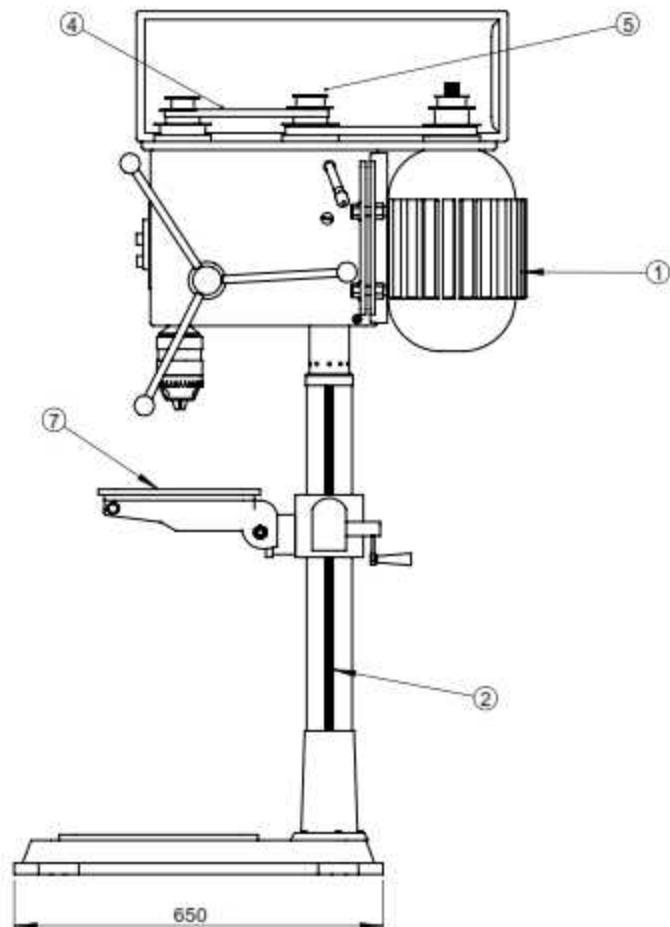
11	Carcasa	Soldadura	SG-00-CAR
10	Cilindro de Gas	Soldadura	SG-00-CG
9	Pistola	Soldadura	SG-00-PIS
8	Regulador de Corriente	Soldadura	SG-00-RC
7	Válvulas Reguladoras de Gas	Soldadura	SG-00-VRG
6	Regulador de Velocidad de Alambre	Soldadura	SG-00-RVA
5	Cable de Maza	Soldadura	SG-00-CM
4	Cable de la Pistola	Soldadura	SG-00-CP
3	Generador	Soldadura	SG-00-GEN
2	Grampa o Lagarto de Maza	Soldadura	SG-00-LM
1	Interruptor	Soldadura	SG-00-INT
ITEM	COMPONENTE	ÁREA	CÓDICO

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1			
				Fecha	Nombre	Denominación:	
				Dib. 13/02/2014	S. SANCHEZ	ESQUEMA DE LA SOLDADORA GTAW	
				Rev. 13/02/2014	Ing. J. PAREDES	Escala: 1:10	
				Apro. 13/02/2014	Ing. J. PAREDES	Número del dibujo: 11 de 15	
				UTA Ing. Mecánica		(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



