

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO PARA LAS ÁREAS DE MECANIZADO, SOLDADURA,
REFRIGERACIÓN Y AUTOMOTRIZ DEL CENTRO INDUSTRIAL DE
MANTENIMIENTO DE GIRÓN.**

**LUIS ANDRÉS AVENDAÑO GALLO
CRISTIAN ALEXANDER BARRERA FERNÁNDEZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2015

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO PARA LAS ÁREAS DE MECANIZADO, SOLDADURA,
REFRIGERACIÓN Y AUTOMOTRIZ DEL CENTRO INDUSTRIAL DE
MANTENIMIENTO DE GIRÓN.**

**LUIS ANDRÉS AVENDAÑO GALLO
CRISTIAN ALEXANDER BARRERA FERNÁNDEZ**

**Trabajo de Grado para optar al título de
Ingeniero Mecánico**

**Director
CARLOS BORRAS PINILLA
PhD Msc en Ingeniería Mecánica**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2015

DEDICATORIA

A Dios por darme salud y sabiduría para formarme como profesional.

A mi madre, por su amor, esfuerzo y apoyo incondicional para cumplir este objetivo.

A mi padre por su comprensión y sus buenos consejos.

A mis hermanos por ser mis guías y por depositar su confianza en mí.

A mi novia, por su amor, apoyo y compañía en cada paso dado.

A Toby, por ser mi gran amigo y alegrar todos los días de este camino.

A mis familiares, por el grano de arena aportado en el transcurso de mi carrera.

A mis amigos por los momentos vividos que hicieron más suave este proceso.

Gracias totales.

LUIS ANDRÉS AVENDAÑO GALLO

DEDICATORIA

A Dios por haberme permitido llegar a cumplir el objetivo de ser profesional.

A mis padres, GERMAN BARRERA y OLGA FERNÁNDEZ por su apoyo incondicional en cada paso de mi vida.

A mi tía NANCY FERNÁNDEZ una segunda madre para mí, su apoyo infinito fue elemental en este logro alcanzado.

A mis abuelos, tíos, tías, primos, primas y demás familiares por su granito de arena aportado durante el transcurso de mi carrera.

A los profesores que me transmitieron sus conocimientos y ayudaron en la formación de un gran profesional.

A mis amigos y conocidos por esos buenos momentos que sirvieron de ánimo para continuar el camino.

Mil y mil gracias a todos.

CRISTIAN ALEXANDER BARRERA FERNÁNDEZ

AGRADECIMIENTOS

Damos agradecimiento a todas las personas que de una u otra forma con su ayuda y colaboración intervinieron en la consecución de este trabajo de grado.

Al Ing. PhD. Carlos Borrás Pinilla, director del proyecto, por su orientación, confianza y colaboración en la realización de este trabajo de grado.

Al Ing. Ricardo Mariscal Chuscano, director de mantenimiento del Centro Industrial de Mantenimiento de Girón, por su amabilidad y disposición para cumplir los objetivos propuestos de este proyecto.

Al instructor Pedro Meléndez, instructor del área CNC por su amabilidad, comprensión y contribución en la culminación de este trabajo de grado.

LUIS ANDRÉS AVENDAÑO GALLO
CRISTIAN ALEXANDER BARRERA FERNÁNDEZ

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	25
1. OBJETIVOS DEL PROYECTO	28
1.1 Objetivo General	28
1.2 Objetivos específicos	28
2. GENERALIDADES DEL SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE	30
2.1 HISTORIA	30
2.2 MISIÓN	30
2.3 VISIÓN	30
2.4 CENTRO INDUSTRIAL DE MANTENIMIENTO DE GIRÓN	32
2.4.1 Ubicación	32
2.5 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL CENTRO INDUSTRIAL DE MANTENIMIENTO DE GIRÓN	34
2.6 DISTRIBUCIÓN POR BLOQUES DEL CENTRO INDUSTRIAL DE MANTENIMIENTO DE GIRÓN	34
2.7 REDES DE CONOCIMIENTO	35
2.8 ÁREAS DE ESTUDIO PARA IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	36

2.8.1 Área de mecanizado convencional	36
2.8.2 Área de mecanizado CNC	36
2.8.3 Área de soldadura.....	37
2.8.4 Área de refrigeración	38
2.8.5 Área automotriz.....	38
3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	39
3.1 DEFINICIÓN DE MANTENIMIENTO	39
3.2 PROPÓSITOS DEL MANTENIMIENTO	40
3.3 HISTORIA DEL MANTENIMIENTO	40
3.4 TIPOS DE MANTENIMIENTO	41
3.4.1 Mantenimiento correctivo	41
3.4.1.1 Ventajas del mantenimiento correctivo	42
3.4.1.2 Desventajas del mantenimiento correctivo.....	42
3.4.2 Mantenimiento preventivo	42
3.4.2.1 Ventajas del mantenimiento preventivo	43
3.4.2.2 Desventajas del mantenimiento preventivo.....	44
3.4.3 Mantenimiento predictivo	44
3.4.3.1 Análisis de vibraciones.....	44
3.4.3.2 Análisis de lubricantes	45
3.4.3.3 Análisis por ultrasonido	45
3.4.3.4 Termografía infrarroja	45
3.4.3.5 Ventajas del mantenimiento predictivo	45
3.4.3.6 Desventajas del mantenimiento preventivo.....	46
3.4.4 Mantenimiento cero horas (overhaul)	46
3.4.5 Mantenimiento en uso.....	47
3.5 INDICADORES DE MANTENIMIENTO	47
3.5.1 Disponibilidad.....	48
3.5.2 Fiabilidad.....	49
3.5.3 Mantenibilidad.....	49

4. MANTENIMIENTO ACTUAL EN LAS ÁREAS DE MECANIZADO, SOLDADURA, REFRIGERACIÓN Y AUTOMOTRIZ DEL CENTRO INDUSTRIAL DE MANTENIMIENTO DE GIRÓN	50
4.1 DIAGNÓSTICO DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO	50
4.1.1 Organización del mantenimiento.....	50
4.1.2 Organigramas y descripción de funciones	50
4.2 ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO	51
4.3 PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	52
4.4 SOPORTE INFORMÁTICO	52
4.5 DOCUMENTACIÓN TÉCNICA	53
4.6 COSTOS DE MANTENIMIENTO.....	53
4.7 ÁREAS DE MANTENIMIENTO.....	53
4.8 SERVICIO DE MANTENIMIENTO DESARROLLADO POR TERCEROS	54
4.9 PERSONAL DE MANTENIMIENTO	54
4.10 ESTUDIO DEL ÁREA ORGANIZATIVA DE LAS ÁREAS ESTABLECIDAS DEL CENTRO INDUSTRIAL DE MANTENIMIENTO DE GIRÓN, PARA DETERMINAR LA IMPORTANCIA DE DISEÑAR E IMPLEMENTAR UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	54
4.11 PROCESO DE AUDITORÍA DE LAS ÁREAS DE MECANIZADO, SOLDADURA, REFRIGERACIÓN Y AUTOMOTRIZ DEL CENTRO INDUSTRIAL DE MANTENIMIENTO DE GIRÓN	58
4.11.1 Cuestiones de autoanálisis: metodología y obtención de resultados.....	58
4.11.2 Resultados y su representación gráfica	72
5. INVENTARIO Y CODIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS	75

5.1 CODIFICACIÓN DE EQUIPOS.....	75
6. ANÁLISIS DE CRITICIDAD	83
6.1 APLICACIÓN ANÁLISIS DE CRITICIDAD EN EL CENTRO INDUSTRIAL DE MANTENIMIENTO DE GIRÓN PARA LAS ÁREAS DE MECANIZADO, SOLDADURA, REFRIGERACIÓN Y AUTOMOTRIZ.....	84
6.1.1 Resultados análisis de criticidad	89
6.1.1.1 Resultados análisis de criticidad área de mecanizado convencional.....	89
6.1.1.2 Resultados análisis de criticidad área de mecanizado CNC	90
6.1.1.3 Resultados análisis de criticidad área de soldadura	91
6.1.1.4 Resultados análisis de criticidad área de refrigeración	93
7. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS ÁREAS DE MECANIZADO, SOLDADURA, REFRIGERACIÓN Y AUTOMOTRIZ DEL CENTRO INDUSTRIAL DE MANTENIMIENTO DE GIRÓN.....	94
7.1 ÁREA DE MECANIZADO CONVENCIONAL.....	94
7.1.1 Fresadora universal	94
7.1.2 Tornos paralelos	97
7.2 ÁREA DE MECANIZADO CNC.....	101
7.2.1 Tornos CNC	101
7.2.1.1 Recomendaciones	103
7.2.2 Fresadoras CNC	105
7.2.2.1 Recomendaciones	107
7.3 ÁREA DE SOLDADURA.....	108
7.3.1 Equipos de soldadura SMAW	108

7.3.1.1 Recomendaciones	109
7.3.2 Compresores	109
7.4 ÁREA AUTOMOTRIZ	110
7.4.1 Banco para inyectores unitarios.....	111
7.4.2 Banco universal	112
7.4.3 Banco universal	114
7.4.4 Banco consola de flujo.....	115
7.5 ÁREA DE REFRIGERACIÓN	116
7.5.1 Neveras.....	116
7.5.2 Aires acondicionado tipo mini Split	119
8. DISEÑO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO ..	121
8.1 PORQUE ES IMPORTANTE PROGRAMAR EN JAVA	122
8.2 VARIABLES DE ENTRADA Y SALIDA.....	123
8.3 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA GENERAL DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN	125
9. SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PARA LAS ÁREAS DE MECANIZADO, SOLDADURA, REFRIGERACIÓN Y AUTOMOTRIZ DEL CENTRO INDUSTRIAL DE MANTENIMIENTO DE GIRÓN	127
9.1 MÓDULO USUARIO.....	128
9.1.1 Ingreso al programa.....	128
9.1.2 Interfaz de los módulos.....	129
9.2 MÓDULO EQUIPOS O MÁQUINAS	129
9.2.1 Hoja de vida.....	130

9.2.2 Fichas técnicas	131
9.3 MÓDULO ORDEN DE TRABAJO	133
9.4 MÓDULO ALARMAS	134
9.5 MÓDULO ALMACÉN	136
9.6 MÓDULO INDICADORES DE GESTIÓN	136
9.7 AYUDA.....	137
10. CONCLUSIONES	138
BIBLIOGRAFIA.....	140
ANEXOS.....	141

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Logotipo del SENA.....	31
Figura 2. Ubicación del centro industrial de mantenimiento de Girón	33
Figura 3. Entrada principal del centro industrial de mantenimiento de Girón.....	33
Figura 4. Estructura organizacional del centro industrial de mantenimiento de Girón	34
Figura 5. División por bloques del centro industrial de mantenimiento de Girón ...	35
Figura 6. Área de mecanizado convencional	36
Figura 7. Área de mecanizado CNC	37
Figura 8. Área de soldadura	37
Figura 9. Área de refrigeración	38
Figura 10. Área automotriz	38
Figura 11. Organigrama del departamento de mantenimiento.....	51
Figura 12. Representación gráfica de los resultados	72
Figura 13. Grafica de los resultados para las áreas de mecanizado, soldadura, refrigeración y automotriz del centro industrial de mantenimiento de Girón	73
Figura 14. Diseño de codificación de equipos	76
Figura 15. Áreas de codificación.....	76
Figura 16. Ejemplo de codificación	77
Figura 17. Matriz de criticidad.....	83
Figura 18. Tabla de factores ponderados	85

Figura 19. Modelo de matriz de criticidad	87
Figura 20. Principales partes fresadora universal	95
Figura 21. Principales partes torno paralelo	98
Figura 22. Exhibición gráfica torno CNC	101
Figura 23. Símbolos mantenimiento torno CNC.....	102
Figura 24. Elementos principales de una fresadora CNC	105
Figura 25. Exhibición gráfica CNC	106
Figura 26. Equipo de soldadura SMAW y sus partes.....	108
Figura 27. Compresor área de soldadura	110
Figura 28. Banco para inyectores unitarios.....	111
Figura 29. Banco universal	112
Figura 30. Banco universal	114
Figura 31. Banco consola de flujo.....	115
Figura 32. Nevera tipo combi	117
Figura 33. Aire acondicionado tipo mini Split	119
Figura 34. Variables de entrada y salida.....	125
Figura 35. Estructura general del sistema de información	126
Figura 36. Módulos del programa	127
Figura 37. Ingreso al programa.....	128
Figura 38. Módulos	129
Figura 39. Módulo máquinas	130
Figura 40. Hoja de vida de equipo	131
Figura 41. Ficha técnica.....	132
Figura 42. Estructura general del sistema de información	133

Figura 43. Formato de orden de trabajo	134
Figura 44. Ver alarmas	135
Figura 45. Crear alarma	135
Figura 46. Módulo almacén	136
Figura 47. Módulo indicadores de gestión	137
Figura 48. Formato ficha técnica de equipos	150
Figura 49. Formato hoja de vida equipos.....	151
Figura 50. Formato orden de trabajo	152

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Índices de evaluación de aspectos organizativos de la empresa.....	57
Tabla 2. Evaluación organizativa	58
Tabla 3. Auditoría organización general	60
Tabla 4. Auditoría métodos y sistemas de trabajo	61
Tabla 5. Auditoría control técnico de instalaciones y equipos.....	62
Tabla 6. Auditoría gestión de la carga de trabajo.....	63
Tabla 7. Auditoría compra y logística de repuestos y equipos	64
Tabla 8. Auditoría sistemas informáticos	65
Tabla 9. Auditoría organización del taller de mantenimiento	66
Tabla 10. Auditoría herramientas y medios de prueba	67
Tabla 11. Auditoría documentación técnica	68
Tabla 12. Auditoría personal y formación	69
Tabla 13. Auditoría contratación	70
Tabla 14. Auditoría control de la actividad	71
Tabla 15. Codificación de equipos área de mecanizado convencional.....	78
Tabla 16. Codificación de equipos área de mecanizado CNC	79
Tabla 17. Codificación de equipos área de soldadura	80
Tabla 18. Codificación de equipos área de automotriz	81
Tabla 19. Codificación de equipos área de refrigeración	82

Tabla 20. Formato de encuesta análisis de criticidad	88
Tabla 21. Resultado análisis de criticidad área de mecanizado convencional.....	90
Tabla 22. Resultado análisis de criticidad área de mecanizado CNC	91
Tabla 23. Resultado análisis de criticidad área de soldadura	92
Tabla 24. Resultado análisis de criticidad área de refrigeración	93
Tabla 25. Mantenimiento de tornos CNC con su respectiva periodicidad	102
Tabla 26. Mantenimiento de fresadoras CNC con su respectiva periodicidad	107
Tabla 27. Inspección mecánica tornos paralelos	141
Tabla 28. Inspección eléctrica tornos paralelos	142
Tabla 29. Inspección eléctrica fresadoras universales.....	142
Tabla 30. Inspección mecánica fresadoras universales.....	143
Tabla 31. Convenciones cronograma de equipos críticos	143
Tabla 32. Cronograma mantenimiento preventivo tornos paralelos.....	144
Tabla 33. Cronograma mantenimiento preventivo fresadoras universales	145
Tabla 34. Cronograma mantenimiento preventivo tornos CNC	146
Tabla 35. Cronograma mantenimiento preventivo fresadoras CNC.....	147
Tabla 36 Cronograma mantenimiento preventivo aires acondicionado tipo mini Split.....	147
Tabla 37. Cronograma mantenimiento preventivo neveras	148
Tabla 38. Cronograma mantenimiento preventivo equipos de soldadura SMAW	148
Tabla 39. Cronograma mantenimiento preventivo compresores.....	149

LISTA DE ECUACIONES

	Pág.
Ecuación 1. Disponibilidad teórica	48
Ecuación 2. Disponibilidad	48
Ecuación 3. Tiempo promedio en fallas	49
Ecuación 4. Tiempo promedio para reparar	49

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO TORNOS PARALELOS.....	141
ANEXO B. CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO A LOS EQUIPOS CRITICOS	144
ANEXO C. FORMATO DE FICHA TÉCNICA.....	150
ANEXO D. FORMATO DE HOJA DE VIDA.....	151
ANEXO E. FORMATO DE ORDEN DE TRABAJO.....	152
ANEXO F. MANUAL DE USUARIO.....	153

RESUMEN

TÍTULO: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS ÁREAS DE MECANIZADO, SOLDADURA, REFRIGERACIÓN Y AUTOMOTRIZ DEL CENTRO INDUSTRIAL DE MANTENIMIENTO DE GIRÓN.

AUTORES: LUIS ANDRÉS AVENDAÑO GALLO
CRISTIAN ALEXANDER BARRERA FERNÁNDEZ**

PALABRAS CLAVES: Plan de mantenimiento preventivo, criticidad, fiabilidad, disponibilidad.

DESCRIPCIÓN: Este proyecto tiene como objetivo diseñar e implementar un plan de mantenimiento preventivo para las áreas de mecanizado, soldadura, refrigeración y automotriz del CENTRO INDUSTRIAL DE MANTENIMIENTO DE GIRÓN, apoyados por un sistema de información el cual logra que la gestión del mantenimiento se lleve de manera organizada, logrando así aumentar la fiabilidad y disponibilidad de los equipos permitiendo que la calidad de formación técnica de los aprendices sea la mejor.

El desarrollo del proyecto se inició realizando una auditoría para la efectividad del mantenimiento en las áreas especificadas, obteniendo la identificación de los aspectos que presentan falencias y así poder encaminar las mejoras a implementar, igualmente se realizó un inventario y codificación de equipos que intervienen con la formación técnica de los aprendices de las respectivas áreas de estudio, además de realizar un análisis de criticidad a la totalidad de maquinaria perteneciente a dichas áreas para identificar los equipos críticos en el proceso de enseñanza del Centro Industrial de Mantenimiento de Girón.

Para finalizar se realizó un plan maestro con las actividades de mantenimiento preventivas necesarias para esta metodología, todo lo previo es la base fundamental en la implementación del sistema de información para la administración del mantenimiento, el cual está conformado por toda la información de los equipos, lo cual permite mostrar resultados de mejora gráficamente por medio de indicadores de gestión, contribuyendo así en la formación técnica del país.

*Trabajo de grado

**Facultad de ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Director: Ing. PhD: Carlos Borrás Pinilla

SUMMARY

TITLE: DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A PREVENTIVE MAINTENANCE PLAN FOR THE AREAS OF MACHINING, WELDING, REFRIGERATION AND AUTOMOTIVE OF THE INDUSTRIAL MAINTENANCE CENTER GIRON.*

AUTHORS: LUIS ANDRÉS AVENDAÑO GALLO
CRISTIAN ALEXANDER BARRERA FERNÁNDEZ**

KEY WORDS: Plan of preventive maintenance, criticality, reliability, availability.

DESCRIPTION: This project aims to design and implement a preventive maintenance plan for the areas of machining, welding, refrigeration and automotive of INDUSTRIAL MAINTENANCE CENTER GIRON, supported by an information system which manages the maintenance management takes so organized, achieving increased reliability and availability of equipment allowing the quality of technical training of apprentices is the best.

The development of the project began conducting an audit for maintenance effectiveness in areas specified, obtaining the identification of the aspects that present weaknesses so you can route the improvements to be implemented, equally inventory and coding equipment involving with the technical training of apprentices in the respective areas of study was performed, in addition to an analysis of criticality to all machines belonging to these areas to identify critical equipment in the teaching of industrial maintenance center giron.

To finish master plan preventive maintenance activities necessary for this methodology is performed, all previous is the fundamental base in the implementation of information system for maintenance management, which consists of all information equipment, which allows you to display results graphically improved through management indicators, thus contributing to the country's technical training.

*Degree work

**Physical-Mechanical sciences faculty, Mechanical Engineering, Eng. PhD. Carlos Borrás Pinilla.

INTRODUCCIÓN

Actualmente el país presenta un crecimiento continuo en la industria es por esto que las entidades que prestan servicios tiendan a sumergirse en el concepto de la alta calidad, lo cual origina que se tengan que llevar unas excelentes políticas de funcionamiento, implementando herramientas que permitan optimizar los procesos siempre pensando en el agrado y complacencia del usuario y los objetivos misionales de la entidad.

El Centro Industrial de Mantenimiento de Girón no ha sido ajeno a la situación nombrada anteriormente y se ha puesto en la tarea de que sus aprendices se caractericen por una formación técnica de calidad y completa, en pro de contribuir a la creciente industria colombiana, enfocándose en el diseño e implementación de un plan de mantenimiento preventivo a través de un sistema de información para las áreas de mecanizado, soldadura, refrigeración y automotriz, con el fin de aumentar la fiabilidad y disponibilidad de todos los equipos que intervienen en la formación técnica de los alumnos.

Este Centro Industrial de Mantenimiento, es un centro de formación técnico creado en 1966 por el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), como un medio de formación para el desarrollo económico y social de los sectores industriales en el área metropolitana. Su influencia abarca el desarrollo profesional en los campos tecnológicos de la soldadura de metales, mantenimiento eléctrico, mecánico, parque automotor y entre otros.

Esta entidad pública desde varios años atrás ha ido adquiriendo equipos para sus aprendices, pero nunca ha tenido en cuenta el mantenimiento de ellos de una forma preventiva, debido a ellos se planteó la necesidad de realizar un plan de mantenimiento preventivo como una metodología que ayudara a tener menos

fallos en las máquinas y menores pérdidas económicas posibles en lo relacionado al mantenimiento de los equipos involucrados en la formación de los estudiantes.

La finalidad que se quiere tener con este trabajo de grado es implementar un plan de mantenimiento preventivo basado en criticidad que permita aumentar la vida útil de los activos relacionados a esta entidad pública de educación. El mantenimiento allí se hace de manera correctiva con el instructor o técnico encargado del área, las rutinas de mantenimiento que el instructor realiza no son registradas de ninguna forma, no existe registro de fecha ni repuesto utilizado.

Con el conocimiento de las circunstancias en que se encuentra el departamento de mantenimiento del centro industrial, era claro cuál era la metodología a implementar, para ello se hizo necesario buscar los aspectos de mayor relevancia en esa problemática y contrarrestarlos. Por esta razón se realizó una auditoria para determinar la efectividad del mantenimiento.

Existe información de vital importancia para el desarrollo del proyecto, por tal motivo se hizo un registro general de los equipos con los que cuenta las áreas de estudio. A cada equipo se le genero su respectiva hoja de vida y sus correspondientes fichas técnicas y procedimientos a aplicar en cada mantenimiento.

En cuanto a los instructores de las áreas se debió realizar órdenes de trabajo que los hicieran participes en el procedimiento de mantenimiento preventivo, ya que ellos son los que permanecen en contacto con los equipos a diario. Otro aspecto importante fue la codificación de equipos, donde es posible por medio de un código identificar a las máquinas dependiendo del área en que se encuentre.

Para finalizar se abordó y ejecuto la metodología de jerarquización de equipos por medio de un análisis de criticidad y factores ponderados, el cual reflejo los activos

críticos en las respectivas áreas de estudio. Además se implementó un programa para la administración del mantenimiento el cual contiene toda la información necesaria para la ejecución del mantenimiento preventivo.

1. OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.1 Objetivo General

Continuar con la misión de la Universidad Industrial de Santander de brindar conocimientos y soluciones a las diferentes necesidades de la industria, específicamente por medio del diseño y la implementación de un plan de mantenimiento preventivo para las áreas de mecanizado, soldadura, refrigeración y automotriz del Centro Industrial de Mantenimiento de Girón (SENA).

1.2 Objetivos Específicos

- ✓ Realizar una auditoría sobre la gestión de mantenimiento en las áreas de mecanizado (CNC y convencional), soldadura, refrigeración y automotriz del Centro Industrial de Mantenimiento de Girón (Santander).
- ✓ Elaborar el inventario de los activos pertenecientes a las áreas de mecanizado, soldadura, refrigeración y automotriz con su respectiva codificación para generar una base de datos en Excel.
- ✓ Realizar un análisis de criticidad con base en factores ponderados para los equipos de las áreas de mecanizado, soldadura, refrigeración y automotriz, permitiendo establecer los equipos críticos, medianamente críticos y no críticos.
- ✓ Crear formatos para la identificación de la información de mantenimiento, los cuales serán:
 - Hoja de vida de las máquinas.
 - Orden de trabajo.

- Ficha técnica.

- ✓ Implantar el programa maestro de mantenimiento preventivo con planeación detallada para los equipos críticos de las cuatro áreas a evaluar.

- ✓ Implementar un sistema de información de mantenimiento utilizando el lenguaje de programación JAVA con los siguientes módulos: equipos, usuarios, orden de trabajos, alarmas, indicadores de gestión, inventario de herramientas y ayuda. Para las áreas de mecanizado, soldadura, refrigeración y automotriz del Centro Industrial de Mantenimiento de Girón.

- ✓ Capacitar al personal de mantenimiento del Centro Industrial de Mantenimiento de Girón llevar a cabo una correcta utilización del programa de mantenimiento implementado.

2. GENERALIDADES DEL SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE (SENA)

2.1 HISTORIA

El SENA nació durante el gobierno de la junta militar, posterior a la renuncia del general Gustavo Rojas Pinilla, mediante el decreto-ley 118, del 21 de junio de 1957. Su función, definida en el Decreto 164 del 6 de agosto de 1957, fue brindar formación profesional a trabajadores, jóvenes y adultos de la industria, el comercio, el campo, la minería y la ganadería. Su creador fue Rodolfo Martínez Tono.

2.2 MISIÓN

El SENA está encargado de cumplir la función que le corresponde al Estado de invertir en el desarrollo social y técnico de los trabajadores colombianos, ofreciendo y ejecutando la formación profesional integral, para la incorporación y el desarrollo de las personas en actividades productivas que contribuyan al desarrollo social, económico y tecnológico del país.

2.3 VISIÓN

En el 2020, el SENA será una Entidad de clase mundial en formación profesional integral y en el uso y aprobación de tecnología e innovación al servicio de personas y empresas; habrá contribuido decisivamente a incrementar la competitividad de Colombia a través de:

- Aportes relevantes a la productividad de las empresas.
- Contribución a la efectiva generación de empleo y la superación de la pobreza.
- Aporte de fuerza laboral innovadora a las empresas y las regiones.
- Integralidad de sus egresados y su vocación de servicio.

- Calidad y estándares internacionales de su formación profesional integral.
- Incorporación de las últimas tecnologías en las empresas y en la formación profesional integral.
- Estrecha relación con el sector educativo (media y superior).
- Excelencia en la gestión de sus recursos (humanos, físicos, tecnológicos, y financieros).

En la figura 1 se muestra el logo del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA).

Figura 1. Logotipo del SENA



Fuente: www.sena.edu.co

2.4 CENTRO INDUSTRIAL DE MANTENIMIENTO DE GIRÓN

El centro Industrial de Mantenimiento Integral de Girón fue creado en el año de 1966, por el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), como un medio de formación para el desarrollo económico y social de los sectores industriales localizados en el área metropolitana. Ubicado en una zona de gran actividad industrial, su influencia abarca polos de desarrollo regional a dicha área desarrollando acciones de formación profesional en los campos tecnológicos de la soldadura de metales, el mantenimiento eléctrico, electrónico, mecánico, de redes, parque automotor, telecomunicaciones e informática.

La completa dotación que posee el Centro en equipos modernos para la formación en mecánica automotriz, automatización industrial, telecomunicaciones y teleinformática lo hacen competitivo en los sectores metalmecánico, automotriz, de transporte y de telecomunicaciones. El Centro lidera y desarrolla la capacitación, la difusión y la transferencia de nuevas tecnologías industriales a las empresas y al nuevo talento en la región, ofreciendo formación profesional integral y prestando sus servicios a los sectores metalmecánico, eléctrico, automotriz, agroindustrial, telecomunicaciones y de transporte. Como apoyo competitividad y productividad de las empresas a través de programas y proyectos en los campos de la capacitación del talento humano requerido, del diagnóstico y de la solución de problemas técnicos relacionados con el mejoramiento de procesos, bienes y productos en las tecnologías del mantenimiento industrial.

2.4.1 Ubicación. El Centro Industrial de Mantenimiento de Girón se encuentra ubicado en el kilómetro 7 vía palenque-Rincón de girón. (Ver figura 2 y 3).

Figura 2. Ubicación del centro industrial de mantenimiento de Girón.



Fuente: Google Maps.

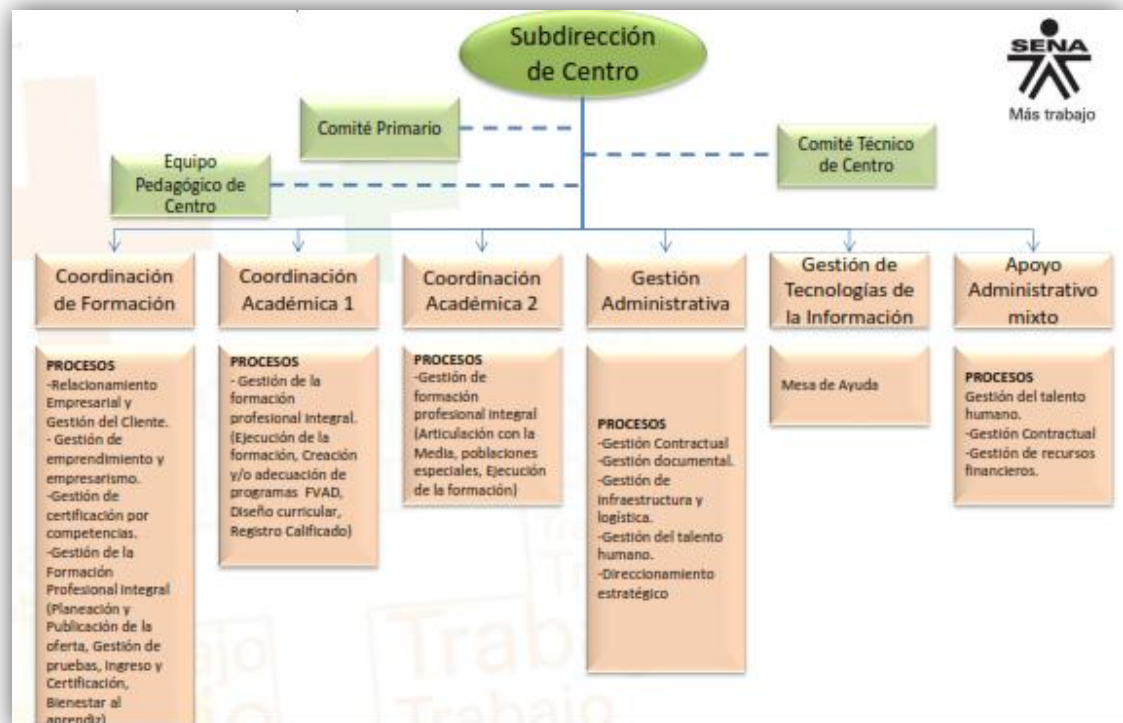
Figura 3. Entrada principal



2.5 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL CENTRO INDUSTRIAL DE MANTENIMIENTO DE GIRÓN

La estructura organizacional del Centro Industrial de Mantenimiento de Girón se puede observar en la siguiente figura.

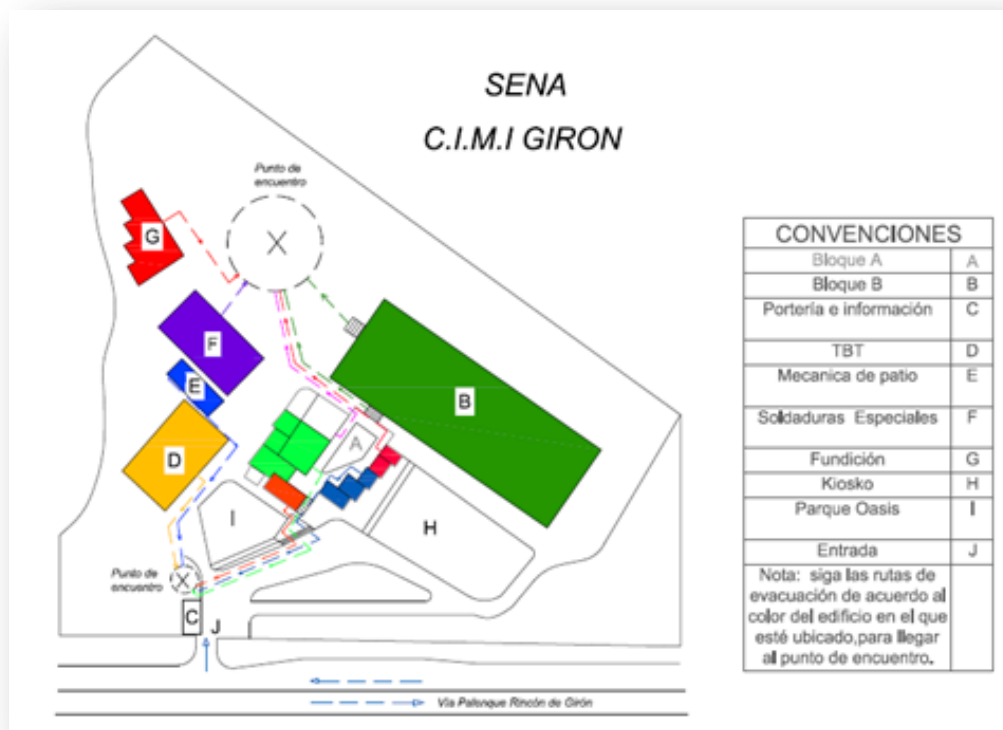
Figura 4. Estructura organizacional del centro industrial de mantenimiento de Girón



2.6 DISTRIBUCIÓN POR BLOQUES DEL CENTRO INDUSTRIAL DE MANTENIMIENTO DE GIRÓN

En la figura 5 se observa la división por bloques del Centro Industrial de Mantenimiento de Girón.

Figura 5. División por bloques del centro industrial de mantenimiento de Girón.



2.7 REDES DE CONOCIMIENTO

El centro brinda capacitación en los siguientes campos de enseñanza:

- Electricidad, salud ocupacional y HSEQ.
- Mecánica industrial.
- Informática, Telecomunicaciones, primera infancia y Especialización en gestión de proyectos.
- Automotriz.
- Electrónica y automatización.

2.8 ÁREAS DE ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

2.8.1 Área de mecanizado convencional. El área de mecanizado convencional de acuerdo a la distribución del centro industrial de mantenimiento de Girón se encuentra en el bloque B, a continuación en la figura 6 se muestra dicha área.

Figura 6. Área de mecanizado convencional



2.8.2 Área de mecanizado CNC. Al igual que el área de mecanizado convencional, esta área también se encuentra en el bloque B. en la figura 7 se observa el área CNC con sus respectivos equipos.

Figura 7. Área de mecanizado CNC



2.8.3 Área de soldadura. El área de soldadura se encuentra ubicada en el bloque F. en la figura a continuación se muestra está área.

Figura 8. Área de soldadura.



2.8.4 Área de refrigeración. Ubicada en el bloque B. en la figura 9 se observa las instalaciones de este lugar.

Figura 9. Área de refrigeración.



2.8.5 Área automotriz. Ubicada en el bloque D. En la figura 10 se observa la imagen del área automotriz.

Figura 10. Área automotriz.



3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

En el presente capítulo se encuentra referenciado los conceptos y características importantes del mantenimiento industrial, lo cual servirá de soporte en la ejecución del proyecto en el Centro Industrial de Mantenimiento de Girón.

3.1 DEFINICIÓN DEL MANTENIMIENTO

En términos generales por mantenimiento se designa al conjunto de acciones que tiene como objetivo mantener un activo o equipo en un estado en el cual este pueda desplegar las funciones requeridas con un máximo rendimiento y mayor tiempo posible.

Con el transcurrir de los años, el desarrollo tecnológico en los diferentes tipos de instalaciones crece de manera rápida, haciendo que los procesos manuales se automaticen, generando así grandes cadenas de producción, cuya parálisis representa significativas pérdidas económicas. La importancia del mantenimiento se deriva por tanto, de la necesidad de contar con una estructura que permita restablecer rápidamente las condiciones de operación ideal, para reducir al mínimo las pérdidas de producción.¹

El mantenimiento se puede dividir en los siguientes grupos:

- I. Mantenimiento correctivo
- II. Mantenimiento preventivo
- III. Mantenimiento predictivo
- IV. Mantenimiento cero horas (overhaul)
- V. Mantenimiento en uso

¹ Olivero García. Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial. Bogotá. 2012. Cap. 1. Pág. 23.

Los dos últimos tipos de mantenimiento fueron establecidos después de la jerarquización que se había dado inicialmente (correctivo, preventivo y predictivo), pero su labor resulto igual de imprescindible al momento de realizar una buena gestión de mantenimiento.

3.2 PROPÓSITOS DEL MANTENIMIENTO

Los propósitos fundamentales que se deben seguir en cualquier actividad de mantenimiento son:

- ✓ Mantener disponibilidad de los equipos.
- ✓ Garantizar la confiabilidad de los equipos.
- ✓ Prolongar la vida útil de las máquinas.
- ✓ Disminuir los costos involucrados en el mantenimiento.
- ✓ Optimizar los tiempos involucrados en el mantenimiento.
- ✓ Restablecer la funcionalidad del equipo a condiciones determinadas.

3.3 HISTORIA DEL MANTENIMIENTO²

El mantenimiento irrumpe con fuerza con la revolución industrial provocada por la aparición de la máquina de vapor, un periodo histórico comprendido entre la segunda mitad del siglo XVIII y principios del siglo XIX, con la introducción de las primeras máquinas, con la introducción de las primeras máquinas en las industrias textiles y los procesos de extracción del hierro, es en este contexto cuando se producen los primeros fallos y los primeros trabajos de reparación.

² Historia del Mantenimiento Industrial [En Línea]: puigenginyindustrial.blogspot.com/2013/07/historia-del-mantenimiento.industria.html, [citado 13 de febrero del 2015].

En este periodo histórico, las tareas de mantenimiento se limitaban a corregir las averías causadas por el proceso de producción, y es así como se crea el mantenimiento correctivo. Los primeros trabajos de reparación eran realizados por los mismos operarios que utilizaban los equipos. Hasta que llegó un punto en 1910, que la cantidad de maquinaria industrial se había incrementado de forma exponencial, cosa que empezó a provocar que el trabajador invirtiera cada vez más de su tiempo laboral hacer trabajos de mantenimiento, perjudicando directamente a la producción.

Todo esto cambia con la llegada de la producción en cadena, en 1913 implantada por Henry Ford. Se establecen los primeros programas de producción y empieza la preocupación por los fallos o paros forzosos.

3.4 TIPOS DE MANTENIMIENTO

3.4.1 Mantenimiento Correctivo. Este tipo de mantenimiento se caracteriza por corregir las causas de las fallas que se presentan en los equipos, máquinas e instalaciones cuando a consecuencia de esta misma los equipos dejan de prestar el servicio para la cual fueron diseñados. Por ello estas labores tienen como objeto principal la recuperación inmediata del servicio. Toda labor de mantenimiento correctivo, exige atención inmediata, por lo cual esta no debe 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 pérdida.³

³ Oliverio García. Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial. Bogotá. 2012. Cap. 3. Pág. 53

Este tipo de mantenimiento se basa en dos tipos de acciones:

- Paliativas: soluciones momentáneas para el problema que se presente en el equipo o instalación.
- Curativas: soluciones definitivas al fallo o avería que se presente.

3.4.1.1. Ventajas del mantenimiento correctivo

- Es rentable en equipos que no intervienen de manera significativa en la producción.
- No necesita una infraestructura excesiva, un grupo de operarios competentes será suficiente, por lo cual el costo de la mano de obra es mínimo.
- Si el equipo está preparado, la intervención en la avería en cuanto a tiempo es mínima.

3.4.1.2. Desventajas del mantenimiento correctivo

- Se producen paradas y daños imprevisibles en la producción, afectando la planificación de manera incontrolada.
- No es posible determinar el tiempo exacto que la máquina permanecerá sin prestar el servicio para lo cual fue diseñada.
- La calidad de los productos puede bajar después que se presenta la falla en la máquina, debido a que los tiempos de reparación son cortos ayudando a que la máquina disminuya la probabilidad de un ajuste a la perfección.

3.4.2 Mantenimiento Preventivo. Este tipo de mantenimiento tiene por misión mantener un nivel de servicio en los equipos, programando las intervenciones de sus puntos más vulnerables en el momento más oportuno. Suele tener una periodicidad, es decir, se interviene aunque el equipo no haya mostrado ningún síntoma de presentar problemas.

Un programa de Mantenimiento Preventivo debe tener dos actividades básicas, las cuales son:

- Inspección periódica de los equipos, para descubrir las condiciones que conllevan a paros de improviso.
- Conservación de la planta para abolir dichos aspectos, repararlos cuando se encuentren aún en etapa de inicio.

En resumen, un sistema de Mantenimiento Preventivo cubre todos los mantenimientos planeados, los cuales son realizados con el fin de prevenir la ocurrencia de fallas o detectarlas prematuramente, evitando así las paradas inesperadas de los equipos.

El objetivo del Mantenimiento Preventivo es asegurar la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de los sistemas productivos, donde la disponibilidad es la probabilidad estadística de que el sistema productivo pueda funcionar oportunamente cuando se necesite en un período de tiempo determinado. La confiabilidad es la probabilidad estadística de que el sistema no falle en su operación normal y la mantenibilidad es la probabilidad de que el equipo pueda ser reparado de manera precisa en un tiempo determinado.

3.4.2.1 Ventajas del mantenimiento preventivo

- Reducción de las paradas imprevistas de las máquinas.
- Mayor seguridad para operarios y maquinaria.
- Reducción de los costos de mantenimiento.
- Disminución de los pagos por tiempo extra del personal, originado por las paradas de improviso.
- Menor necesidad de operación continúa de los equipos.
- Inventario con un menor costo.
- Aumento de la vida útil de las máquinas.

3.4.2.2 Desventajas del mantenimiento preventivo

- Se requiere experiencia del personal de mantenimiento como de las recomendaciones del fabricante para hacer el programa de mantenimiento a los equipos.
- No proporciona con exactitud el desgaste de las piezas de los equipos.
- Los resultados esperados requieren de un lapso de tiempo para ser evidenciados.
- El costo se eleva un poco debido a la realización y funcionamiento de la estrategia, esto requiere de una inversión.

3.4.3 Mantenimiento Predictivo. El Mantenimiento Predictivo es el que persigue conocer e informar permanentemente del estado de las instalaciones mediante el conocimiento de variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.) cuya variación sea un indicio de problemas que se puedan presentar en los equipos. Este tipo de mantenimiento es el más tecnológico, pues este requiere de medios técnicos avanzados.

Existen cuatro procedimientos importantes para el pronóstico de falla en el Mantenimiento preventivo, los cuales son nombrados a continuación.⁴

3.4.3.1 Análisis de vibraciones. El análisis de vibraciones es una de las tecnologías más certeras en el diagnóstico y monitoreo de equipos. Este método detecta defectos internos como por ejemplo: desalineaciones de rodamientos y poleas, desequilibrio dinámico, desgaste de engranajes, sobrecargas, ejes defectuosos, entre otros. Los parámetros a tener en cuenta en este método son:

⁴ Bittel, L./ Ramsey, J. (1992). Enciclopedia del MANAGEMENT. Ediciones Centrum Técnicas y Científicas. Barcelona, España leer más: <http://www.monografias.com/trabajos17/mantenimiento-predictivo/mantenimiento>.

severidad de la vibración, espectros, velocidades pico, aceleración pico y ángulos de fase.