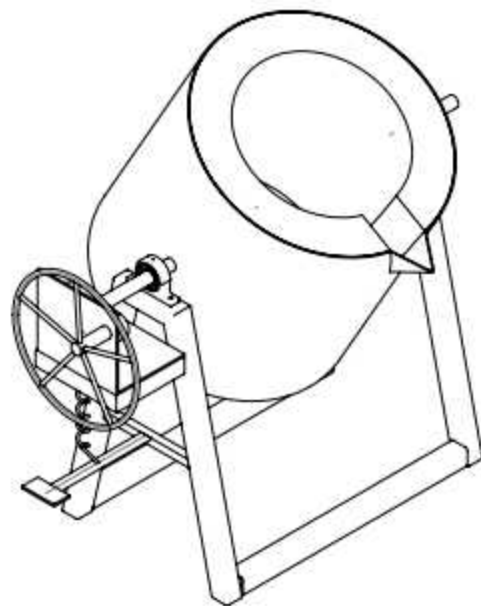
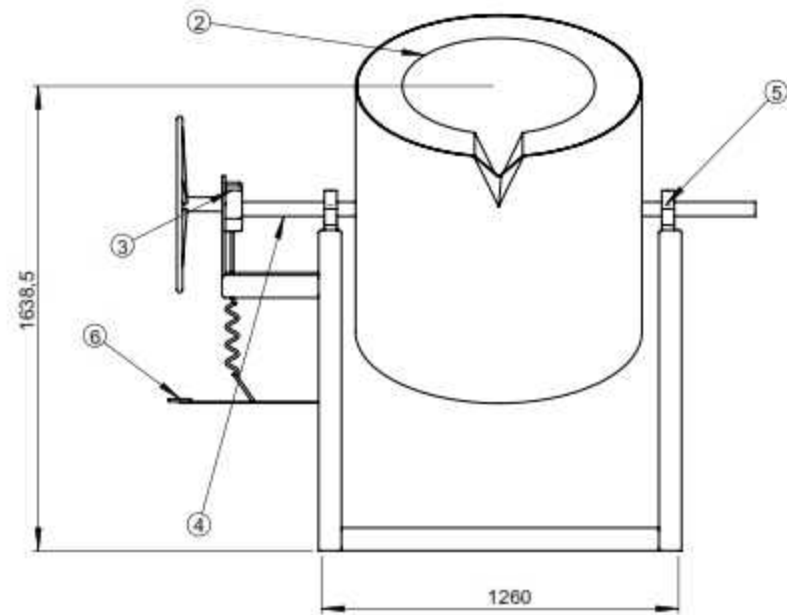
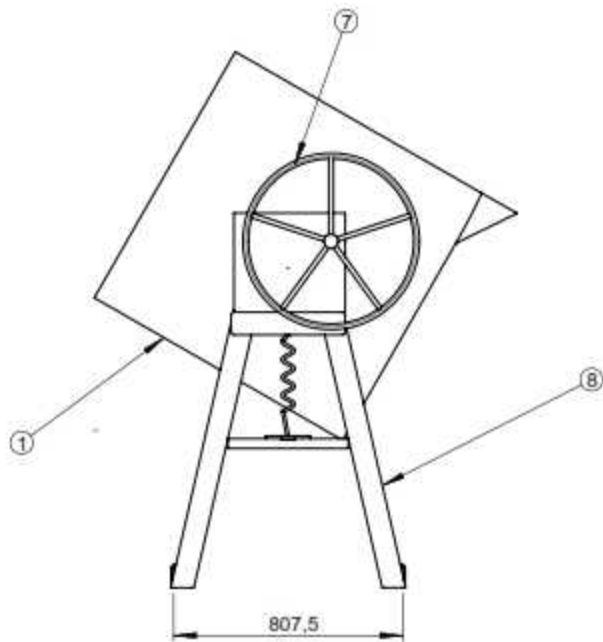
6	Bastidor	Soldadura	PH-00-BAS
5	Base Soporta Cargas	Soldadura	PH-00-BSC
4	Cable de Acero	Soldadura	PH-00-CA
3	Manivela para el cable de acero	Soldadura	PH-00-MCA
2	Gato Hidráulico	Soldadura	PH-00-GH
1	Manómetro de Presión	Soldadura	PH-00-MP
ITEM	COMPONENTE	ÁREA	CÓDICO

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1			
				Fecha	Nombre	Denominación:	
				Dib. 13/02/2014	S. SANCHEZ	PRENSA HIDRÁULICA 30 TONS	
				Rev. 13/02/2014	Ing. J. PAREDES	SCHULZ SOMAR	
				Apro. 13/02/2014	Ing. J. PAREDES	Escala: 1:10	
				UTA		Número del dibujo:	12 de 15
				Ing. Mecánica		(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