3.4.3.2 Análisis de Lubricantes. Existen dos tipos de análisis dependiendo de la necesidad:

- Análisis inicial: se realiza a productos de equipos que presente dudas provenientes de los resultados del estudio de lubricación, permitiendo hacer correcciones en la selección del producto.
- Análisis de rutina: este análisis está diseñado para los equipos que presentan alta criticidad, en los cuales se define una frecuencia de muestreo, siendo el principal objetivo la determinación del estado del aceite y nivel de desgaste.

3.4.3.3 Análisis por ultrasonido. Este procedimiento se emplea para detectar fallas como grietas, soldaduras deficientes, corrosiones, desgaste, entre otros. El análisis por ultrasonido consiste en lanzar pulsos u ondas de ultra sonido al interior de los materiales y con las repuestas obtenidas al regreso de la señal, se determina la ubicación de la falla.

3.4.3.4 Termografía infrarroja. Con este procedimiento se puede medir la temperatura superficial mediante la evaluación de radiación infrarroja. Este método trabaja mediante la medición de variaciones de gradientes de temperatura sobre las máquinas y elementos sometidos a estudio, puede funcionar en blanco y negro o a color, mediante su interpretación gráfica y numérica se obtiene importantes resultados para la toma de decisiones.

3.4.3.5 Ventajas del mantenimiento predictivo

- Detección precoz de fallas.
- Eliminación en un alto porcentaje de las fallas accidentales.
- Ahorro y disminución del inventario de repuestos.

- Corrección a tiempo de muchos problemas de montaje que generan fallas repetidas en la máquina.
- Ahorro y disminución del inventario de repuestos.
- Eliminación de inspecciones periódicas de mantenimiento debido a que se suprime el desmonte de los equipos.

3.4.3.6 Desventajas del mantenimiento predictivo

- Seguimiento constante para una buena implementación.
- Personal capacitado para ejecutarlo.
- Costo elevado en su implementación.
- Obtención de resultados en cuanto a tiempo y costo es significativo.

3.4.4 Mantenimiento cero horas (overhaul)⁵. Este tipo de mantenimiento está constituido por el conjunto de tareas cuyo objetivo es observar los equipos a intervalos programados bien antes de que aparezca ningún fallo, bien cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva. Dicha revisión consiste en dejar el equipo a cero horas de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuera nuevo. En estas revisiones se sustituyen las piezas expuestas a desgaste, esto con el fin de asegurar con gran probabilidad un tiempo de buen funcionamiento fijado de antemano.

⁵ Tipos de mantenimiento. [En Línea]: <http://www.renovetec.com/tiposdemantenimiento.html>, [citado 15 de febrero de 2015]

3.4.5 Mantenimiento en uso⁶. Consiste en el mantenimiento básico de un equipo realizado por los usuarios del mismo. Esto basado en una serie de tareas elementales (toma de datos, inspecciones visuales, limpieza, lubricación, ajuste de tornillos) para lo que no es necesario una gran formación, sino tan solo un entrenamiento breve. Este tipo de mantenimiento es la base del Mantenimiento Productivo Total (TPM).

3.5 INDICADORES DE MANTENIMIENTO

Son parámetros numéricos que proporcionan una oportunidad de mejora continua en el desarrollo, aplicando técnicas específicas de mantenimiento. La magnitud de los indicadores nos ayuda a tener una idea con respecto a un valor o nivel de referencia, para así tomar acciones correctivas, modificativas según sea el caso.

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.

Los indicadores de gestión (planificación, ejecución, control y evaluación), son aquellos que normalmente interrelacionan dos valores, y nos aporta una visión completa que evalúa diversos aspectos de la gestión del departamento de mantenimiento.⁷

Estos índices son herramientas de gran utilidad para observar los resultados a través del tiempo.

⁶ Tipos de mantenimiento. [En Línea]: <http://www.renovetec.com/tiposdemantenimiento.html>, [citado 16 de febrero de 2015]

⁷ Francisco González. Auditoría del Mantenimiento e Indicadores de Gestión. Madrid. Cap. 3. Pág. 59

3.5.1 Disponibilidad. Es el principal parámetro asociado al mantenimiento, dado que limita la capacidad de producción. La disponibilidad se define como la probabilidad de que una máquina esté lista para producción en un lapso de tiempo determinado, esto quiere decir que no esté parada por averías o ajustes. La ecuación 1 representa este parámetro.

$$D = \frac{T_0}{T_0 + T_p}$$

Ecuación 1. Disponibilidad teórica

Dónde:

T_0 : 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, debido a que estas no son producto al fallo de la máquina.

La disponibilidad también se suele definir de forma más práctica a través de los tiempos medios entre fallos y de reparación. Así se tiene:

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

Ecuación 2. Disponibilidad

Dónde:

TPEF: Tiempo promedio entre fallos

TPPR: Tiempo promedio de reparación

3.5.2 Fiabilidad. Es la probabilidad de que un equipo desempeñe eficazmente las funciones para el cual fue diseñado, durante un periodo de tiempo especificado y bajo las condiciones de operación exigidas.

El análisis de fallas constituye otra medida del desempeño de los sistemas, para ello se utiliza lo que se denomina tasa de falla, por consiguiente, la media de tiempos entre fallas (TPEF) caracteriza la fiabilidad de la máquina. El tiempo promedio entre falla mide el tiempo que es capaz de operar el equipo o máquina a capacidad, sin interrupciones dentro de un lapso de tiempo considerado de estudio. La ecuación 3 representa la fiabilidad.

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

Ecuación 3. Tiempo promedio entre fallas

Dónde:

HROP: Horas de operación

NTFALLAS: Número de fallas detectadas

3.5.3 Mantenibilidad. Es la probabilidad de que un equipo en estado de fallo, pueda ser reparado a una condición especificada en un lapso de tiempo dado y usando unos recursos determinados. Por consiguiente, la media de tiempos de reparación (TPPR) caracteriza la mantenibilidad del equipo como se observa en la ecuación 4.

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

Ecuación 4. Tiempo promedio para reparar

Dónde:

TTF: Tiempo total de fallas

4. MANTENIMIENTO ACTUAL EN LAS ÁREAS DE MECANIZADO, SOLDADURA, REFRIGERACIÓN Y AUTOMOTRIZ DEL CENTRO INDUSTRIAL DE MANTENIMIENTO DE GIRÓN.

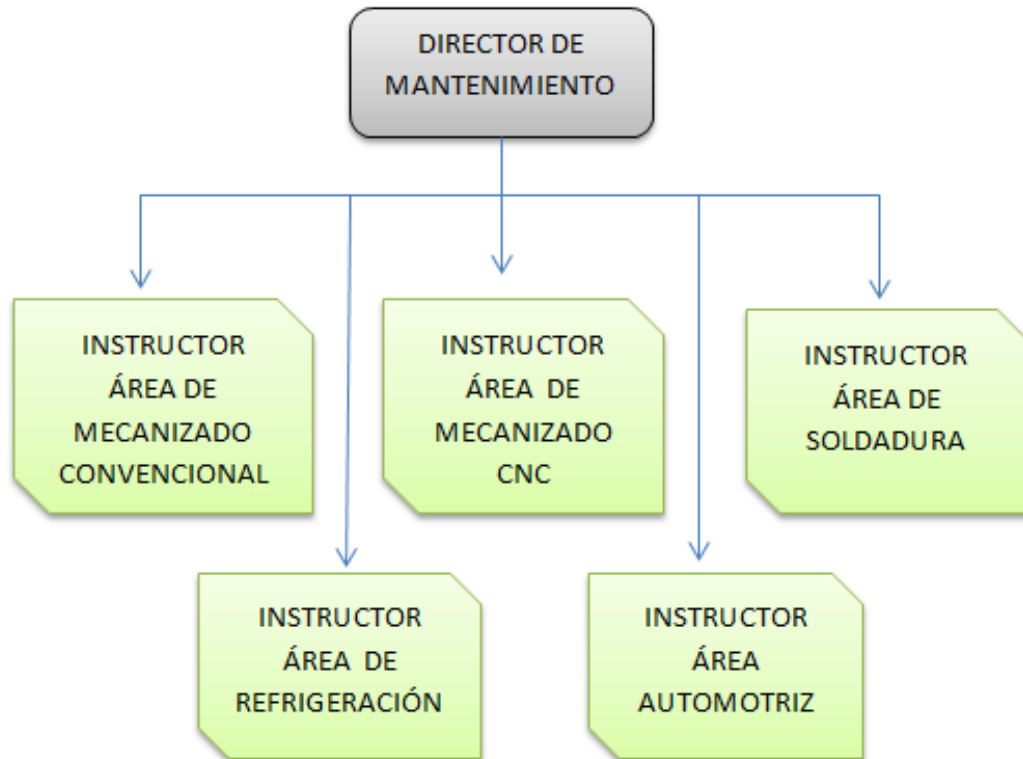
4.1 DIAGNÓSTICO DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO

4.1.1 Organización del mantenimiento. La organización del mantenimiento es la configuración que se deben dar entre los diferentes niveles de autoridad, funciones y obligaciones en cualquier entidad u organización, todo ello con el fin de mejorar su eficiencia. El Centro Industrial de Mantenimiento busca constantemente aportar a la industria local por medio de la calidad de sus aprendices, por esto se busca la regularización y sincronización del departamento de mantenimiento garantizando la fiabilidad y disponibilidad de los equipos. Aunque en la actualidad no se le ha brindado importancia debida al departamento de mantenimiento, se ha empezado a tomar conciencia el beneficio que conlleva un funcionamiento óptimo de los equipos que intervienen en la formación técnica de los aspirantes.

4.1.2 Organigrama y descripción de funciones. El organigrama del departamento de mantenimiento del Centro Industrial de Mantenimiento de girón es importante porque brinda claridad en la estructura organizacional establecida, mejorando la comunicación entre el personal perteneciente a este departamento. La figura 11 representa la estructura organizacional del departamento de mantenimiento el cual hasta ahora está empezando a tomar un mayor grado de importancia.

El director de mantenimiento es responsable directo del departamento de mantenimiento, se encarga de dirigir dicha área y delegar funciones a los instructores correspondientes de las áreas establecidas, para las actividades de mantenimiento pertinentes a realizar.

Figura 11. Organigrama del departamento de mantenimiento.



4.2 ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO

La administración del mantenimiento está conformada por un conjunto de técnicas y herramientas, las cuales mediante un proceso coordinado y estructurado busca la mantenibilidad de los sistemas y su protección con el fin de entorpecer el deterioro y alargar su vida útil.

En el Centro Industrial de Mantenimiento de Girón no existe un historial de mantenimiento o fichas técnicas que brinden información de los equipos, igualmente tampoco se cuenta con un cronograma donde se estipulen actividades de mantenimiento. Las tareas de orden correctivo son realizadas por el instructor o técnico a cargo del área pero esto no se consigna en ningún registro o documentación que permita tener un indicador de periodicidad de las fallas que se presenta en cada máquina.

El director de mantenimiento de esta entidad de formación técnica con el fin de desempeñar una excelente administración del departamento de mantenimiento y ayudar en la formación técnica solicita la creación de módulos que abarquen información clara y concisa brindando una mejor perspectiva de las tareas de mantenimiento. Dichos módulos son: indicadores de gestión, usuario, órdenes de trabajo, equipos, alarmas y ayuda.

4.3 PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO

Actualmente en el Centro Industrial de Mantenimiento de Girón no existen actividades proyectadas que permitan la organización anticipada y clasificada de tiempo y recursos de las debidas acciones que se van a realizar en el área de mantenimiento, por consiguiente las intervenciones que se le realizan a todos los equipos de las respectivas áreas de estudio son de clase correctiva, donde el instructor encargado del área por medio de una inspección visual determina el cambio a realizarse y la puesta a punto de la máquina. Estas labores la realizan los instructores encargados del área con una previa autorización del director de mantenimiento.

4.4 SOPORTE INFORMATICO

El centro Industrial no posee un sistema información para la administración de mantenimiento de los equipos que permita la planificación, programación, ejecución y recopilación de las tareas de mantenimiento desarrolladas, por tanto no existe un historial técnico de los activos para el área de mantenimiento, debido a ello el supervisar, diagnosticar y planificar tareas de mantenimiento se vuelve un poco tedioso y complejo haciendo que la gestión de mantenimiento sea extremadamente lenta.

4.5 DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

Las áreas establecidas de estudio poseen un número limitado de manuales técnicos respecto a la cantidad de equipos que existen, los únicos manuales que se encuentran son los de los activos adquiridos hace menos de 2 años, por consiguiente no hay precisión en la información para el departamento de mantenimiento, lo cual genera aumento de paros imprevistos en los equipos, influyendo de manera directa en la formación técnica de los aprendices que asiste allí con la intención de un mejor futuro.

4.6 COSTOS DE MANTENIMIENTO

Actualmente no hay un control responsable y coordinación de los costos generados por las actividades de mantenimiento de la totalidad de activos de las respectivas áreas de estudio, por lo tanto no existe un registro donde se explique detalladamente los costos de materiales y repuestos.

4.7 ÁREAS DE MANTENIMIENTO

Los técnicos e instructores encargados de realizar las labores de mantenimiento cuentan con un área específica dentro del centro industrial de mantenimiento en el cual almacenan repuestos, herramientas y materiales utilizados en dichas actividades. En cuanto al mantenimiento de los equipos en particular se les realiza en el área donde se encuentren debido a que el traslado de ellos resulta un poco infructuoso por el tiempo que se pierde, además el volumen y peso de estos no se presta para un fácil transporte.

4.8 SERVICIO DE MANTENIMIENTO DESARROLLADO POR TERCEROS

El mantenimiento en algunas ocasiones es desarrollado por terceras personas, esto sucede para los equipos especiales como por ejemplo los del área de mecanizado CNC, este mantenimiento es realizado por la empresa especializada que vende el equipo y en caso de que la máquina falle esta entidad se acercara y hará el análisis correspondiente para su reparación, todo esto por su conocimiento detallado en dicha maquinaria.

4.9 PERSONAL DE MANTENIMIENTO

El área de mantenimiento del Centro Industrial de Mantenimiento de Girón cuenta con personal técnico e instructores capacitados para desarrollar actividades de mantenimiento en cada una de las áreas establecidas. El director de mantenimiento, puesto desempeñado por un ingeniero el cual está encargado de delegar las funciones especificadas para que sean desarrolladas por instructores y técnicos relacionados con la respectiva área a examinar.

4.10 ESTUDIO DEL ÁREA ORGANIZATIVA DE LAS ÁREAS ESTABLECIDAS DEL CENTRO INDUSTRIAL DE MANTENIMIENTO DE GIRÓN, PARA DETERMINAR LA IMPORTANCIA DE DISEÑAR E IMPLEMENTAR UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Analizando la situación de organización del Centro Industrial de Mantenimiento de Girón y teniendo en cuenta la importancia de monitoreo y seguimiento de los equipos para alcanzar una mayor eficiencia dentro de las áreas establecidas en los objetivos del proyecto, se puede determinar la importancia de desarrollar un

plan de mantenimiento preventivo que involucre varios aspectos importantes de la organización. A continuación se evaluará lo relacionado para su aplicación.⁸

- **Jornada de trabajo:** Existen dos clases de empresas, las que trabajan en un solo turno y las que cuentan con turnos que cubren las 24 horas del día. Las empresas que ofrecen sus servicios en un turno, si se produce un daño, la producción podrá detenerse y el tiempo que se pierde es recuperable extendiendo el turno los siguientes días hasta que se solucione el problema.

En el caso de las organizaciones que desempeñan su trabajo durante las 24 horas, un daño en un equipo significa una disminución de su disponibilidad, debido a que no habrá la posibilidad de recuperar la producción perdida. Esto determina la intervención del equipo de mantenimiento.

- **Tamaño de la empresa u organización:** Desde el punto de vista económico los costos originados por la avería de un equipo en una empresa grande es mucho mayor que en el caso de una empresa u organización pequeña, por otro lado en la empresa de mayor tamaño afecta a un número mayor de empleados.
- **Tipo de proceso:** En proceso de producción en serie, una falla o avería se traduce en un paro general a diferencia de un proceso continuo que en caso de presentarse una falla se reduce la fiabilidad de los equipos.
- **Ritmo de la actividad:** La actividad de una empresa u organización tiene dos tipos de consideraciones, estas son estacional o permanente. La actividad estacional se identifica porque se concentra en periodos específicos del año, la actividad permanente como su nombre lo indica es

⁸ Torres, Bernardo. Análisis y desarrollo de la aplicación informática para el Mantenimiento Preventivo, Valencia. 2000. P. 20-30.

continúa a lo largo de todo el año. Cuando se trabaja bajo un ritmo estacional el mantenimiento se puede realizar en épocas de baja demanda de productos, así asegurando fiabilidad en los equipos cuando la demanda de trabajo es elevada.

- **Grado de automatización:** Cuanto más avance tecnológico y automatización posea la empresa u organización, mayores recursos se emplearán para su mantenimiento.
- **Inversión:** Las empresas u organizaciones se pueden clasificar de acuerdo a su inversión en tres grupos, las que tienen una inversión mayor a 5000 millones, las que su inversión está entre 1000 y 5000 millones y las que su inversión es menor o igual a 1000 millones.

En la tabla 1 se exponen las características que cualifican a la organización y el puntaje que representan.

Considerando la importancia de identificar los requerimientos que se deben tener en cuenta a la hora de implementar un plan de mantenimiento preventivo, se evaluará las áreas de mecanizado, soldadura, refrigeración y automotriz del Centro Industrial de Mantenimiento de Girón utilizando los conceptos nombrados en la tabla 1. A continuación con los siguientes parámetros, se podrá clasificar el tipo de organización o empresa:

- Si la puntuación obtenida en la calificación se encuentra entre el rango de 31 y 61 puntos, es necesario la aplicación del Mantenimiento Preventivo.
- Si la puntuación obtenida en la calificación se encuentra entre el rango de 26 y 30 puntos, debe realizarse un estudio de mayor profundidad para determinar la conveniencia de la aplicación del Mantenimiento Preventivo.

Tabla 1. Índices de evaluación de aspectos organizativos de la empresa.

CRITERIO	CALIFICACIÓN
JORNADA DE TRABAJO	
TRES TURNOS	10
DOS TURNOS	5
UN TURNO	1
TAMAÑO DE LA EMPRESA	
GRANDE	10
MEDIANA	5
PEQUEÑA	1
TIPO DE PROCESO	
CONTINUO	10
SERIE	5
POR LOTES	1
RITMO DE LA ACTIVIDAD	
PERMANENTE	10
ESTACIONAL	5
GRADO DE AUTOMATIZACIÓN	
ALTA	10
MEDIA	5
BAJA	1
INVERSIÓN	
GRANDE	10
MEDIA	5
PEQUEÑA	1

Fuente: Torres, Bernardo. Análisis y desarrollo de la aplicación informática para el Mantenimiento Preventivo, Valencia. 2000. P. 20-30

- Si la puntuación obtenida en la calificación se encuentra menor a 26 puntos, la empresa u organización no requiere la implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo.
- En la tabla 2 se muestran los resultados obtenidos de la evaluación realizada a las áreas de mecanizado, soldadura, refrigeración y automotriz

del Centro Industrial de Mantenimiento de Girón evaluando el beneficio de implementar un Plan de Mantenimiento Preventivo.

Tabla 2. Evaluación Organizativa

CRITERIO	CLASIFICACIÓN
JORNADA DE TRABAJO	
DOS TURNOS	5
TAMAÑO DE LA EMPRESA	
MEDIANA	5
TIPO DE PROCESO	
POR LOTE	1
RITMO DE LA ACTIVIDAD	
ESTACIONAL	5
GRADO DE AUTOMATIZACIÓN	
ALTA	10
INVERSIÓN	
GRANDE	10
TOTAL	36

Fuente: Torres, Bernardo. Análisis y desarrollo de la aplicación informática para el Mantenimiento Preventivo, Valencia. 2000. P. 20-30

De acuerdo con la clasificación de rangos de valores asignada anteriormente se puede concluir que las áreas de mecanizado, soldadura, refrigeración y automotriz del Centro Industrial de Mantenimiento de Girón es necesario la implementación de un plan de Mantenimiento Preventivo.

4.11 PROCESO DE AUDITORÍA DE LAS ÁREAS DE MECANIZADO, SOLDADURA, REFRIGERACIÓN Y AUTOMOTRIZ DEL CENTRO INDUSTRIAL DE MANTENIMIENTO DE GIRÓN.

4.11.1 Cuestiones de autoanálisis: metodología y obtención de resultados

En las áreas establecidas del Centro Industrial de Mantenimiento de Girón se realizó una auditoría para conocer con mayor profundidad el mantenimiento de dichas áreas, esta auditoria está conformada por 12 bloques de preguntas

mostradas en la tabla 3 a la tabla 14, que brindaran la información necesaria para su valoración.

Cada pregunta tiene una valoración entre 0, 10, 20, 30 y 40 puntos, dependiendo de la trascendencia que la misma tiene sobre el bloque analizado. El cuestionario sólo admite una respuesta y por tanto, una puntuación por cada una de las preguntas.⁹

⁹ Francisco González. Auditoría del Mantenimiento e Indicadores de Gestión. España. Pág. 103-171.

Tabla 3. Auditoría organización general.