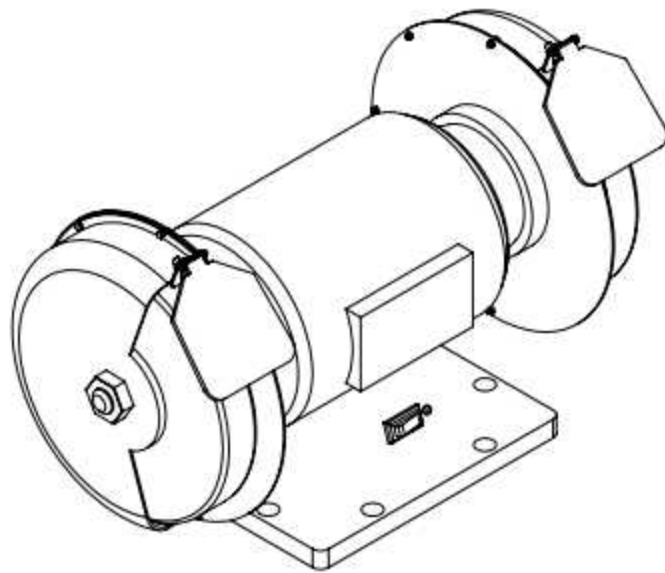
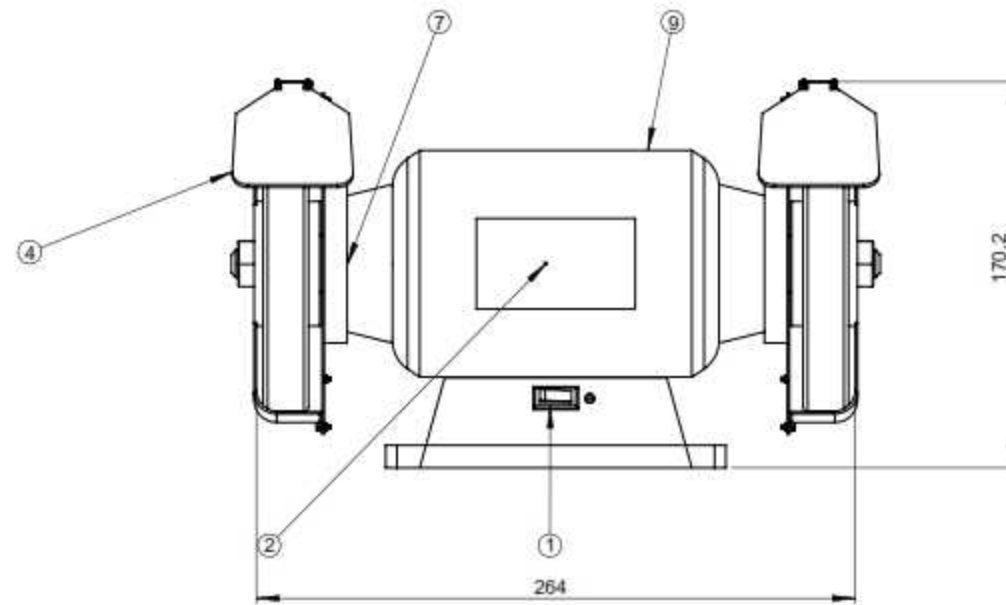
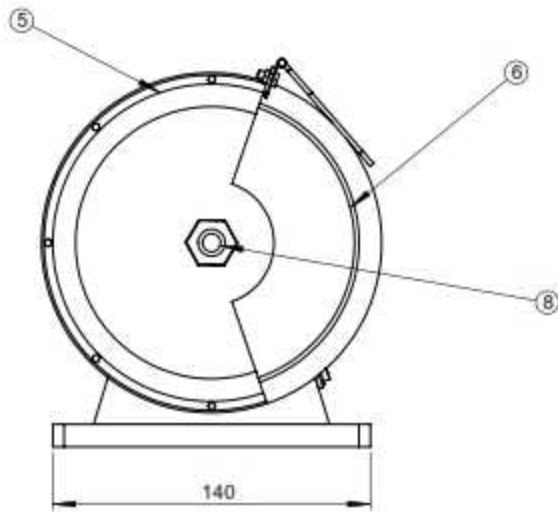
9	Bastidor - Columna Soporte	Soldadura	TEP-00-CS
8	Muestras de Mandril	Soldadura	TEP-00-MM
7	Mesa	Soldadura	TEP-00-ME
6	Eje Principal del Mandril	Soldadura	TEP-00-EPM
5	Poleas	Soldadura	TEP-00-POL
4	Banda	Soldadura	TEP-00-BAN
3	Cremallera	Soldadura	TEP-00-CRE
2	Cable de Alimentación Eléctrica	Soldadura	TEP-00-CAE
1	Motor Eléctrico	Soldadura	TEP-00-ME
ITEM	COMPONENTE	ÁREA	CÓDIGO

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1			
				Fecha	Nombre	Denominación:	
				Dib. 13/02/2014	S. SANCHEZ	ESQUEMA DEL TALADRO ELÉCTRICO DE PEDESTAL	
				Rev. 13/02/2014	Ing. J. PAREDES	Escala: 1:10	
				Apro. 13/02/2014	Ing. J. PAREDES	Número del dibujo: 13 de 15	
				UTA Ing. Mecánica		(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



8	Bastidor	Soldadura	HGF-00-BAS
7	Volante	Soldadura	HGF-00-VOL
6	Pedal de Freno	Soldadura	HGF-00-PR
5	Rodamientos	Soldadura	HGF-00-ROD
4	Eje	Soldadura	HGF-00-EJE
3	Sistema de engranajes	Soldadura	HGF-00-SE
2	Cámara de Refractario	Soldadura	HGF-00-CR
1	Chapa metálica para protección del refractario	Soldadura	HGF-00-CMR
ITEM	COMPONENTE	ÁREA	CÓDICO

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1			
				Fecha	Nombre	Denominación:	
			Dib.	13/02/2014	S. SANCHEZ	ESQUEMA DEL HORNO GIRATORIO PARA FUNDIR ALUMINIO Y BRONCE	
			Rev.	13/02/2014	Ing. J. PAREDES	Escala:	
			Apro.	13/02/2014	Ing. J. PAREDES	1:20	
				UTA		Número del dibujo: 14 de 15	
				Ing. Mecánica		(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



9	Bastidor	Soldadura	EE-00-BAS
8	Eje del Husillo	Soldadura	EE-00-EH
7	Rodamientos	Soldadura	EE-00-ROD
6	Muela Abrasiva	Soldadura	EE-00-MA
5	Protección de la Muela	Soldadura	EE-00-PM
4	Protector de Seguridad	Soldadura	EE-00-PS
3	Apoyo de la pieza de trabajo	Soldadura	EE-00-APT
2	Motor Eléctrico	Soldadura	EE-00-ME
1	Interruptor	Soldadura	EE-00-INT
ITEM	COMPONENTE	ÁREA	CÓDICO

				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1			
				Fecha	Nombre	Denominación:	
				Dib. 13/02/2014	S. SANCHEZ	ESQUEMA DEL ESMERIL ELÉCTRICO	
				Rev. 13/02/2014	Ing. J. PAREDES	1HP/ PIEDRA ZTF - TW	
				Apro. 13/02/2014	Ing. J. PAREDES	Escala: 1:2.5	
				UTA		Número del dibujo: 15 de 15	
				Ing. Mecánica		(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				

Anexo C 2:

Matriz de Inspección del Laboratorio de Materiales.

Anexo C 3:

Matriz de Mantenimiento del Laboratorio de Materiales.

Anexo C 4:

Matriz de Limpieza del Taller de Soldadura.

Anexo C 5:

Matriz de Inspección del Taller de Soldadura.