A. ORGANIZACIÓN GENERAL	NO	Más bien no	ni sí ni no	Más bien sí	Sí	CALIFICACIÓN
1. ¿Está definida por escrito y aprobada, la organización y responsabilidades del Departamento de Mantenimiento?	0	-	-	-	30	10
2. ¿Se comprueban las responsabilidades y las tareas definidas en la organización de forma periódica para su adaptación?	0	-	-	-	10	5
3. ¿Están las responsabilidades y las tareas de los capataces o encargados y de los contraмаestres claramente definidas?	0	-	-	-	20	10
4. ¿Está suficientemente dimensionada la estructura de la dirección de mantenimiento y su equipo técnico para abordar nuevos procesos de mejora?	0	10	-	20	30	10
5. ¿Tiene cada sección y/o actividad un presupuesto de funcionamiento y hay seguimientos periódicos de su adecuación a la realidad?	0	-	-	-	10	0
6. ¿Existe un área para la planificación y coordinación de trabajos y para realizar estudios de mejora y formación?	0	5	-	15	20	5
7. ¿Existen descripciones de las funciones (en el terreno de responsabilidades y en el iniciativa) para cada uno de los puestos de ejecución?	0	5	10	15	20	5
8. ¿El personal de explotación u operación tienen instrucciones para llevar a cabo operaciones de mantenimiento de primer nivel y las ejecutan?	0	10	-	20	30	5
9. ¿Todas las operaciones preventivas y correctivas se ejecutan con órdenes de trabajos y se imputan adecuadamente las actividades y repuestos?	0	-	-	-	20	10
10. ¿Tienen objetivos claros e indicadores de funcionamiento que sirvan de pauta como resultados del servicio prestado?	0	5	-	20	30	0
11. ¿Los departamentos de compras, ingeniería o explotación tienen en cuenta de forma activa a mantenimiento en nuevos estudios o instalaciones?	0	10	-	20	30	0
12. ¿Hay reuniones periódicas y se realizan seguimientos de niveles de calidad de servicio percibidos por nuestros clientes?	0	10	-	20	30	10
A-280 puntos posibles					Subtotal:	70

Fuente: Francisco González. Auditoría de mantenimiento e indicadores de gestión. España. Pág. 104.

Tabla 4. Auditoría métodos y sistemas de trabajo

B. MÉTODOS Y SISTEMAS DE TRABAJO	NO	Más bien no	ni sí ni no	Más bien sí	Sí	CALIFICACIÓN
1. ¿Disponen de sistema de planificación y preparación de trabajo para intervenciones importantes?	0	10	–	20	30	10
2. ¿Tienen procedimientos para preparar trabajos, establecer presupuestos y justificar nuevas adquisiciones o proponer nuevas actividades?	0	–	10	–	20	10
3. ¿Disponen Uds. de métodos operativos escritos para los trabajos complejos o delicados?	0	–	10	–	20	10
4. ¿Tienen Uds un procedimiento por escrito (y aplicado) que defina las autorizaciones de trabajo (consignación, desconsignación) para los trabajos que conlleven riesgos?	0	–	–	–	25	10
5. ¿Se archivan en los expedientes o historiales de equipos y sistemas, los trabajos de preparación y planificación de grandes intervenciones?	0	5	–	10	15	10
6. ¿Hay acciones que lleven a normalizar los órganos y las unidades?	0	5	–	20	30	15
7. ¿Tienen Uds métodos para estimación de tiempos distintos de la estimación global? (trabajos tipos, bloques de tiempos)	0	–	5	–	10	5
8. ¿Utilizan Uds el método PERT (u otra gestión parecida) para la preparación de trabajos largos, importantes, o que necesitan mucha coordinación?	0	5	–	10	20	5
9. ¿Tienen métodos formalizados para hacer las reparaciones y protocolos de pruebas?	0	10	–	20	30	10
10. ¿Guardan Uds las unidades en almacén, hacen preparar kits (piezas, herramientas) antes de sus intervenciones?	0	10	–	20	30	10
11. ¿Está el conjunto de la documentación debidamente clasificada y fácilmente accesible?	0	5	–	10	20	5
12. ¿Tienen sistemas de priorización de actividades, con base en su criticidad, repercusiones secundarias, etc?	0	–	–	–	20	0
B-270 puntos posibles					Subtotal:	100

Fuente: Francisco González. Auditoría de mantenimiento e indicadores de gestión. España. Pág. 105.

Tabla 5. Auditoría control técnico de instalaciones y equipos.

C. CONTROL TÉCNICO DE INSTALACIONES Y EQUIPOS	NO	Más bien no	ni sí ni no	Más bien sí	Sí	CALIFICACIÓN
1. ¿Disponen Uds de una lista recapitulativa (inventario) de ubicación de los equipamientos de su unidad?	0	10	–	20	30	10
2. ¿Tiene cada equipamiento un número de identificación único diferente del número cronológico de inmovilización?	0	5	–	10	20	5
3. ¿En su emplazamiento, tiene todo el equipamiento un número de identificación claramente señalado?	0	5	–	10	15	5
4. ¿Se registran sistemáticamente las modificaciones, instalaciones nuevas o la supresión de equipamientos?	0	5	–	10	15	5
5. ¿Hay un archivo informático o en papel de cada equipo o instalación, y de sus subgrupos funcionales, con reseñas históricas de todos los trabajos llevados a cabo en cada uno de ellos y su coste?	0	10	–	20	30	10
6. ¿Tienen efectuados análisis de criticidad de equipos y estudios de averías y modos de fallo (AMFE,RCM, etc.)?	0	10	–	20	30	0
7. ¿Disponen Uds de información sobre las horas pasadas, las piezas consumidas y los costes, equipamiento por equipamiento?	0	10	–	25	40	0
8. ¿Hay uno (o varios) responsables del cuidado de las reseñas históricas de los trabajos?	0	5	–	15	20	5
9. ¿Está asegurado el seguimiento y control formal de las operaciones reglamentarias y de seguridad llevadas a cabo?	0	–	15	–	30	15
10. ¿Se audita periódicamente la situación de inventario y su documentación?	0	5	–	15	20	5
11. ¿Tiene constancia formal de la adecuación de su parque de maquinaria y equipos a la directiva de máquinas?	0	–	–	–	20	5
12. ¿Tiene posibilidad de analizar, sistema a sistema, el coste real de sus ciclos de vida - LCC?	0	10	–	20	30	10
C-300 puntos posibles					Subtotal:	75

Fuente: Francisco González. Auditoría de mantenimiento e indicadores de gestión. España. Pág. 106.

Tabla 6. Auditoría gestión de la carga de trabajo.

D. GESTIÓN DE LA CARGA DE TRABAJO	NO	Más bien no	ni sí ni no	Más bien sí	Sí	CALIFICACIÓN
1. ¿Tienen Uds un programa establecido de mantenimiento preventivo ? (acciones preventivas, periodicidad, carga de trabajo)	0	10	–	25	40	10
2. ¿Disponen Uds de fichas escritas de mantenimiento preventivo?	0	5	–	10	20	5
3. ¿Existe algún responsable del conjunto de las acciones de mantenimiento preventivo (en términos de control y de actualización)?	0	–	–	–	10	10
4. ¿Tienen los usuarios (u operadores) de los equipamientos responsabilidades en materia de reglaje o ajuste y mantenimiento de rutina?	0	5	–	15	20	10
5. ¿Tienen Uds un sistema de registro de las demandas o solicitudes de trabajo?	0	10	–	25	30	10
6. ¿Hay alguna persona más específicamente responsable de la planificación de los trabajos?	0	5	–	10	20	10
7. ¿Tienen Uds reglas definidas que permitan asignar los trabajos según las prioridades?	0	10	–	15	30	10
8. ¿Conocen Uds permanentemente la carga de trabajo en cartera y tienen un balance de capacidad?	0	5	–	15	20	10
9. ¿Existe algún documento (bono o solicitud de trabajo) que permita informar y seguir toda intervención que se utilice sistemáticamente para todo trabajo?	0	5	–	15	30	5
10. ¿Se reúnen periódicamente los contraмаestres para debatir las prioridades, problemas de planning, personal, etc.?	0	10	–	20	30	10
11. ¿Disponen Uds de un planning semanal (o periódico) de distribución de los trabajos?	0	–	15	–	30	0
12. Cuándo un trabajo no puede ser abordado con la celeridad que les exige producción o explotación, ¿tienen un procedimiento para informar de ello y proponer medidas correctivas y preventivas?	0	–	–	–	20	0
D-300 puntos posibles					Subtotal:	90

Fuente: Francisco González. Auditoría de mantenimiento e indicadores de gestión. España. Pág. 107.

Tabla 7. Auditoría compra y logística de repuestos y equipos.

E. COMPRA Y LOGÍSTICA DE REPUESTOS Y EQUIPOS	NO	Más bien no	ni sí ni no	Más bien sí	Sí	CALIFICACIÓN
1. ¿Tienen un almacén específico o diferenciado para mantenimiento y un sistema de lanzamiento y seguimiento de pedidos a su medida?	0	-	-	-	20	10
2. ¿Disponen de un sistema de "libre servicio" para artículos y piezas de consumo habitual?	0	-	5	-	10	10
3. ¿El stock de repuestos está al día, accesible a su personal de forma informatizada y disponible el valor, número de artículos, plazo, etc.?	0	10	-	20	30	10
4. ¿Están todas de repuestos identificadas y codificadas?	0	-	-	-	10	5
5. ¿Están definidos los sistemas de aprovisionamiento y de lanzamiento de compras por demandas, puntos de pedido, etc.?	0	-	5	-	10	5
6. ¿Hay un procedimiento formalizado de solicitud de ofertas, con pliegos adaptados a sus necesidades y adjudicación de pedidos?	0	-	-	-	20	20
7. ¿Los procedimientos de aprovisionamientos son rápidos y flexibles?	0	-	-	-	20	10
8. ¿Tienen proveedores concertados que almacenen en sus dependencias los materiales y repuestos de suministro?	0	5	-	15	20	5
9. ¿Tienen facilidad y homologados suministradores distintos al propio fabricante del equipamiento o instalación?	0	5	10	15	30	10
10. ¿Tienen un sistema rápido y eficaz de reparación de equipos y sistemas de inventario?	0	8	-	20	30	8
11. ¿Hay gran cohesión entre el servicio de compras y de mantenimiento para las decisiones de compra y negociación con los suministradores?	0	10	-	20	30	20
12. ¿Los procedimientos administrativos y operativos para solicitar un repuesto o un traslado son ágiles y "amigables"?	0	5	-	15	20	5
E-240 puntos posibles					Subtotal:	118

Fuente: Francisco González. Auditoría de mantenimiento e indicadores de gestión. España. Pág. 108.

Tabla 8. Auditoría sistemas informáticos.

F. SISTEMAS INFORMÁTICOS	NO	Más bien no	ni sí ni no	Más bien sí	Sí	CALIFICACIÓN
1. ¿Ha participado activamente el departamento de mantenimiento en la especificación técnica y definición de requisitos de su sistema informático?	0	10	–	15	20	10
2. ¿El sistema es "amigable" a la hora de lanzar órdenes, planificar actividad, controlar recursos, emitir informes, etc.?	0	5	10	15	20	5
3. ¿Se ha ajustado la aplicación informática implementada a los procedimientos organizativos eficaces ya implantados?	0	–	–	–	30	0
4. ¿Los operarios, a pie de obra, interactúan con el sistema recogiendo órdenes, cerrando las finalizadas, imputando recursos, etc.?	0	10	15	20	30	10
5. ¿Su sistema informático "dialoga" adecuadamente con otras aplicaciones corporativas como costes, nóminas, etc.?	0	10	–	20	30	10
6. ¿Desde la implantación de su aplicación informática ha reducido significativamente la carga administrativa de su departamento?	0	–	–	–	30	0
7. ¿La información que ahora obtiene de su aplicación le ayuda realmente a una más fácil y rigurosa toma de decisiones?	0	5	–	10	20	0
8. ¿Ha ahorrado personal u optimizado recursos, mejorando su eficiencia de forma contrastada, desde la puesta en marcha de la aplicación informática?	0	5	–	10	20	5
9. ¿El "hardware" de que dispone su departamento está suficientemente dimensionado en cuanto a capacidad de proceso, memoria, periféricos, etc.?	0	10	–	20	30	10
10. ¿La red de comunicaciones de su empresa y otros servicios asociados de voz y datos funciona con la fiabilidad, disponibilidad y prestaciones adecuadas?	0	5	–	10	20	5
F-250 puntos posibles					Subtotal:	55

Fuente: Francisco González. Auditoría de mantenimiento e indicadores de gestión. España. Pág. 109.

Tabla 9. Auditoría organización del taller de mantenimiento.

G. ORGANIZACIÓN DEL TALLER DE MANTENIMIENTO	NO	Más bien no	ni sí ni no	Más bien sí	Sí	CALIFICACIÓN
1. ¿El espacio que tiene asignado su departamento para actividades de banco , oficina de planificación e ingeniería, almacén, etc., es suficiente?	0	10	_	15	30	10
2. ¿Dispone a pie de obra de las instrucciones operativas y protocolos para ser consultados por sus mandos y operarios directamente?	0	10	_	30	40	10
3. ¿Las oficinas de los mandos intermedios y supervisores se encuentran a pie de obra?	0	_	10	_	10	10
4. ¿Se encuentra bien ubicado el almacén de herramientas y repuestos?	0	_	5	_	10	0
5. ¿Disponen de suficiente utillaje y medios de manutención y transporte adecuados a sus trabajos preventivos y correctivos?	0	5	_	15	20	5
6. ¿Las órdenes de trabajo se abren y cierran a pie de obra, con terminales ubicados en la planta o con terminales portátiles?	0	_	5	_	10	5
7. ¿Las zonas destinadas a materiales útiles, a averiados y de envío o recepción exterior están correctamente identificadas y delimitadas?	0	_	10	_	20	10
8. ¿Hay un responsable de logística, de la custodia de herramientas y útiles y de la verificación y calibración periódica de ellas?	0	_	10	_	20	20
G-160 puntos posibles					Subtotal:	70

Fuente: Francisco González. Auditoría de mantenimiento e indicadores de gestión. España. Pág. 110.

Tabla 10. Auditoría herramientas y medios de prueba.

H. HERRAMIENTAS Y MEDIOS DE PRUEBA	NO	Más bien no	ni sí ni no	Más bien sí	Sí	CALIFICACIÓN
1. ¿Dispone de un inventario documentado y actualizado de herramientas y equipos de pruebas?	0	5	–	10	20	10
2. ¿Dispone su departamento, en propiedad o con accesibilidad inmediata de las herramientas especiales y equipamientos que precisan?	0	5	–	10	15	10
3. ¿Está correctamente definido el procedimiento de verificación y calibración de herramientas especiales y útiles?	0	10	–	20	30	10
4. ¿Dispone de proceso de puesta a disposición o bono de responsabilización de herramientas para el caso de que éstas se utilicen por contratistas?	0	5	–	15	25	5
5. ¿Cada operario dispone de una caja de herramientas personal?	0	5	–	15	25	15
6. ¿Existen verificaciones periódicas de puesta en conformidad de máquinas y herramientas, nuevas, usadas o modificadas por Uds?	0	–	5	–	15	5
7. ¿Cuándo necesitan un medio extraordinario de mantenimiento o transporte, los disponen con las características y celeridad precisa?	0	–	5	–	10	5
8. ¿La logística, contratación y gestión de nuevas herramientas y medios, es realizada directamente por Uds?	0	5	15	20	30	15
H-170 puntos posibles					Subtotal:	75

Fuente: Francisco González. Auditoría de mantenimiento e indicadores de gestión. España. Pág. 111.

Tabla 11. Auditoría documentación técnica.

I. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA	NO	Más bien no	ni sí ni no	Más bien sí	Sí	CALIFICACIÓN
1. ¿Disponen Uds de documentación técnica general suficiente: mecánica de construcción, electricidad, código de entorno y nocividad, regulaciones?	0	5	–	15	20	10
2. ¿Disponen Uds de planos de conjunto y los esquemas necesarios?	0	15	–	30	40	30
3. ¿Están disponibles las instrucciones técnicas de utilización y mantenimiento, así como las listas de las piezas sueltas para equipamientos de mayor envergadura?	0	5	–	15	20	10
4. ¿Son fácilmente obtenibles y utilizables (en español) los planos de las instalaciones?	0	10	–	20	30	15
5. ¿Se ponen al día los planos y los esquemas a medida que se aportan las modificaciones?	0	10	–	20	30	10
6. ¿Se registran los trabajos de modificación de los equipamientos y se archivan los expedientes de preparación correspondientes (preparación, puesta al día de la documentación)?	0	5	–	15	20	5
7. ¿Son fácilmente obtenibles los contratos de mantenimiento (constructores o contratistas)?	0	5	–	15	20	10
8. ¿Son suficientes los medios de reprografía?	0	–	5	–	10	5
I-190 puntos posibles					Subtotal:	95

Fuente: Francisco González. Auditoría de mantenimiento e indicadores de gestión. España. Pág. 112.

Tabla 12. Auditoría personal y formación.

J. PERSONAL Y FORMACIÓN	NO	Más bien no	ni sí ni no	Más bien sí	Sí	CALIFICACIÓN
1. ¿El ambiente de trabajo es en general positivo?	0	10	–	25	40	10
2. ¿Dirigen y supervisan correctamente los mandos intermedios, los trabajos efectuados por los operarios bajo su responsabilidad?	0	10	–	20	30	10
3. ¿Se examinan en grupo los problemas a menudo, incluyendo también a los operarios (círculos de calidad, grupos de progreso)?	0	10	–	20	30	20
4. ¿Se llevan a cabo encuentros periódicos de apreciación entre el personal directivo y el operativo?	0	5	–	15	20	15
5. ¿Los mandos intermedios y los operarios están lo suficientemente disponibles? (alargamiento de jornada laboral para acabar un trabajo, trabajar los sábados...)	0	10	–	20	30	10
6. ¿Consideran Uds en general que la formación técnica de su personal es satisfactoria?	0	15	–	35	50	35
7. En el trabajo diario ¿estiman Uds que el personal tiene la iniciativa necesaria?	0	10	–	20	30	10
8. ¿Sus mandos intermedios aseguran de forma regular el perfeccionamiento del personal en materias técnicas?	0	–	15	–	30	15
9. ¿Reciben sus mandos intermedios formación en nuevas tecnologías gracias a estancias, visitas a constructores, a exposiciones, etc.?	0	–	15	–	30	0
10. ¿Recibe su personal formación en seguridad y prevención de accidentes de forma regular?	0	5	–	20	30	20
11. ¿Programa y domina la formación del personal el servicio de mantenimiento?	0	5	–	15	20	10
12. ¿Se sigue rigurosamente la cualificación y la habilitación del personal?	0	5	–	15	20	5
13. ¿Tienen Uds pérdidas importantes de tiempo productivo debido a retrasos , ausencias?	0	20	–	10	–	20
14. ¿son buenas las relaciones de su personal con los agentes de producción o explotación?	0	–	5	–	10	5
J-370 puntos posibles					Subtotal:	185

Fuente: Francisco González. Auditoría de mantenimiento e indicadores de gestión. España. Pág. 113.

Tabla 13. Auditoría contratación.

K. CONTRATACIÓN	NO	Más bien no	ni sí ni no	Más bien sí	Sí	CALIFICACIÓN
1. ¿Tienen Uds un proceso de evaluación formal de los contratistas?	0	–	–	–	10	5
2. ¿Se elaboran cuidadosamente los documentos descriptivos de los trabajos y los pliegos de condiciones?	0	15	–	30	40	20
3. ¿La selección de los contratistas se lleva a cabo según criterios de técnica y competencia?	0	5	–	15	20	15
4. Desde el punto de vista de ubicación ¿tienen Uds acceso a muchas empresas de contratación para las áreas que les interesan?	0	5	–	15	20	15
5. ¿Contratan Uds las tareas para las que consideran no disponen de suficientes técnicos?	0	10	–	20	30	20
6. ¿Incluyen en sus contratos con las empresas contratistas cláusulas de resultados?	0	5	–	15	20	5
7. ¿Desarrollan Uds una garantía de calidad y la colaboración con los contratistas?	0	10	–	20	30	10
8. ¿Crean Uds y ponen al día un expediente por asunto, según un procedimiento de constitución predeterminado?	0	5	–	15	20	15
9. El control de los trabajos de los contratistas y la recepción de éstos ¿las lleva a cabo una persona de su servicio, especialmente designada y según procedimientos rigurosos?	0	10	–	20	30	15
10. ¿Disponen Uds de documentación específica para que empresas externas lleven a cabo el mantenimiento de sus equipamientos?	0	10	–	20	30	10
K-280 puntos posibles					Subtotal:	130

Fuente: Francisco González. Auditoría de mantenimiento e indicadores de gestión. España. Pág. 114.