Anexo C 6:

Matriz de Mantenimiento del Taller de Soldadura.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
MATRIZ DE MANTENIMIENTO - TALLER DE SOLDADURA



EQUIPO	CRITICIDAD	ÁREA DE EJECUCIÓN	IMPACTO	FRECUENCIA	PERSONAL	EQUIPO E IMPLEMENTO	TIEMPO (h)	# M.O.	HORAS HOMBRE	H.H. POR AÑO	COSTO H.H. POR HORA	COSTO H.H. POR AÑO	
PRENSA HIDRÁULICA 30 TONS SCHULZ SONIAR	No Crítico	Cable de Acero	Deterioro de sus hilos y posibles fallos	Semestral	Ayudante de Laboratorio	Herramientas varias	1	1	1	2	2,19	4,38	
		Base Soporta Cargas	Deterioro general por golpes o corrosión	Semestral	Docente	Herramientas varias	1	1	1	2	12,5	25,00	
		Manivela	Deterioro general por mala manipulación	Semestral	Ayudante de Laboratorio	Herramientas varias	1	1	1	2	2,19	4,38	
	Semi Crítico	Manómetro de Presión	Deterioro general y posibles fallos	Semestral	Docente	Herramientas varias	2	2	4	8	12,5	100,00	
		Gato Hidráulico	Deterioro del embolo por falta de lubricación	Semestral	Docente	Herramientas varias	2	2	4	8	12,5	100,00	
		Bastidor	Deterioro general por golpes o corrosión	Semestral	Docente	Herramientas varias	2	1	2	4	12,5	50,00	
SOLDADORA ELÉCTRICA MILLER DIALARC	No Crítico	Carcasa	Deterioro de su pintura y golpes	Semestral	Ayudante de Laboratorio	Herramientas varias	2	1	2	4	2,19	8,76	
		Botonera	Deterioro general por mala manipulación	Semestral	Técnico de Mantenimiento	Equipo de mantenimiento	2	1	2	4	3,75	15,00	
		Regulador de Corriente	Deterioro general por mala manipulación	Semestral	Técnico de Mantenimiento	Equipo de mantenimiento	2	1	2	4	3,75	15,00	
	Semi Crítico	Pinza de Maza	Rotura de los dientes por golpes o mala manipulación	Mensual	Ayudante de Laboratorio	Equipo de mantenimiento	1	1	1	12	2,19	26,28	
		Cable porta electrodo	Deterioro de la protección del cable	Semestral	Técnico de Mantenimiento	Equipo de mantenimiento	1	2	2	4	3,75	15,00	
		Cable maza	Deterioro de la protección del cable	Semestral	Técnico de Mantenimiento	Equipo de mantenimiento	1	1	1	2	3,75	7,50	
		Generador	Deterioro general y posibles fallos	Semestral	Técnico de Mantenimiento	Equipo de mantenimiento	3	1	3	6	3,75	22,50	
TALADRO ELÉCTRICO DE PEDESTAL 3/4 HP	No Crítico	Mueles de Mandril	Deterioro de las muelas y posible caída del mandril	Semestral	Técnico de Mantenimiento	Equipo de mantenimiento	1	1	1	2	3,75	7,50	
		Mesa	Deterioro de la sujeción de la mesa	Semestral	Técnico de Mantenimiento	Equipo de mantenimiento	1	1	1	2	3,75	7,50	
		Eje Mandril	Deterioro general y posibles fallos	Semestral	Técnico de Mantenimiento	Equipo de mantenimiento	1	2	2	4	3,75	15,00	
		Poleas	Deterioro de las poleas con Desalineamiento	Semestral	Técnico de Mantenimiento	Equipo de mantenimiento	2	2	4	8	3,75	30,00	
		Banda	Deterioro de la banda (perdida de tensión)	Semestral	Técnico de Mantenimiento	Equipo de mantenimiento	2	2	4	8	3,75	30,00	
		Cable Alimentación	Deterioro de la protección del cable	Semestral	Técnico de Mantenimiento	Equipo de mantenimiento	1	1	1	2	3,75	7,50	