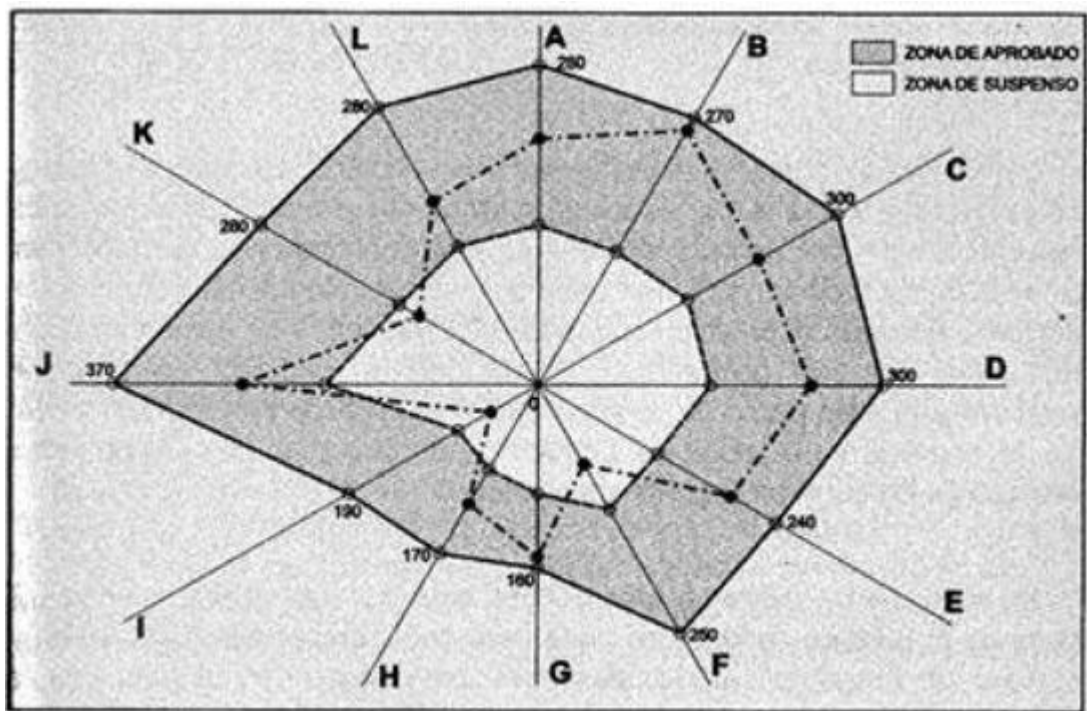
Tabla 14. Auditoría control de la actividad.

L. CONTROL DE LA ACTIVIDAD	NO	Más bien no	ni sí ni no	Más bien sí	Sí	CALIFICACIÓN
1. ¿Disponen de un cuadro de mando integral y de un balance continuo correctivo-preventivo que le permita decidir qué acciones a cometer y asignar o cambiar prioridades?	0	-	-	-	20	0
2. ¿Se dan informes regulares del control de las horas, los costes de mano de obra y repuestos?	0	15	-	20	30	15
3. ¿Se siguen las especificaciones técnicas del servicio (beneficio previsto no obtenido, seguridad de la explotación, disponibilidad de los equipamientos y plazos de respuesta)?	0	15	-	30	40	15
4. ¿Se controla la eficacia, grado de saturación y tiempos muertos del potencial de mantenimiento?	0	15	-	30	40	15
5. ¿Dominan Uds su carga de trabajo?	0	10	-	20	30	20
6. ¿Disponen Uds de los costes de mantenimiento, equipamiento por equipamiento?	0	10	-	20	30	10
7. ¿Tienen posibilidad de cruzar costes por tipo de mantenimiento, por equipamiento o sistema y por secciones?	0	5	15	20	30	5
8. ¿Disponen Uds de informes de síntesis en un plazo suficientemente corto?	0	10	-	15	20	10
9. ¿Emiten Uds de forma regular un informe de la actividad (todos los meses y anualmente)?	0	10	-	15	20	10
10. ¿Tienen autonomía a la hora de negociar nuevas actividades, mejorar rendimientos, cambiar procesos y periodicidades, etc.?	0	-	-	-	20	10
L-280 puntos posibles					Subtotal:	110

Fuente: Francisco González. Auditoría de mantenimiento e indicadores de gestión. España. Pág. 115.

4.11.2 Resultados y su representación gráfica. Realizados todos los bloques de preguntas anteriores, es conveniente representar los resultados obtenidos de una forma gráfica y pedagógica. Se propone realizar un mallado como el representado en la figura 12, en ella se simboliza mediante ejes separados a 30°, los doce bloques temáticos abordados: **A, B, C...** Se indican en cada malla, a escala, las puntuaciones máximas que potencialmente se podrían obtener para cada bloque y, de forma concéntrica, el 50% de dichas puntuaciones que consideramos, el mínimo para considerar aprobado o suficiente el tema en cuestión. Tras ello, vamos reflejando mediante puntos los valores obtenidos totales en cada cuestionario. Aquellos que se encuentren por debajo de la malla del 50% serán temas a alertarnos.

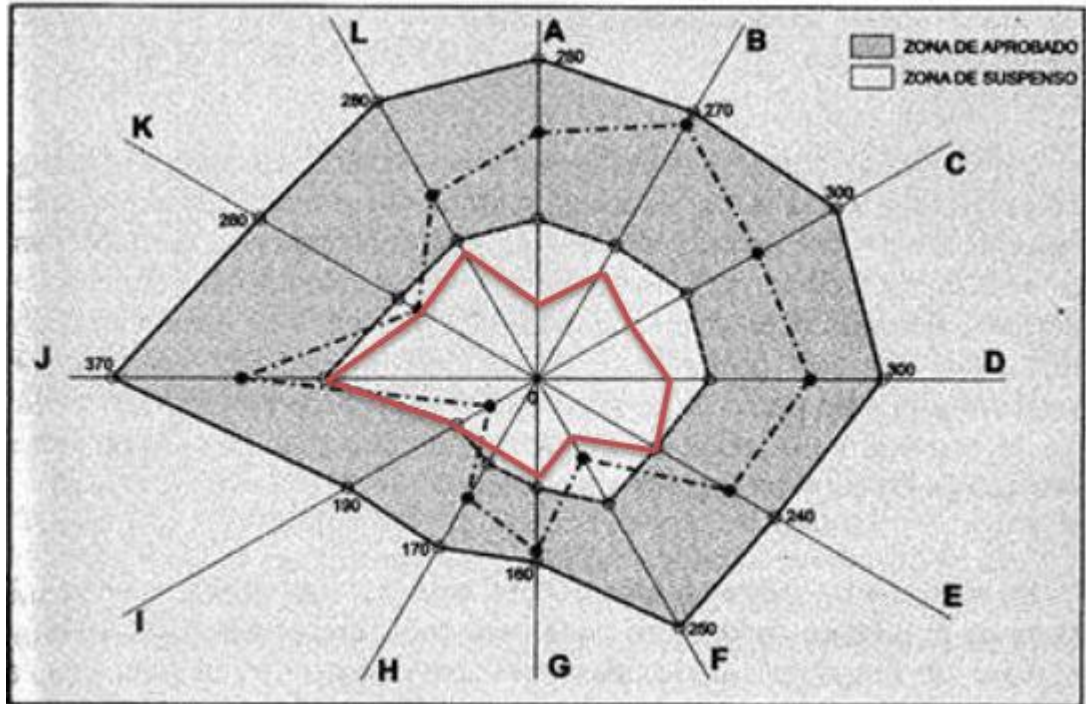
Figura 12. Representación gráfica de los resultados.



Fuente: Francisco González. Auditoría del mantenimiento e indicadores de gestión. España. Pág. 173.

En la figura 13 se muestran los resultados obtenidos de la auditoría realizada a las áreas de mecanizado, soldadura, refrigeración y automotriz del Centro Industrial de Mantenimiento de Girón.

Figura 13. Gráfica de resultados para las áreas de mecanizado, soldadura, refrigeración y automotriz del Centro Industrial de Mantenimiento de Girón.



La grafica permite observar que los bloques **E, G, I y J** referentes a compra y logística de repuestos y equipos, organización del taller de mantenimiento, documentación técnica, personal y formación respectivamente se encuentran alcanzando el punto mínimo de aprobación. Por lo contrario los bloques que se encuentran en un área de suspenso o dificultad son **A, B, C, D y F** referentes a organización general, métodos y sistemas de trabajos, control técnicos de equipos y sistemas informáticos. Estos bloques evidencian la importancia de desarrollar un plan de mantenimiento preventivo con su respectivo sistema de información, logrando así que los equipos lleven su historial de vida útil y estén en óptimas

condiciones para cuando se requieran en la formación técnica de los aprendices contribuyendo con calidad a la industria colombiana.

5. INVENTARIO Y CODIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS

Es necesario realizar un registro de los activos pertenecientes a las áreas de mecanizado, soldadura, refrigeración y automotriz del Centro Industrial de Mantenimiento, esto con el fin de conocer la cantidad y su función en el proceso de enseñanza de los aprendices, logrando así su identificación para su codificación y seguimiento para su respectivo plan de mantenimiento preventivo.

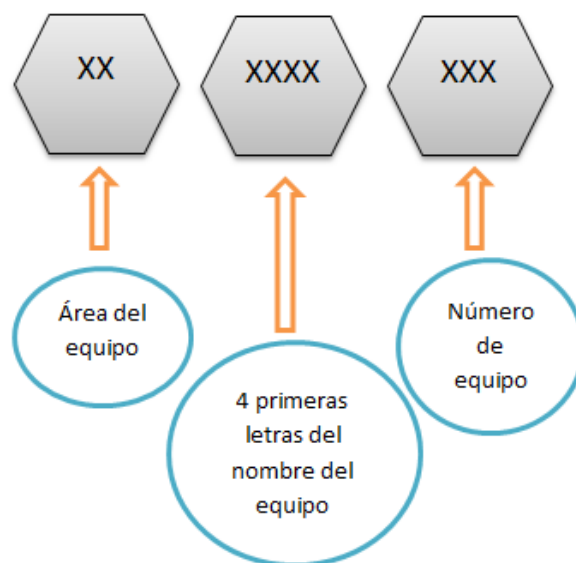
5.1 CODIFICACIÓN DE EQUIPOS

Para desarrollar una adecuada codificación es necesario realizar un inventario completo de los equipos de las áreas de mecanizado, soldadura, refrigeración e automotriz del centro industrial de mantenimiento con el fin de dar cumplimiento al objetivo trazado.

Para realizar una codificación adecuada es necesario identificar los equipos por completo de las respectivas áreas a estudiar y determinar una denominación apropiada para las máquinas de dichas áreas. La codificación influye en un gran porcentaje al momento de desarrollar el programa para la administración del mantenimiento.

La codificación que se realizó se divide en tres partes básicas, la primera consiste en el área donde se encuentra el equipo o máquina, la segunda son las cuatro primeras letras del nombre del equipo, para finalizar la tercera y última parte se refiere al número de la máquina, ver figura 14.

Figura 14. Diseño de Codificación de equipos.



Las áreas para las cuales se hizo la codificación del centro industrial de mantenimiento de Girón se muestran a continuación en la figura 14.

Figura 15. Áreas de codificación

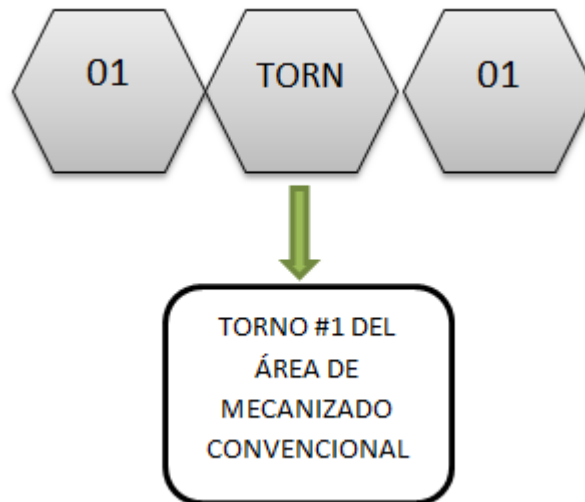


A cada área se le asignó un número respectivo de la siguiente manera:

- ❖ 01: Área de mecanizado convencional
- ❖ 02: Área de mecanizado CNC
- ❖ 03: Área de soldadura
- ❖ 04: Área de refrigeración
- ❖ 05: Área de mecánica automotriz.

Ejemplo:

Figura 16. Ejemplo de codificación



A continuación y de acuerdo con las consideraciones mostradas anteriormente, la codificación de los equipos de las áreas establecidas se muestra desde la tabla 15 a la tabla 19.

Tabla 15. Codificación de equipos área de mecanizado convencional

ÁREA DE MECANIZADO CONVENCIONAL		
CÓDIGO	EQUIPO	MARCA
01-TORN-01	Torno paralelo	Emco
01-TORN-02	Torno paralelo	Emco
01-TORN-03	Torno paralelo	Emco
01-TORN-04	Torno paralelo	Emco
01-TORN-05	Torno paralelo	Emco
01-TORN-06	Torno paralelo	Emco
01-TORN-07	Torno paralelo	Emco
01-TORN-08	Torno paralelo	Emco
01-TORN-09	Torno paralelo	Emco
01-TORN-10	Torno paralelo	Emco
01-TORN-11	Torno paralelo	Emco
01-TORN-12	Torno paralelo	Emco
01-TORN-13	Torno paralelo	Emco
01-TORN-14	Torno paralelo	Emco
01-TORN-15	Torno paralelo	Winston
01-FRES-01	Fresadora Universal	Milko
01-FRES-02	Fresadora horizontal	Deckel
01-FRES-03	Fresadora universal	Jafo-Jarocin
01-RECT-01	Rectificadora plana	Jotes
01-TALA-01	Taladro de columna	Erlo

Tabla 16. Codificación de equipos área CNC

ÁREA DE MECANIZADO CNC		
CÓDIGO	EQUIPO	MARCA
02-AFIB-01	Afiladora de brocas	Darex
02-AFIF-01	Afiladora de fresas	Darex
02-FRES-01	Fresadora CNC	Wuhan hua
02-FRES-02	Fresadora CNC	Wuhan hua
02-FRES-03	Fresadora CNC	Wuhan hua
02-FRES-04	Fresadora CNC	Wuhan hua
02-FRES-05	Fresadora CNC	Wuhan hua
02-TORN-01	Torno CNC	Wuhan hua
02-TORN-02	Torno CNC	Wuhan hua
02-TORN-03	Torno CNC	Wuhan hua
02-TORN-04	Torno CNC	Wuhan hua
02-TORN-05	Torno CNC	Wuhan hua
02-TORN-06	Torno CNC	SMTCL
02-TOR3-01	Torno CNC 3 ejes	Doosan
02-TOR4-01	Torno CNC 4 ejes	Doosan
02-SFRE-01	Simulador fresadora CNC	Wuhan hua
02-STOR-01	Simulador torno CNC	Wuhan hua
02-CDME-01	Centro de mecanizado 4 ejes	Wuhan hua
02-CDME-02	Centro de mecanizado 4 ejes	Doosan

Tabla 17. Codificación de equipos área de soldadura

ÁREA DE SOLDADURA		
CÓDIGO	EQUIPO	MARCA
03-COMP-01	Compresor	Siemens
03-COMP-02	Compresor	Compbell housfeld
03-CORB-01	Cortadora de buril industrial	Gairu
03-CORB-02	Cortadora de banco	Black&Decker
03-DOBI-01	Dobladora industrial	Fasti
03-ESME-01	Esmeril	Codek
03-ESME-02	Esmeril	Peerless
03-ESME-03	Esmeril	NA
03-PULI-01	Pulidora	Black&Decker
03- PULI -02	Pulidora	Bosch
03- PULI -03	Pulidora	Bosch
03-SOLP-01	Soldador de proceso	Hobart
03-SOLP-02	Soldador de proceso	Hobart
03-SOLP-03	Soldador de proceso	Hobart
03-SOLP-04	Soldador de proceso	NA
03-SOLP-05	Soldador de proceso	Messer griesheim
03-EQDS-01	Equipo de soldadura SMAW	L-Tec
03-EQDS-02	Equipo de soldadura SMAW	Hobart
03-EQDS-03	Equipo de soldadura SMAW	Hobart
03-EQDS-04	Equipo de soldadura SMAW	Hobart
03-EQDS-05	Equipo de soldadura SMAW	Hobart

03-EQDS-06	Equipo de soldadura SMAW	Lincoln
03-EQDS-07	Equipo de soldadura SMAW	Lincoln
03-EQDS-08	Equipo de soldadura SMAW	Lincoln
03-EQDS-09	Equipo de soldadura SMAW	Lincoln
03-EQDS-10	Equipo de soldadura SMAW	Miller
03-EQDS-11	Equipo de soldadura SMAW	Miller
03-EQDS-12	Equipo de soldadura SMAW	Miller
03-EQDS-13	Equipo de soldadura SMAW	Miller
03-EQDS-14	Equipo de soldadura SMAW	Miller
03-EQDS-15	Equipo de soldadura SMAW	Miller

Tabla 18. Codificación de equipos área automotriz

ÁREA AUTOMOTRIZ		
CÓDIGO	EQUIPO	MARCA
04-BPIU-01	Banco para inyectores unitarios	Bacharach
04-BUNI-01	Banco universal	Bacharach
04-BUNI-02	Banco universal	Odilini
04-CDFL-01	Consola de flujo	Bacharach

Tabla 19. Codificación de equipos área de refrigeración

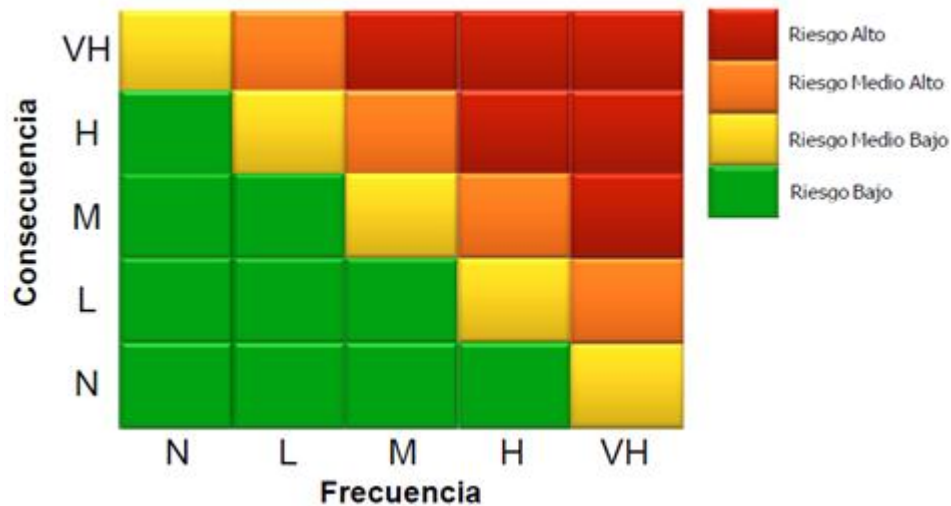
ÁREA DE REFRIGERACIÓN		
CÓDIGO	EQUIPO	MARCA
05-ASDP-01	Aire acondicionado mini Split	Life's Good
05-ASDP-02	Aire acondicionado mini Split	Life's Good
05-ASDP-03	Aire acondicionado mini Split	Life's Good
05-ASDP-04	Aire acondicionado mini Split	Life's Good
05-ASDT-01	Aire acondicionado Split de techo	Life's Good
05-ASDT-02	Aire acondicionado Split de techo	Life's Good
05-APOR-01	Aire acondicionado portátil	Samsung
05-APOR-02	Aire acondicionado portátil	Life's Good
05-NEVE-01	Nevera (tipo combi)	Haceb
05-NEVE-02	Nevera (tipo combi)	Haceb
05-NEVE-03	Nevera (tipo combi)	Haceb
05-NEVC-01	Nevecon	Haceb
05-REFV-01	Refrigerador vertical	Supernordico
05-REFV-02	Refrigerador vertical	Supernordico

6. ANÁLISIS DE CRITICIDAD

El análisis de criticidad es una metodología que permite establecer la jerarquía o prioridades de instalaciones, equipos y dispositivos, de acuerdo a una figura de mérito llamada criticidad, la cual es proporcional al riesgo. Así brindando una ayuda en la toma de decisiones y planeación de los recursos para un mejor aprovechamiento de ellos.

El análisis de criticidad se caracteriza por ser un procedimiento de manejo y comprensión sencillo, en el cual se establecen rangos para representar la posibilidad y frecuencias de ocurrencia de eventos con sus respectivas consecuencias. Las dos magnitudes, las cuales son frecuencias y consecuencias se registran en una matriz, diseñada con base a un código de colores que denotan la mayor o menor intensidad del riesgo relacionado con los equipos bajo análisis. Tal como se ilustra en la figura 17.

Figura 17. Matriz de criticidad



Fuente: GUTIERREZ, Edwin. Análisis de Criticidad Integral de Activos.R2M

Los productos del análisis de criticidad son:

- Lista jerarquizada por criticidad de los activos bajo análisis.
- Matriz de criticidad con la calificación del riesgo asociado a cada equipo o activo.

6.1 APLICACIÓN ANÁLISIS DE CRITICIDAD EN EL CENTRO INDUSTRIAL DE MANTENIMIENTO DE GIRÓN PARA LAS ÁREAS DE MECANIZADO, SOLDADURA, REFRIGERACIÓN Y AUTOMOTRIZ.

Para llevar a cabo el estudio de criticidad de los equipos de las áreas de mecanizado, soldadura, refrigeración y automotriz del Centro Industrial de Mantenimiento de Girón, se desarrolló un análisis con enfoque hacia la frecuencia de falla y las consecuencias de dicha falla, teniendo en cuenta los siguientes aspectos.

- ✓ **Frecuencia de falla:** Representa el número de veces que falla cualquier componente del sistema produciendo la pérdida de su función, implicando una parada en el periodo de un año.
- ✓ **Impacto operacional:** Representa la producción aproximada porcentualmente que se deja de obtener (por día), debido a fallas ocurridas. Se define como la consecuencia inmediata de la ocurrencia de la falla, que puede representar un paro total o parcial de los equipos del sistema estudiado y al mismo tiempo el paro del proceso productivo de la unidad.
- ✓ **Flexibilidad operacional:** Es la facilidad que tiene la producción de adaptarse a los cambios inesperados, si recaer en el aumento de costos o pérdidas.