	Semi Crítico	Cremallera	Deterioro de los dientes de la cremallera	Semestral	Técnico de Mantenimiento	Equipo de mantenimiento	1	2	2	4	3,75	15,00	
		Motor Eléctrico	Deterioro general y posibles fallos	Semestral	Técnico de Mantenimiento	Equipo de mantenimiento	2	2	4	8	3,75	30,00	
		Columna Soporte	Deterioro por corrosión y golpes	Semestral	Técnico de Mantenimiento	Equipo de mantenimiento	2	1	2	4	3,75	15,00	
		Bastidor	Deterioro general por corrosión y golpes	Semestral	Técnico de Mantenimiento	Equipo de mantenimiento	2	1	2	4	3,75	15,00	
HORNO GIRATORIO PARA FUNDIR ALUMINIO Y BRONCE	No Crítico	Rodamientos	Deterioro general con posible pérdida de movimiento	Semestral	Técnico de Mantenimiento	Equipo de mantenimiento	2	2	4	8	3,75	30,00	
		Eje	Deterioro general y posibles fallos	Semestral	Técnico de Mantenimiento	Equipo de mantenimiento	2	2	4	8	3,75	30,00	
		Sistema de Engranajes	Deterioro general con posible pérdida de movimiento	Semestral	Técnico de Mantenimiento	Equipo de mantenimiento	2	2	4	8	3,75	30,00	
		Volante	Deterioro general con posible pérdida de movimiento	Semestral	Ayudante de Laboratorio	Herramientas varias	1	1	1	2	2,19	4,38	
		Pedal de Freno	Deterioro del resorte y posibles movimientos no controlados	Semestral	Ayudante de Laboratorio	Herramientas varias	1	1	1	2	2,19	4,38	
	Semi Crítico	Chapa Metálica	Posible deterioro general con presencia de corrosión	Semestral	Docente	Herramientas varias	3	2	6	12	12,5	150,00	
		Cámara Refractario	Deterioro de sus paredes y pérdida de espesor	Semestral	Docente	Herramientas varias	2	2	4	8	12,5	100,00	
		Muela Abrasiva	Desgaste por tiempo de uso	Semestral	Ayudante de Laboratorio	Herramientas varias	2	1	2	4	2,19	8,76	
ESMERIL ELÉCTRICO 1HP/ PIEDRA ZTF - TW	No Crítico	Eje Husillo	Deterioro general y posibles fallos	Semestral	Técnico de Mantenimiento	Equipo de mantenimiento	2	1	2	4	3,75	15,00	
		Rodamientos	Deterioro general con posible pérdida de movimiento	Semestral	Técnico de Mantenimiento	Equipo de mantenimiento	2	1	2	4	3,75	15,00	
		Protección Muela	Deterioro de los agujeros de sujeción	Mensual	Ayudante de Laboratorio	Herramientas varias	0,5	1	0,5	6	2,19	13,14	
		Protección de Seguridad	Rotura de la protección por golpes	Mensual	Ayudante de Laboratorio	Herramientas varias	0,5	1	0,5	6	2,19	13,14	
		Apoyo Pieza Trabajo	Deterioro de los agujeros de sujeción	Mensual	Ayudante de Laboratorio	Herramientas varias	0,5	1	0,5	6	2,19	13,14	
		Interruptor	Deterioro general por mala manipulación	Semestral	Técnico de Mantenimiento	Equipo de mantenimiento	1	1	1	2	3,75	7,50	
	Crítico	Motor Eléctrico	Deterioro general y posibles fallos	Semestral	Técnico de Mantenimiento	Equipo de mantenimiento	2	2	4	8	3,75	30,00	
		Carcasa	Deterioro de su pintura y golpes	Semestral	Ayudante de Laboratorio	Herramientas varias	2	1	2	4	2,19	8,76	
SOLDADORA MILLER (GTAW)	No Crítico	Cable Maza	Deterioro de la protección del cable	Semestral	Técnico de Mantenimiento	Equipo de mantenimiento	1	1	1	2	3,75	7,50	