- ✓ **Costos de mantenimiento:** Son los gastos que implica la tarea de mantenimiento, sin incluir los costos producidos por la falla en producción.
- ✓ **Impacto de seguridad y medio ambiente:** Representa la posibilidad de que sucedan eventos que ocasionen daños a equipos e instalaciones en los cuales una persona pueda salir lesionada o produciendo alguna violación de cualquier regulación ambiental.

La lista anterior permite nivelar y homologar criterios para establecer prioridades y centrar el esfuerzo que garantice el correcto funcionamiento de los equipos. Estos factores serán evaluados bajo las condiciones que se encuentran en la figura 18.¹⁰

Figura 18. Tabla de factores ponderados

$$\text{Criticidad Total} = \text{Frecuencia de fallas} \times \text{Consecuencia}$$

$$\text{Consecuencia} = ((\text{Impacto Operacional} \times \text{Flexibilidad}) + \text{Costo Mtto.} + \text{Impacto SAH})$$

Frecuencia de Fallas:		Costo de Mtto.:	
Pobre mayor a 2 fallas/año	4	Mayor o igual a 20000 \$	2
Promedio 1 - 2 fallas/año	3	Inferior a 20000 \$	1
Buena 0.5 -1 fallas/año	2		
Excelente menos de 0.5 falla/año	1		
Impacto Operacional:		Impacto en Seguridad Ambiente Higiene (SAH):	
Pérdida de todo el despacho	10	Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere la notificación a entes externos de la organización	8
Parada del sistema o subsistema y tiene repercusión en otros sistemas.	7	Afecta el ambiente /instalaciones	7
Impacta en niveles de inventario o calidad	4	Afecta las instalaciones causando daños severos	5
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción	1	Provoca daños menores (ambiente - seguridad)	3
		No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o al ambiente	1
Flexibilidad Operacional:			
No existe opción de producción y no hay función de repuesto.	4		
Hay opción de repuesto compartido/almacen	2		
Función de repuesto disponible	1		

Fuente: Conferencias de ingeniería de mantenimiento.

¹⁰ González B. Carlos Ramón. Conferencias de ingeniería de mantenimiento. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander, 2001.

Estos factores se evalúan en reuniones de trabajo con la participación de las diferentes personas involucradas en las áreas de operaciones, mantenimiento, procesos, seguridad y ambiente.

Una vez evaluados en consenso cada uno de los factores presentados en la figura 18, se introducen en la fórmula de criticidad total y se obtiene el valor global de criticidad.

Una aplicación de este método fue desarrollado por un grupo de interventoría inglesa denominado: TheWoodhousePartnerShipLimited, Newbury, England 1994. A continuación se presenta de forma detallada la expresión para calcular la criticidad de los equipos.

$$\textit{Criticidad} = \textit{Frecuencia o Tasa de falla} \times \textit{Consecuencia de falla}$$

Donde:

$$\textit{Frecuencia} = \textit{Rango de fallas en un tiempo determinado} \left(\frac{\textit{fallas}}{\textit{año}} \right)$$

$$\textit{Consecuencia} = (\textit{Imp. oper.} \times \textit{Flexibilidad}) + \textit{Costos mtto} + \textit{Impacto SAH}$$

El máximo valor de criticidad que se puede obtener a partir de los factores ponderados evaluados es de 200.

Para obtener el nivel de criticidad de cada sistema se toman los valores totales individuales de cada uno de los factores principales: frecuencia y consecuencias se ubican en la matriz de criticidad. (Valor de frecuencia en el eje Y, valor de consecuencias en el eje X).

La matriz de criticidad permite los niveles en tres áreas las cuales son:

- ❖ **Área de sistemas no críticos (NC):** Son los equipos o activos que en el caso de que fallen no repercuten de manera importante en el proceso productivo.
- ❖ **Área de sistemas medianamente críticos (MC):** Son los equipos que en el caso de fallar afectan de manera leve al sistema productivo, ya sea en la calidad del producto o eficiencia del proceso, permitiendo lapsos largos para reparar la avería.
- ❖ **Área de sistemas críticos (C):** Son los equipos que al fallar ocasionan el paro de la cadena productiva y por lo tanto su reparación es de carácter inmediato.

Los valores que aparecen en el formato para encuesta de análisis de criticidad corresponden a los criterios evaluados en la ecuación de riesgo, teniendo en cuenta que el valor que se utiliza en la ecuación corresponde a un promedio de las respuestas dadas por la totalidad de instructores que tienen contacto con las áreas de mecanizado, soldadura, refrigeración y automotriz del Centro Industrial de Mantenimiento de Girón.

Figura 19. Modelo de matriz de criticidad

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

Fuente: <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/Metodos-basicos-de-criticidad-activos.pdf>

La matriz mostrada en la figura anterior es la base para poder clasificar cada uno de los equipos de cada área bajo revisión del Centro industrial de Mantenimiento.

En la tabla 20 se muestra el formato de encuesta que se usó con los instructores que intervienen en dichas áreas del Centro Industrial de Mantenimiento. Dicha encuesta constituida por cinco preguntas, donde cada pregunta tiene una serie de respuestas con una ponderación diferente, está ponderación se presenta en la figura 18, asignando un valor específico a cada parámetro dependiendo el equipo y área a evaluar.

Tabla 20. Formato de encuesta análisis de criticidad

FORMATO PARA ANÁLISIS DE CRITICIDAD	
CENTRO INDUSTRIAL DE MANTENIMIENTO DE GIRÓN	
FECHA:	ÁREA:
EQUIPO:	INSTRUCTOR:
FRECUENCIA DE FALLAS	
	Pobre: mayor a 2 fallas/año
	Promedio: 1-2 fallas/año
	Buena: 0.5-1 fallas/año
	Excelente: menos de 0.5 fallas/año
IMPACTO OPERACIONAL	
	Pérdida de todo el despacho
	Parada del sistema o subsistema y tiene repercusión en otros sistemas
	Impacta en niveles de inventario o calidad
	No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	
	No existe opción de producción y no hay función de repuesto
	Hay opción de repuesto compartido/almacén

	Función de repuesto disponible
COSTO DE MANTENIMIENTO	
	Mayor o igual a 20000\$
	Menor a 20000\$
IMPACTO EN SEGURIDAD AMBIENTE HIGIENE (SAH)	
	Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere la notificación a entes externos de la organización.
	Afecta el ambiente/instalaciones
	Afecta las instalaciones causando daños severos
	Provoca daños menores (ambiente-seguridad)
	No provoca ningún tipo de daños personas, instalaciones o el ambiente.

A continuación se presentan los resultados obtenidos al realizar el respectivo análisis de criticidad en los equipos de las áreas de mecanizado, soldadura, refrigeración y automotriz del Centro Industrial de Mantenimiento de Girón. Los equipos de dichas áreas que están subrayados de color rojo son los activos críticos que necesitan plan de mantenimiento preventivo, los que están subrayados de color amarillo corresponden a los medianamente críticos y aquellos que no están subrayados son los que no afectan de manera importante el desarrollo de los procesos realizados.

6.1.1 Resultados del análisis de criticidad

6.1.1.1 Resultados área de mecanizado convencional. A continuación en la tabla 21 se evidencian los resultados obtenidos del análisis de criticidad para esta área, arrojando el análisis las fresadoras universales críticas y los tornos paralelos semicríticos.

Tabla 21. Resultado análisis de criticidad área de mecanizado convencional

CÓDIGO	EQUIPO	FF	IO	FO	CM	SAH	TOTAL
01-TORN-01	Torno paralelo	3	4	1	1	3	36
01-TORN-02	Torno paralelo	3	4	1	1	3	36
01-TORN-03	Torno paralelo	3	4	1	1	3	36
01-TORN-04	Torno paralelo	3	4	1	1	3	36
01-TORN-05	Torno paralelo	3	4	1	1	3	36
01-TORN-06	Torno paralelo	3	4	1	1	3	36
01-TORN-07	Torno paralelo	3	4	1	1	3	36
01-TORN-08	Torno paralelo	3	4	1	1	3	36
01-TORN-09	Torno paralelo	3	4	1	1	3	36
01-TORN-10	Torno paralelo	3	4	1	1	3	36
01-TORN-11	Torno paralelo	3	4	1	1	3	36
01-TORN-12	Torno paralelo	3	4	1	1	3	36
01-TORN-13	Torno paralelo	3	4	1	1	3	36
01-TORN-14	Torno paralelo	3	4	1	1	3	36
01-TORN-15	Torno paralelo	3	4	1	1	3	36
01-FRES-01	Fresadora universal	2	4	2	1	3	48
01-FRES-02	Fresadora horizontal	1	4	2	1	3	24
01-FRES-03	Fresadora universal	2	4	2	1	3	48
01-RECT-01	Rectificadora plana	1	4	2	1	3	24
01-TALA-01	Taladro de columna	1	4	2	1	3	24

Dónde:

- FF: Frecuencia de Falla
- IO: Impacto Operacional
- FO: Flexibilidad Operacional
- CM: Costo de Mantenimiento
- SHA: Impacto en Seguridad Ambiente

6.1.1.2 Resultados área de mecanizado CNC. En la tabla 22 se enseñan los resultados obtenidos del análisis de criticidad realizado en esta área, arrojando como críticos las fresadoras CNC, tornos CNC y medianamente críticos los centros de mecanizado.

Tabla 22. Resultados análisis de criticidad área de mecanizado CNC

CÓDIGO	EQUIPO	FF	IO	FO	CM	SAH	TOTAL
02-AFIB-01	Afiladora de brocas	1	4	2	1	1	8
02-AFIF-01	Afiladora de fresas	1	4	2	1	1	8
02-FRES-01	Fresadora CNC	2	4	2	1	3	48
02-FRES-02	Fresadora CNC	2	4	2	1	3	48
02-FRES-03	Fresadora CNC	2	4	2	1	3	48
02-FRES-04	Fresadora CNC	2	4	2	1	3	48
02-FRES-05	Fresadora CNC	2	4	2	1	3	48
02-TORN-01	Torno CNC	2	4	2	1	3	48
02-TORN-02	Torno CNC	2	4	2	1	3	48
02-TORN-03	Torno CNC	2	4	2	1	3	48
02-TORN-04	Torno CNC	2	4	2	1	3	48
02-TORN-05	Torno CNC	2	4	2	1	3	48
02-TORN-06	Torno CNC	2	4	2	1	3	48
02-TOR3-01	Torno CNC 3 ejes	1	4	2	1	1	8
02-TOR4-01	Torno CNC 4 ejes	1	4	2	1	1	8
02-SFRE-01	Simulador fresadora CNC	1	4	2	1	1	8
02-STOR-01	Simulador torno CNC	1	4	2	1	1	8
02-CDME-01	Centro de mecanizado 4 ejes	1	4	2	1	3	24
02-CDME-02	Centro de mecanizado 4 ejes	1	4	2	1	3	24

6.1.1.3 Resultados área de soldadura. En la tabla 23 se exhiben los resultados obtenidos del análisis de criticidad para el área de soldadura, arrojando como críticos los equipos de soldadura SMAW y medianamente críticos los compresores.

Tabla 23. Resultados análisis de criticidad área de soldadura

CÓDIGO	EQUIPO	FF	IO	FO	CM	SAH	TOTAL
03-COMP-01	Compresor	2	4	2	1	1	16
03-COMP-02	Compresor	2	4	2	1	1	16
03-CORB-01	Cortadora de buril industrial	1	4	2	1	1	8
03-CORB-02	Cortadora de banco	1	4	2	1	1	8
03-DOBI-01	Dobladora industrial	1	4	2	1	1	8
03-ESME-01	Esmeril	1	4	2	1	1	8
03-ESME-02	Esmeril	1	4	2	1	1	8
03-ESME-03	Esmeril	1	4	2	1	1	8
03-PULI-01	Pulidora	1	4	2	1	1	8
03-PULI-02	Pulidora	1	4	2	1	1	8
03-PULI-03	Pulidora	1	4	2	1	1	8
03-SOLP-01	Soldador de proceso	1	4	2	1	1	8
03-SOLP-02	Soldador de proceso	1	4	2	1	1	8
03-SOLP-03	Soldador de proceso	1	4	2	1	1	8
03-SOLP-04	Soldador de proceso	1	4	2	1	1	8
03-SOLP-05	Soldador de proceso	1	4	2	1	1	8
03-EQDS-01	Equipo de soldadura SMAW	2	4	2	1	3	48
03-EQDS-02	Equipo de soldadura SMAW	2	4	2	1	3	48
03-EQDS-03	Equipo de soldadura SMAW	2	4	2	1	3	48
03-EQDS-04	Equipo de soldadura SMAW	2	4	2	1	3	48
03-EQDS-05	Equipo de soldadura SMAW	2	4	2	1	3	48
03-EQDS-06	Equipo de soldadura SMAW	2	4	2	1	3	48
03-EQDS-07	Equipo de soldadura SMAW	2	4	2	1	3	48
03-EQDS-08	Equipo de soldadura SMAW	2	4	2	1	3	48
03-EQDS-09	Equipo de soldadura SMAW	2	4	2	1	3	48
03-EQDS-10	Equipo de soldadura SMAW	2	4	2	1	3	48
03-EQDS-11	Equipo de soldadura SMAW	2	4	2	1	3	48
03-EQDS-12	Equipo de soldadura SMAW	2	4	2	1	3	48
03-EQDS-13	Equipo de soldadura SMAW	2	4	2	1	3	48
03-EQDS-14	Equipo de soldadura SMAW	2	4	2	1	3	48
03-EQDS-15	Equipo de soldadura SMAW	2	4	2	1	3	48

Dónde:

- FF: Frecuencia de Falla
- IO: Impacto Operacional
- FO: Flexibilidad Operacional

- CM: Costo de Mantenimiento
- SHA: Impacto en Seguridad Ambiente

6.1.1.4 Resultados área de refrigeración. En la tabla 24 se evidencian los resultados obtenidos del análisis de criticidad en el área de refrigeración, arrojando como elementos críticos los aires acondicionados Split de pared y neveras tipo combi.

Tabla 24. Resultados análisis de criticidad área de refrigeración

CÓDIGO	EQUIPO	FF	IO	FO	CM	SAH	TOTAL
05-ASDP-01	Aire acondicionado mini split	3	4	2	1	1	24
05-ASDP-02	Aire acondicionado mini split	3	4	2	1	1	24
05-ASDP-03	Aire acondicionado mini split	3	4	2	1	1	24
05-ASDP-04	Aire acondicionado mini split	3	4	2	1	1	24
05-ASDT-01	Aire acondicionado split de techo	2	4	2	1	1	16
05-ASDT-02	Aire acondicionado split de techo	2	4	2	1	1	16
05-APOR-01	Aire acondicionado portátil	2	4	1	1	1	8
05-APOR-02	Aire acondicionado portátil	2	4	1	1	1	8
05-NEVE-01	Nevera (tipo combi)	3	4	2	1	1	24
05-NEVE-02	Nevera (tipo combi)	3	4	2	1	1	24
05-NEVE-03	Nevera (tipo combi)	3	4	2	1	1	24
05-NEVC-01	Nevecon	2	4	2	1	1	16
05-REFV-01	Refrigerador vertical	2	4	1	1	1	8
05-REFV-02	Refrigerador vertical	2	4	1	1	1	8

Dónde:

- FF: Frecuencia de Falla
- IO: Impacto Operacional
- FO: Flexibilidad Operacional
- CM: Costo de Mantenimiento
- SHA: Impacto en Seguridad Ambiente

7. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS ÁREAS DE MECANIZADO, SOLDADURA, REFRIGERACIÓN Y AUTMOTRIZ DEL CENTRO INDUSTRIAL DE MANTENIMIENTO DE GIRÓN.

El desarrollo del plan de mantenimiento preventivo se basó en el análisis de criticidad realizado a los equipos de dichas áreas, se tomaron los equipos que presentaron un nivel de criticidad alto, para así intervenir de manera adecuada en los equipos que requieren de una intervención continua.

La realización de este plan de mantenimiento preventivo fue un poco difícil debido a la ausencia de información ya que en el centro industrial prácticamente no está definida un área de mantenimiento, por consiguiente la información recopilada fue tomada directamente de los equipos y los registros necesarios desde la experiencia de los instructores del centro industrial.

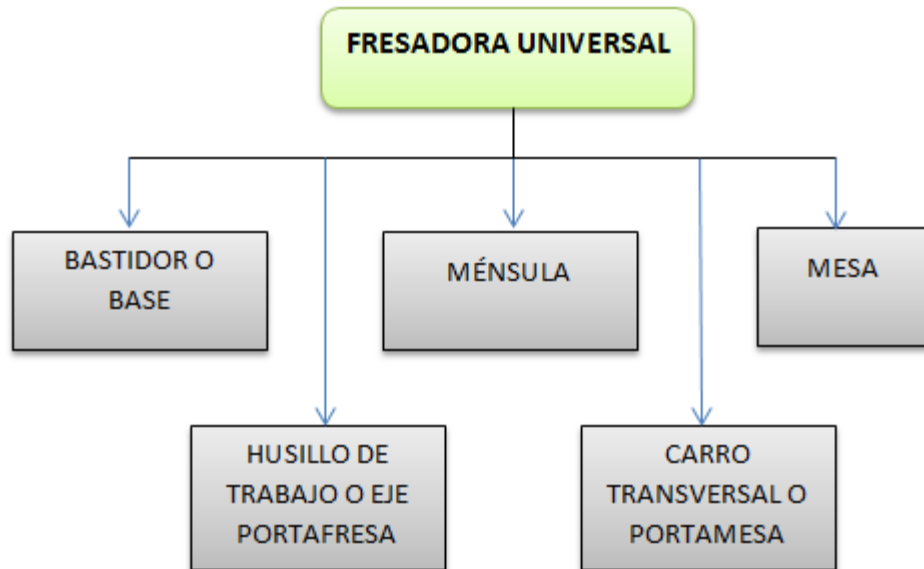
Las inspecciones periódicas programadas se ejecutaran en los equipos críticos de las áreas establecidas.

7.1 ÁREA DE MECANIZADO CONVENCIONAL

Según los resultados del análisis de criticidad para esta área, los equipos que presentan mayor grado de criticidad son las fresadoras universales y los tornos paralelos respectivamente, a continuación las respectivas rutinas de mantenimiento con su periodicidad.

7.1.1 Fresadora universal. En una fresadora universal se distinguen 5 partes importantes las cuales se muestran en la figura 20.

Figura 20. Principales partes fresadora universal



- **Base:** Es el punto de apoyo en el suelo de la máquina herramienta.
- **Husillo de trabajo o eje portafresa:** Es la parte que sostiene la herramienta de corte y la que la dota de movimiento.
- **Mesa:** Es la parte que permite que la pieza a trabajar pueda moverse sobre el carro transversal, longitudinal y verticalmente.
- **Carro transversal o portamesa:** Estructura de fundición, rectangular, sobre la cual descansa la mesa.
- **Ménsula:** Es un dispositivo ajustado a la cara frontal de la columna por medio de guías, por estas se desplaza verticalmente, gracias a un tornillo que puede ser operado mecánicamente.

MANTENIMIENTO DIARIO

- **Inspección**

- ✓ Verificar la posición y fijación de los topes de recorrido.
- ✓ Verificar estado de la conexión eléctrica de la máquina.

- **Limpieza**
 - ✓ Al finalizar la actividad de los aprendices limpiar la máquina con los implementos adecuados.

- **Lubricación**
 - ✓ Lubricar las guías de las mesas, mínimo dos veces al día.
 - ✓ Verificar el nivel de aceite en los depósitos, caja de avance. Reponer si es necesario.
 - ✓ Verificar el funcionamiento de la bomba de aceite de la caja de velocidades.

MANTENIMIENTO SEMANAL

- **Lubricación**
 - ✓ Lubricar tornillos de la mesa,

- **Limpieza**
 - ✓ Limpiar cuidadosamente cada una de las partes externas e internas de la máquina.

MANTENIMIENTO TRIMESTRAL

- **Inspección**
 - ✓ Inspección mecánica (Ver anexo A).
 - ✓ Inspección eléctrica (Ver anexo A).

- **Inspección eléctrica**
 - ✓ Medir corriente de consumo del motor de la máquina.

MANTENIMIENTO SEMESTRAL

- **Inspección**
 - ✓ Inspección mecánica (Ver anexo A).

- **Limpieza**
 - ✓ Limpiar filtro del sistema de refrigeración.

CADA 3000 HORAS DE OPERACIÓN

- **Lubricación**
 - ✓ Cambio de aceite cabezal del husillo.
 - ✓ Lubricación cojinete motor de la máquina.
 - ✓ Limpieza de los filtros del sistema de lubricación.

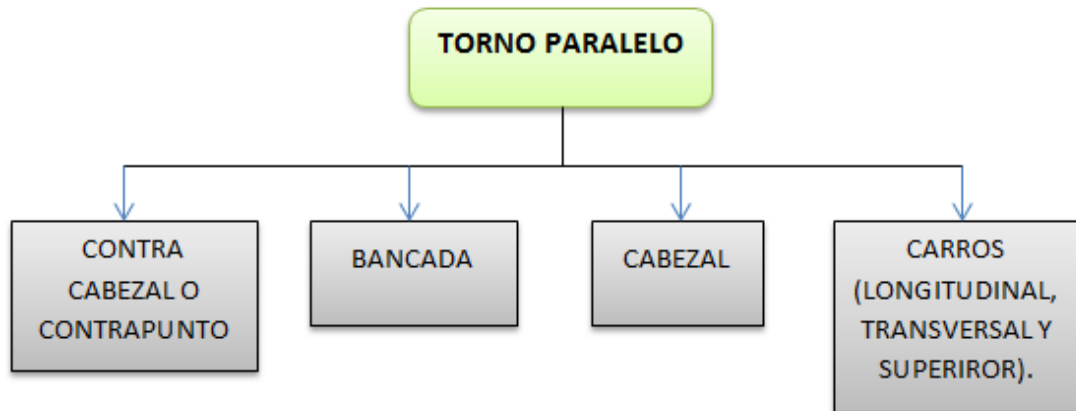
MANTENIMIENTO ANUAL

- **Inspección**
 - ✓ Inspección de anclaje y pintura.
 - ✓ Revisión general y exhaustiva de la parte mecánica del equipo.
 - ✓ Revisión general y exhaustiva de los motores eléctricos.