		Cable Pistola	Deterioro de la protección del cable	Semestral	Técnico de Mantenimiento	Equipo de mantenimiento	1	1	1	2	3,75	7,50	
		Lagarto de Maza	Deterioro de sus dientes por golpes o mala manipulación	Mensual	Ayudante de Laboratorio	Herramientas varias	1	1	1	12	2,19	26,28	
		Interruptor	Deterioro general por mala manipulación	Semestral	Técnico de Mantenimiento	Equipo de mantenimiento	1	1	1	2	3,75	7,50	
		Cilindro de Gas	Descarga del gas	Semestral	Técnico de Mantenimiento	Equipo de mantenimiento	1	1	1	2	3,75	7,50	
	Semi Crítico	Pistola	Deterioro por acumulación de desperdicios de suelda	Mensual	Ayudante de Laboratorio	Herramientas varias	1	1	1	12	2,19	26,28	
		Regulador de Corriente	Deterioro por mala manipulación	Semestral	Técnico de Mantenimiento	Equipo de mantenimiento	2	2	4	8	3,75	30,00	
		Válvulas Reguladoras de Gas	Deterioro general y posibles fallos	Semestral	Técnico de Mantenimiento	Equipo de mantenimiento	1	1	1	2	3,75	7,50	
		Regulador Velocidad Alambre	Deterioro general y posibles fallos	Semestral	Técnico de Mantenimiento	Equipo de mantenimiento	2	2	4	8	3,75	30,00	
		Generador	Deterioro general y posibles fallos	Semestral	Técnico de Mantenimiento	Equipo de mantenimiento	2	2	4	8	3,75	30,00	
	SOLDADORA MIG	No Crítico	Carcasa	Deterioro de su pintura y golpes	Semestral	Ayudante de Laboratorio	Equipo de mantenimiento	2	1	2	4	2,19	8,76
			Lagarto de Maza	Deterioro de sus dientes por golpes o mala manipulación	Mensual	Ayudante de Laboratorio	Herramientas varias	1	1	1	12	2,19	26,28
Cable de Pistola			Deterioro de la protección del cable	Semestral	Técnico de Mantenimiento	Equipo de mantenimiento	1	1	1	2	3,75	7,50	
Cable Maza			Deterioro de la protección del cable	Semestral	Técnico de Mantenimiento	Equipo de mantenimiento	1	1	1	2	3,75	7,50	
Interruptor			Deterioro general por mala manipulación	Semestral	Técnico de Mantenimiento	Equipo de mantenimiento	1	1	1	2	3,75	7,50	
Semi Crítico		Cilindro de Gas	Descarga del gas	Semestral	Técnico de Mantenimiento	Equipo de mantenimiento	1	1	1	2	3,75	7,50	
		Válvulas Reguladoras Gas	Deterioro general y posibles fallos	Semestral	Técnico de Mantenimiento	Equipo de mantenimiento	1	1	1	2	3,75	7,50	
		Regulador Alambre	Deterioro general y posibles fallos	Semestral	Técnico de Mantenimiento	Equipo de mantenimiento	1	1	1	2	3,75	7,50	
		Regulador de corriente	Deterioro general y posibles fallos	Semestral	Técnico de Mantenimiento	Equipo de mantenimiento	1	1	1	2	3,75	7,50	
		Pistola	Deterioro por acumulación de desperdicios de suelda	Mensual	Ayudante de Laboratorio	Herramientas varias	1	1	1	12	2,19	26,28	
		Generador	Deterioro general y posibles fallos	Semestral	Técnico de Mantenimiento	Equipo de mantenimiento	2	2	4	8	3,75	30,00	
TOTAL							87,5	78	121,5	308	252,54	1363,38	

Elaborado por : Santiago Eduardo Sánchez Rojas

Anexo D 1:

Plan Anual de Mantenimiento del Laboratorio de Materiales.

Anexo D 2:

Plan Anual del Laboratorio de Materiales.

Anexo D 3:

Plan Anual de Mantenimiento del Taller de Soldadura.

Anexo D 4:

Plan Anual del Taller de Soldadura