- **Cronograma de mantenimiento preventivo** (Ver anexo B)

7.1.2 Tornos paralelos. En un torno paralelo se puede distinguir cuatro partes importantes, las cuales se muestran en la figura 21.

Figura 21. Principales partes torno paralelo



- **Bancada:** Es el bastidor de la máquina, sobre ella se apoyan los dos cabezales (fijo y móvil). Está hecha de fundición y en su parte superior tiene las guías sobre el cual se desplaza el carro longitudinal.
- **Cabezal fijo:** Este va montado sobre el extremo izquierdo de la bancada y permanece fijo en la máquina. Comprende el árbol principal o husillo el cual tiene por objeto sostener el plato que soporta la pieza a mecanizar e imprime el movimiento de rotación adecuado.
- **Contrapunto:** es un apoyo adicional para disminuir la flexión originada por el propio peso de la pieza, como también la generada por la herramienta, también es utilizado para operaciones de taladrado.

MANTENIMIENTO DIARIO

○ Inspección

- ✓ Verificar que las mordazas se encuentren cerradas.
- ✓ Verificar el estado de la conexión eléctrica de la máquina.
- ✓ Verificar sujeción de la pieza por medio del ajuste de las mordazas.
- ✓ Verificar tornillos de fijación de la torre porta herramientas.

- ✓ No colocar herramientas ni instrumentos de medición sobre las guías de la bancada.
- **Limpieza**
 - ✓ Al finalizar la jornada de actividad del aprendiz limpiar la máquina con los debidos implementos.
- **Lubricación**
 - ✓ Verificar el nivel de aceite en los depósitos y reponer si es necesario.
 - ✓ Lubricar las guías de la bancada y los carros (superior, longitudinal y transversal).
 - ✓ Lubricar el carro longitudinal y transversal.
 - ✓ Lubricar contrapunto.
 - ✓ Lubricar herramientas de corte.
- **Normas de seguridad**
 - ✓ Utilizar siempre la dotación de seguridad requerida (overol, gafas, botas, guantes, etc.)
 - ✓ Desconectar el interruptor principal cuando finalice la actividad o se aleje de la máquina.
 - ✓ Al realizar una actividad de mantenimiento apagar y desconectar la máquina e informar al resto de aprendices por medio de un cartel en el equipo que diga NO OPERAR.

MANTENIMIENTO SEMANAL

- **Lubricación**
 - ✓ Lubricar engranajes caja de cambios y cojinetes.
- **Limpieza**
 - ✓ Limpieza partes externas e internas de la máquina.

MANTENIMIENTO TRIMESTRAL

- **Medición eléctrica**
 - ✓ Medir corriente y voltaje (salida, entrada) del motor principal.

- **Lubricación**
 - ✓ Lubricar rodamientos de la máquina en general.

- **Inspección**
 - ✓ Inspección mecánica (Ver anexo A).
 - ✓ Inspección eléctrica (Ver anexo A).

MANTENIMIENTO SEMESTRAL

- **Limpieza**
 - ✓ Limpiar filtro del sistema de refrigeración.

- **Inspección**
 - ✓ Inspección mecánica (Ver anexo A).

CADA 3000 HORAS DE OPERACIÓN

- **Lubricación**
 - ✓ Limpieza de filtros en general.
 - ✓ Cambio de aceite de los depósitos.

MANTENIMIENTO ANUAL

- **Inspección**
 - ✓ Inspección de anclaje y pintura.
 - ✓ Revisión motores eléctricos.
 - ✓ Revisión exhaustiva de la parte mecánica de la máquina.
 - ✓ Regulación y ajuste de acuerdo al desgaste de guías, embragues, cojinetes, etc.

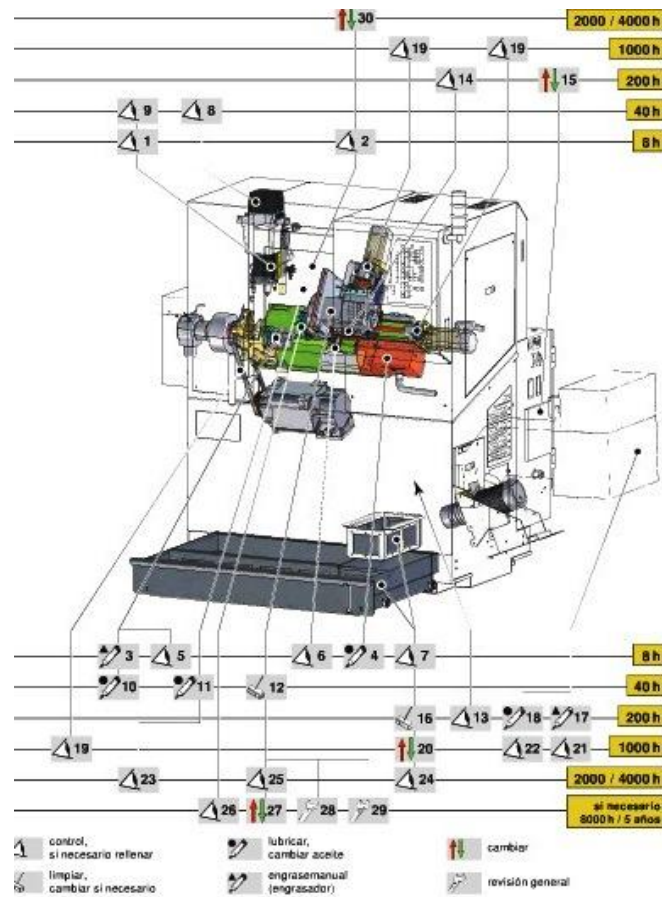
- ✓ **Cronograma de mantenimiento preventivo (Ver anexo B)**

7.2 ÁREA DE MECANIZADO CNC

Según el análisis de criticidad los equipos críticos en esta área en específico son los tornos y fresadoras de control numérico computarizado.

7.2.1 Tornos CNC. A continuación según el manual del equipo se presenta las rutinas de mantenimiento con su debida periodicidad, además de una exhibición grafica de las partes que intervienen en el mantenimiento de la máquina.

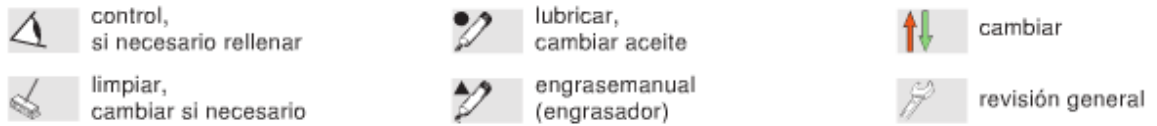
Figura 22. Exhibición gráfica torno CNC



Fuente: <http://qrcnc.es.tl/Manuales.htm>

Donde:

Figura 23. Símbolos mantenimiento tornos CNC.



Fuente: <http://qrcnc.es.tl/Manuales.htm>

La tabla 25 muestra el objeto de inspección con su respectivo mantenimiento y periodicidad.

Tabla 25. Mantenimiento de tornos CNC con su respectiva periodicidad.

Nº	Objeto de inspección y mantenimiento	Actividad	Intervalo [h]
1	Neumática, aceitera de aire comprimido.	Controlar	8
2	Disco de puerta, daños.	Controlar	
3	Plato de sujeción de fuerza.	Lubricación	
4	Contrapunto neumático.	Aceitar	
5	Presión y funcionamiento del medio tensor.	Controlar	
6	Guías de carros X- daños.	Controlar	
7	Nivel de lubricante refrigerador.	Controlar	
8	Lubricación central- nivel de aceite.	Controlar	40
9	Neumática – Separador de condensación.	Controlar	
10	Plato de pinzas.	Aceitado, engrasado	
11	Partes pulidas del equipo.	Engrasado	
12	Torreta de herramientas.	Limpiar	
13	Todas las mangueras y tubos.	Controlar	200
14	Tecla de parada de emergencia.	Controlar	
15	Esteras de filtro para refrigeración del armario eléctrico.	Limpiar/ Cambiar	
16	Recipiente de refrigerante	Limpiar	
17	Transportador de virutas – cojinete del árbol principal.	Engrasar	

18	Transportador de virutas – cadena de rodillos.	Aceitar	
19	Motores principales, de avance- Tensión en la correa.	Controlar	1000
20	Lubricante refrigerador cambiar.	Cambiar	
21	Transportador de virutas: correas en V.	Controlar	
22	Transportador de virutas, cinta transp, cadena de tracción, ruedas de cadena	Controlar	
23	Saca virutas de todas las chapas de los carros.	Controlar / Cambiar	2000
24	Recipiente de refrigerante- Corrosión, daños.	Controlar	
25	Torre de herramientas, nivel de aceite.	Controlar	4000
26	Torre de herramientas accionadas: nivel de aceite, juntas.	Controlar	En caso necesario
27	Torre de herramientas: cambio de aceite.	Cambiar	8000
28	Revisión general del accionamiento de herramienta por parte del fabricante.		
29	Revisión general por parte del fabricante.	Controlar	5 años
30	Disco de puerta.	Cambio	

Fuente: <http://qrcnc.es.tl/Manuales.htm>

A continuación algunos aspectos a tener en cuenta en las rutinas de mantenimiento.

7.2.1.1 Recomendaciones

- ❖ Cualquier trabajo de mantenimiento o reparación podrá ser realizado exclusivamente con la máquina desconectada.
- ❖ Asegurar que la máquina quede protegida contra una puesta en marcha.
- ❖ La presión y la función del elemento de sujeción deben ser controladas diariamente como mínimo para detectar a tiempo errores o daños.
- ❖ Lubricar el plato diariamente.
- ❖ Extraer las mordazas de sujeción de las guías, limpiar y engrasar ligeramente diariamente.
- ❖ El plato se debe abrir y cerrar perfectamente con una presión del elemento de sujeción de aproximadamente 2 bares.

- ❖ Las partes bruñidas como chapas de cobertura y láminas se deben limpiar cada semana. Enseguida lubricar las partes ligeramente con aceite deslizante para guías.
- ❖ Con el fin de aumentar la seguridad de servicio y operación, deberá efectuarse cada medio año un control óptico de la superficie de las mangueras de los sistemas hidráulico, neumático y de conductos de refrigerante para verificar si presentan pérdidas y también un control de todos los conductos eléctricos.
- ❖ Semanalmente controlar el nivel de aceite en el recipiente de aceite.
- ❖ Controlar las líneas de lubricación y puntos de conexión sobre su impermeabilidad y penetración semanalmente.
- ❖ El aceite puede presentar características de impureza visibles, debido a su proceso de envejecimiento (turbio, espumoso). Los conductos de lubricante se tapan, para esto se desmonta el depósito de aceite, vaciarlo y limpiarlo bien con un trapo.
- ❖ En caso de haber inclusiones de aire en los conductos del lubricante, afloje levemente las conexiones roscadas de los tubos delante de los dosificadores y accione la bomba de refrigerante hasta que salga aceite puro y libre de burbujas de las conexiones roscadas, enseguida apretar las conexiones roscadas.
- ❖ Si la máquina no se usa durante unos periodos mayores de parada, se debe activar manualmente la lubricación antes y después del periodo de parada.
- ❖ En general usar refrigerantes sin cloro, debido a que este es el responsable de la oxidación de las piezas brillantes.
- ❖ Lubricar el contrapunto diariamente.
- ❖ Controlar la tensión de la correa regularmente, para existen dos métodos el primero se basa en la medición de la profundidad de dentado y el segundo medición de la frecuencia con un aparato de tensión de correas especial.

- ❖ El armario eléctrico está equipado con un ventilador para la refrigeración de los elementos eléctricos y los procesadores. Como protección contra el polvo está instalada una estera de filtro, pulir o cambiar esta si es necesario.
- **Cronograma de mantenimiento preventivo** (Ver anexo B)

7.2.2 Fresadoras CNC. En la figura 24 se exhiben las partes principales de una fresadora CNC.

Figura 24. Elementos principales de una fresadora CNC

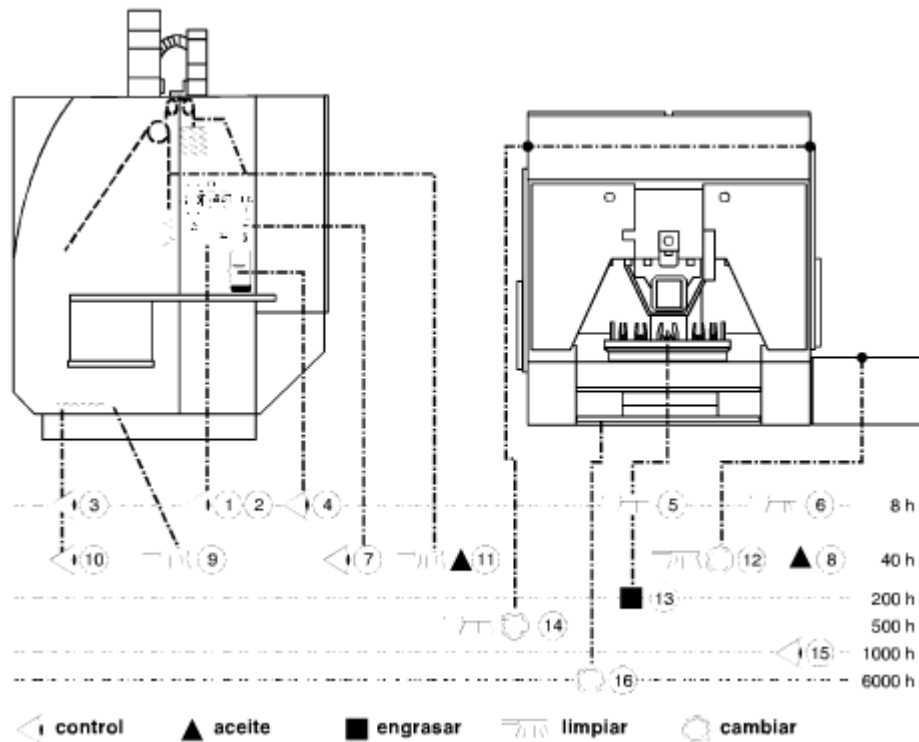


Fuente: <http://qrcnc.es.tl/Manuales.htm>

- 1-----Almacén de herramientas
- 2-----Interruptor principal
- 3-----Cabezal portafresa

- 4-----Mesa de la máquina
- 5-----Carenado de la máquina
- 6-----Zócalo de la maquina con bañera de refrigerante integrada
- 7-----Tablero de mandos
- 8-----Bandeja para teclado y ratón
- 9-----Puerta de la máquina
- 10----Tapa desmontable para vaciado de viruta

Figura 25. Exhibición gráfica fresadora CNC



Fuente: <http://qrcnc.es.tl/Manuales.htm>

En la tabla 26 se muestra el mantenimiento preventivo de las fresadoras CNC con su respectiva periodicidad.

Tabla 26. Mantenimiento de fresadoras CNC con su respectiva periodicidad

Nº	Objeto de inspección y mantenimiento	Actividad	Intervalo [h]
1	Sistema neumático.	Comprobar	8
2	Nivel de aceite	Comprobar	
3	Nivel de lubricante - refrigerante	Controlar	
4	Lubricación central – Nivel de aceite	Controlar	
5	Garras de sujeción del tambor de la herramienta.	Limpiar	
6	Máquina.	Limpiar	
7	Sistema neumático – decantador de agua	Vaciar	40
8	Partes bruñidas en la máquina	Lubricar	
9	Recipiente de lubricante - Refrigerante	Limpiar	
10	Refrigerante - Calidad	Comprobar	
11	Cadenas de compensación de peso	Limpiar y lubricar	
12	Esferas de filtro para refrigeración del PC	Limpiar y cambiar	
13	Superficies de presión de las mordazas de sujeción.	Lubricar	200
14	Esteras de filtro del armario de distribución	Limpiar / Cambiar	500
15	Controles periódicos	Realizar	1000
16	Disco de puerta	Cambiar	5 años

Fuente: Fuente: <http://qrcnc.es.tl/Manuales.htm>

7.2.2.1 Recomendaciones

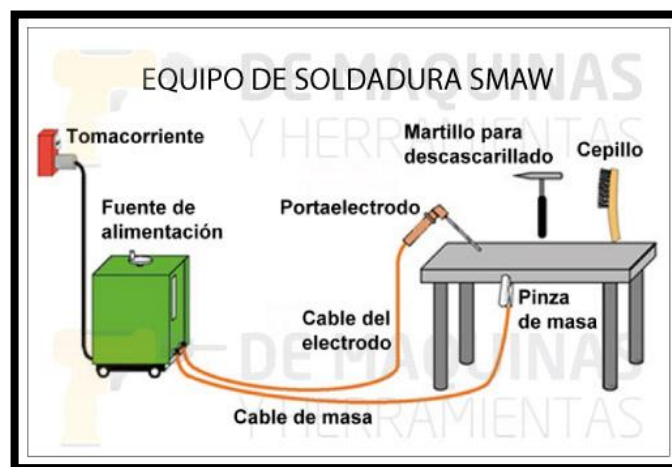
- ❖ Controlar diariamente el contenido del depósito (capacidad 2,7 L) de lubricante, asegurando que el nivel no caiga por debajo del nivel mínimo.
- ❖ Los elementos dosificadores suministran la cantidad correspondiente de lubricante en cada punto de engrase, al cerrar el suministro aumenta la presión de aceite, que activa el interruptor de presión que a su vez apaga la bomba.
- ❖ Controlar diariamente el nivel de aceite del lubricador neumático en el depósito de la unidad de mantenimiento.

- ❖ La cantidad de aceite viene establecida de fábrica que es igual a una gota de aceite cada 150 cambios de herramienta.
- ❖ Cuando se utilizan accesorios neumáticos aumenta consumo de aceite, debido a que se consume más aire.
- ❖ Semanalmente limpiar y lubricar con aceite deslizante las cadenas de compensación de peso del cabezal de fresado y de la puerta corredera.
- ❖ Limpiar diariamente las garras de sujeción, unas garras de sujeción sucias pueden provocar la caída del portaherramientas.
- ❖ Engrasar mensualmente las superficies de presión de las garras de sujeción.
- ❖ Con el tiempo, en el refrigerante se acumulan bacterias por lo cual debe cambiarse cada año.

7.3 ÁREA DE SOLDADURA

7.3.1 Equipos de soldadura SMAW. En la figura 26 se muestra como está conformado un equipo de soldadura SMAW.

Figura 26. Equipo de soldadura SMAW y sus partes.



Fuente: <http://www.demaquinasyherramientas.com/wp-content/uploads/2013/07/Equipo-Soldadura-Smaw.jpg>

Debido a que los componentes del equipo están en su interior, requiere un mínimo mantenimiento. Los únicos elementos que no están en el interior del equipo son la pinza porta electrodos y la pinza masa. Sin embargo estos elementos no precisan un gran mantenimiento día a día, estas piezas tienden a desgastarse con el tiempo, así que es un buen procedimiento comprobar su estado y sustituirlas cuando sea necesario.

7.3.1.1 Recomendaciones

- Anualmente se requiere una limpieza en el interior de la máquina debido a la acumulación de polvo, suciedad, suciedad en los ventiladores, cableado, transformadores y placas de características.
- Los electrodos deben permanecer en un recipiente cerrado.
- Los electrodos utilizados no se pueden dejar a la intemperie, cogen humedad, creando un riesgo de oxidación.
- Guardar siempre los electrodos en posición vertical para evitar golpes, impidiendo que se dañe el recubrimiento y perjudique su rendimiento.
- Revisión de cables trimestralmente, en caso de deterioro cambiarlos.
- Revisión de pinzas porta electrodos y masa (semestralmente).

7.3.2 Compresores. A continuación en la figura 27 se presenta una fotografía de un compresor perteneciente a dicha área con la respectiva rutina de mantenimiento para los compresores del área de soldadura.

Figura 27. Compresor área de soldadura



MANTENIMIENTO PREVENTIVO

- Revisar arranque, circuito y protecciones del motor eléctrico.
- Soplar los filtros de aire.
- Apretar tornillos, acoples, anclajes y cauchos amortiguadores.
- Cambiar aceite del compresor.
- Tensar las correas de transmisión.
- Cambiar filtros de aire.
- Revisión general del motor eléctrico.
- Cambiar correas de transmisión.
- Cronograma de mantenimiento (ver anexo B).

7.4 ÁREA AUTOMOTRIZ

Por sugerencia del instructor encargado de esta área del centro industrial de mantenimiento de Girón sugirió realizarle mantenimiento preventivo generalizado a los 4 bancos que se encuentran allí y con base a ello tomar las decisiones

adecuadas para el funcionamiento oportuno y confiable que contribuya en la formación técnica de los aprendices.

7.4.1 Banco para inyectores unitarios. En la figura 26 se muestra el banco para inyectores unitarios del área automotriz del centro industrial de mantenimiento de Girón.

Figura 28. Banco para inyectores unitarios



MANTENIMIENTO PREVENTIVO

○ Aspectos mecánicos

- ✓ Verificar que las guardas de seguridad estén en correcto estado.
- ✓ Verificar que no exista fuga de aceite o grasa en la máquina.
- ✓ Verificar que el sistema de lubricación y sus componentes se encuentran funcionando correctamente.
- ✓ Verificar que el sistema de válvulas, bombas y sus componentes se encuentran funcionando correctamente.
- ✓ Verificar limpieza de filtros y que funcionan correctamente.
- ✓ Verificar que los niveles de presión correctamente.

- **Aspectos eléctricos**

- ✓ Asegurarse que todos los componentes eléctricos están debidamente anclados y con la respectiva cubierta.
- ✓ Verificar que no hay cables al aire. Todos deben estar anclados y no presentar riesgo.
- ✓ Revisar que ningún componente del circuito eléctrico este expuesto a la humedad (aceites, refrigerante o agua).
- ✓ Verificar correcta iluminación y el estado de los componentes del sistema.
- ✓ Verificar correcto estado del tablero de mando (botones, Led's y pantallas).
- ✓ Verificar estado del motor principal.
- ✓ Verificar estado transformador del equipo.

7.4.2 Banco universal

Figura 29. Banco universal



MANTENIMIENTO PREVENTIVO

○ **Aspectos mecánicos**

- ✓ Verificar que las guardas de seguridad estén en correcto estado.
- ✓ Verificar que no exista fuga de aceite o grasa en la máquina.
- ✓ Verificar que el sistema de lubricación y sus componentes se encuentran funcionando correctamente.
- ✓ Verificar que el sistema de válvulas, bombas y sus componentes se encuentran funcionando correctamente.
- ✓ Verificar limpieza de filtros y que funcionan correctamente.
- ✓ Verificar que los niveles de presión correctamente.
- ✓ Verificar correcto estado de manómetros, vacuómetros, termómetros y tacómetros.

○ **Aspectos eléctricos**

- ✓ Asegurarse que todos los componentes eléctricos están debidamente anclados y con la respectiva cubierta.
- ✓ Verificar que no hay cables al aire. Todos deben estar anclados y no presentar riesgo.
- ✓ Revisar que ningún componente del circuito eléctrico este expuesto a la humedad (aceites, refrigerante o agua).
- ✓ Verificar correcta iluminación y el estado de los componentes del sistema.
- ✓ Verificar correcto estado del tablero de mando (botones, Led's y pantallas).
- ✓ Verificar estado del motor principal.
- ✓ Verificar estado transformador del equipo.

7.4.3 Banco universal

Figura 30. Banco universal



MANTENIMIENTO PREVENTIVO

- **Aspectos mecánicos**

- ✓ Verificar que las guardas de seguridad estén en correcto estado.
- ✓ Verificar que no exista fuga de aceite o grasa en la máquina.
- ✓ Verificar que el sistema de lubricación y sus componentes se encuentran funcionando correctamente.
- ✓ Verificar que el sistema de válvulas, bombas y sus componentes se encuentran funcionando correctamente.
- ✓ Verificar limpieza de filtros y que funcionan correctamente.
- ✓ Inspeccionar que los niveles de presión correctamente.
- ✓ Observar estado de manómetros, vacuómetros, termómetros y tacómetros.

- **Aspectos eléctricos**

- ✓ Asegurarse que todos los componentes eléctricos están debidamente anclados y con la respectiva cubierta.
- ✓ Verificar que no hay cables al aire. Todos deben estar anclados y no presentar riesgo.
- ✓ Revisar que ningún componente del circuito eléctrico este expuesto a la humedad (aceites, refrigerante o agua).
- ✓ Verificar correcta iluminación y el estado de los componentes del sistema.
- ✓ Verificar correcto estado del tablero de mando (botones, Led's y pantallas).
- ✓ Verificar estado del motor principal.
- ✓ Verificar estado transformador del equipo.

7.4.4 Banco consola de flujo

Figura 31. Banco consola de flujo



MANTENIMIENTO PREVENTIVO

○ Aspectos mecánicos

- ✓ Verificar que las guardas de seguridad estén en correcto estado.
- ✓ Revisar que no exista fuga de aceite o grasa en la máquina.
- ✓ Verificar que el sistema de lubricación y sus componentes se encuentran funcionando correctamente.
- ✓ Verificar que el sistema de válvulas, bombas y sus componentes se encuentran funcionando correctamente.
- ✓ Verificar limpieza de filtros y que funcionan correctamente.
- ✓ inspeccionar que los niveles de presión correctamente.
- ✓ Observar estado de manómetros, vacuómetros, termómetros y tacómetros.

○ Aspectos eléctricos

- ✓ Asegurarse que todos los componentes eléctricos están debidamente anclados y con la respectiva cubierta.
- ✓ Verificar que no hay cables al aire. Todos deben estar anclados y no presentar riesgo.
- ✓ Revisar que ningún componente del circuito eléctrico este expuesto a la humedad (aceites, refrigerante o agua).
- ✓ Verificar correcta iluminación y el estado de los componentes del sistema.
- ✓ Verificar estado del tablero de mando (botones, Led's y pantallas).
- ✓ Verificar estado del motor principal.
- ✓ Verificar estado transformador del equipo.

7.5 ÁREA DE REFRIGERACIÓN

7.5.1 Neveras. El mantenimiento preventivo de las neveras conlleva una completa revisión periódicamente (mínimo dos veces al año), este mantenimiento implica la

limpieza en la zona de condensación con desengrasante, nivelación de presiones, revisión de partes eléctricas y contactos, revisión de rodamiento del sistema motor ventilador en el evaporador y el condensador, revisión de consumo amperaje y temperatura.

Figura 32. Nevera tipo combi



Fuente: https://www.dynos.es/img2/frigorifico-samsung-combi-rl60ggih1-inox-370l--2m-a-mas-mas-mas-led--zona-0___RL60GQGIH1__XEF-1.jpg

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

- **Evaporador**
 - ✓ Medición de amperajes de operación.
 - ✓ Revisión de flujo de aire.
 - ✓ Gabinete: revisión de ajuste estructural.

- ✓ Revisión de soporte y aislamientos.
- **Sistema de compresor**
 - ✓ Serpentin: lavado y desincrustación con producto químico.
 - ✓ Limpieza motor.
 - ✓ Medición de amperajes de operación.
 - ✓ Compresores: Medición de amperajes.
 - ✓ Limpieza y ajuste de conexiones eléctricas.
 - ✓ Medición de amperajes de operación.
- **Sistema eléctrico de potencia y control general**
 - ✓ Limpieza de control y ajuste de conexiones.
 - ✓ Revisión de operación de relevos.
 - ✓ Revisión y calibración de termostato.
 - ✓ Limpieza general contactos eléctricos, fuerza y control.
 - ✓ Limpieza general.
 - ✓ Medición de consumo eléctrico.
 - ✓ Revisión de estado de los elementos que componen el control y potencia.
 - ✓ De sulfatación terminales.
- **Circuito tubería de refrigeración**
 - ✓ Revisión de refrigerante.
 - ✓ Revisión de aislamientos térmicos.
 - ✓ Revisión filtro secador.
 - ✓ Registro de sobrecalentamiento.
- **Cronograma de mantenimiento preventivo (Ver anexo B).**

7.5.2 Aires acondicionado tipo mini Split. En la figura a continuación se muestra el tipo de aire acondicionado mini Split.

Figura 33. Aire acondicionado tipo mini Split



MANTENIMIENTO PREVENTIVO

- Limpiar periódicamente el filtro de aire del evaporador (trimestral).
- Verificar que el equipo realice la función de enfriamiento en los diferentes niveles.
- Verificar que la tubería del dren de condensado esté bien colocada evitando goteo de agua en la superficie donde se encuentre instalado.
- Revisar protección de las tuberías que no se encuentren en mal estado y si es así cambiar la protección.
- Verificar que el equipo no genere ruido excesivo al funcionar.
- Lavar el evaporador y condensador del equipo semestralmente de acuerdo a los siguientes pasos:
 1. Desconectar el equipo de la corriente eléctrica.
 2. Quitar la tapa de la unidad evaporadora y aplicar desengrasante (foam cleaner) al serpentín, dejar reposar un par de minutos y lavar con agua a presión.
 3. Repetir la operación hasta lograr una buena limpieza.

4. Para limpiar la unidad condensadora se debe quitar la carcasa de lámina y verificar que las terminales del compresor y capacitor estén en buenas condiciones, si es necesario cambiarlas.
 5. Aplicar desengrasante (foam cleaner) en el serpentín, dejar reposar un par de minutos y lavar con agua a presión.
 6. Repetir la operación para lograr una mejor limpieza.
 7. Dejar secar la unidad y armar con cuidado, conectando los cables correctamente según el diagrama.
 8. Armar nuevamente el equipo, conectar al sistema eléctrico y realizar prueba de funcionamiento.
- Cronograma de mantenimiento preventivo (Ver anexo B).

8. DISEÑO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO

Un sistema de información es un conjunto de componentes correspondientes entre sí para recolectar y manipular datos de información, disponiendo de un mecanismo de retroalimentación con el fin de llegar al cumplimiento de un objetivo.

Esta herramienta es de gran importancia en el diseño e implementación de un plan de mantenimiento preventivo, debido a que nos brinda instrumentos y guías para realizar una excelente labor correspondiente a la metodología nombrada anteriormente.

En la actualidad la gestión de mantenimiento va de la mano con los sistemas informáticos permitiendo así llevar un control o seguimiento más exhaustivo de las acciones correctivas y preventivas con su respectivo historial para los equipos existentes de cualquier organización. La función del sistema de información es gestionar de forma eficiente el mantenimiento de las instalaciones y maquinaria optimizando la utilización de los recursos disponibles con el menor costo posible. Los procesos integrados del sistema proporcionan a los responsables de mantenimiento un control exhaustivo sobre todas las instalaciones y equipamiento, desde su adquisición hasta el fin de su vida útil.

Según los requerimientos exigidos por el Centro Industrial de Mantenimiento de Girón para la elaboración del programa de mantenimiento, con sus respectivos módulos y submódulos correspondientes, se utilizó el lenguaje de programación JAVA.

Java es un lenguaje de programación de ordenadores, diseñado como una mejora de C++, y desarrollado por Sun Microsystems (compañía actualmente absorbida por Oracle).

Una de las grandes ventajas de java es que se procura que sea totalmente independiente del hardware, existe una “máquina virtual java” para varios tipos de ordenadores. Un programa en Java podrá funcionar en cualquier ordenador para el que exista dicha máquina virtual java. En la actualidad es el caso de los ordenadores equipados con los sistemas operativos Windows, Linux, Dos, Unix, entre otros, incluso muchos teléfonos móviles actuales son capaces de usar programas creados en Java.

8.1 PORQUE ES IMPORTANTE PROGRAMAR EN JAVA

La importancia de programa en Java radica en la posibilidad de crear o diseñar software y poder ser ejecutado en diferentes plataformas donde se requiere, sin la necesidad de estar modificándolo. Es una herramienta diseñada con muchos elementos parecidos a otros lenguajes pero en una versión mejorada, menos compleja y con barreras de seguridad en su lenguaje y ejecución.

Java soporta el manejo de threads (hilos), para crear programas multitarea. También permite excepciones, como alternativa más sencilla para manejar errores como ficheros inexistentes o situaciones inesperadas.

Cada vez incorpora más facilidades para la creación de entornos “basados en ventanas”. Para la creación y manipulación de gráficos, para el acceso a bases de datos, etc.

Para crear un programa en java existen diversas herramientas que nos permitirán crear programas en java. La más habitual es la propia que suministra Sun, la cual se conoce como JDK (Java Development Kit). Es de libre distribución y se puede conseguir directamente en la página Web de Oracle.

8.2 VARIABLES DE ENTRADA Y SALIDA

Las variables de entrada son datos que ingresan al sistema de información y van directamente a la base de datos, registrando inventario de equipos, inventario de herramientas, catálogo de proveedores, tiempo de operación de los equipos, rutinas y procedimientos, disponibilidad de herramientas, entre otros.

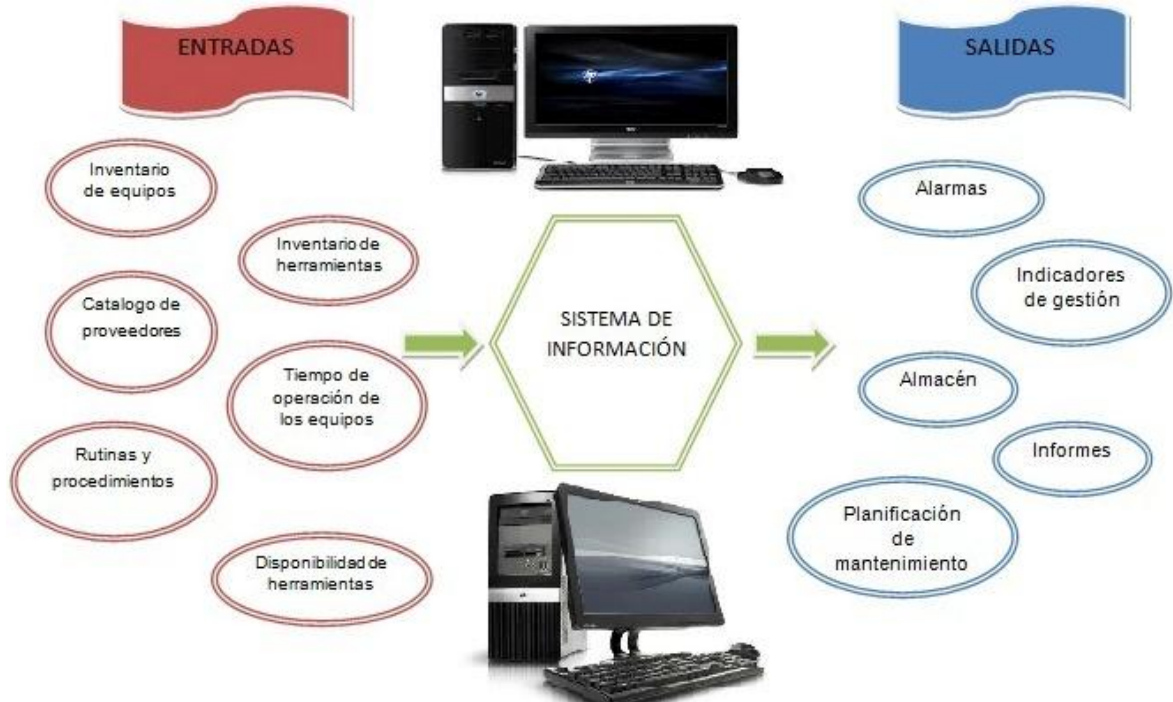
- ✓ Inventario de equipos: es el registro de todos los equipos existentes, con su respectiva ficha técnica, hoja de vida, imagen, codificación y otras especificaciones correspondientes a cada activo.
- ✓ Inventario de herramientas: es el registro de todas las herramientas requeridas por cada equipo o área.
- ✓ Catálogo de proveedores: es el listado de los proveedores de las herramientas, equipos y repuestos con su respectiva información de contacto.
- ✓ Tiempo de operación de los equipos: registro del tiempo en la actividad de mantenimiento permitiendo generar información acerca de la fiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad de los equipos existentes.
- ✓ Rutinas y procedimientos: rutinas y procedimientos sugeridas por los fabricantes de cada equipo y operarios de mantenimiento.
- ✓ Disponibilidad de herramientas: inspección de las herramientas con las que se cuenta a la hora de ejecutar labores de mantenimiento.

Las variables de salida son los datos arrojados en los indicadores de gestión, alarmas de acuerdo a las actividades de mantenimiento preventivo, almacén en cuanto al inventario de herramientas y repuestos, informes, entre otros.

- ✓ Alarmas: permite recordar al personal de mantenimiento la programación de labores como inspección, lubricación y limpieza de los equipos, además de indicar el fin de la vida útil de repuestos que requieren cambio en períodos de tiempo más cortos.
- ✓ Indicadores de gestión: permiten una oportunidad de mejora continua en el desarrollo y técnicas específicas del mantenimiento, el cual está basado en la reducción de los tiempos de intervención en las máquinas y la reducción de los costos en la mantención, además permiten visualizar los puntos menos favorecidos en cada actividad.
- ✓ Planificación de mantenimiento: permite programar las actividades de mantenimiento para todos los equipos en el tiempo recomendado por los fabricantes, como por ejemplo el cambio de rodamientos, lubricación, limpieza, etc.
- ✓ Almacén: permite ver el inventario de repuestos, suministros, lubricantes, así como la opción de manejo y control de estos para un evento de falla inoportuna.
- ✓ Informes: reportes de las actividades de mantenimiento a cada equipo existente, teniendo en cuenta el estado actual de las máquinas o equipos.

A continuación en la figura 34 se muestra un esquema que hace referencia a las variables de entrada y salida respectivamente.

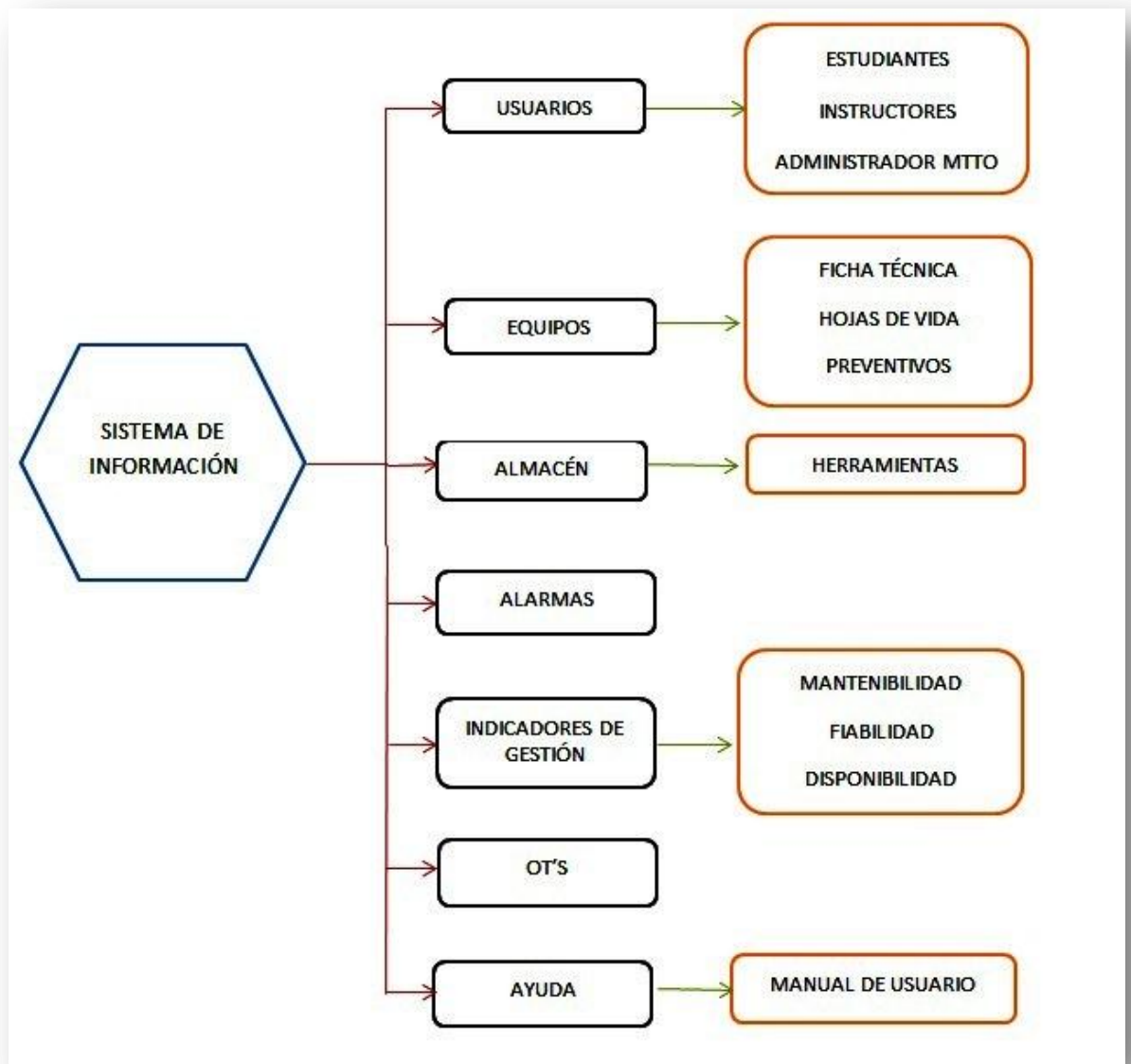
Figura 34. Variables de entrada y salida



8.3 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA GENERAL DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN

La estructura general del sistema de información para las áreas establecidas del centro industrial de mantenimiento de Girón se encuentra especificado en la figura 35 y este está conformado por siete módulos encargados de manejar la información del departamento de mantenimiento de dicha institución de formación técnica. Cada módulo contiene subdivisiones que permiten llevar la información de manera sencilla y ordenada. Al momento de ingresar el sistema cuenta con 3 tipos de usuarios los cuales son: estudiantes, instructores y director.

Figura 35. Estructura general del sistema de información.



9. SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PARA LAS ÁREAS DE MECANIZADO, SOLDADURA, REFRIGERACIÓN Y AUTOMOTRIZ DEL CENTRO INDUSTRIAL DE MANTENIMIENTO DE GIRÓN.

A continuación se explicara el contenido del programa de mantenimiento que se implementó para el control de los equipos de las áreas de mecanizado, soldadura, refrigeración y automotriz del Centro Industrial de Mantenimiento de Girón. Con esta herramienta de uso amigable, la cual permite manejo de la información correspondiente de los equipos en tiempo real facilitando la gestión del mantenimiento de dichas áreas. Así, ayudando en la calidad de la formación técnica profesional de los aprendices que asisten a esta entidad de clase mundial en formación profesional. En la figura 36 se muestran los módulos que contiene dicho sistema de información.

Figura 36. Módulos del programa.



9.1 MÓDULO USUARIO

9.1.1 Ingreso al programa. Para hacer el ingreso correctamente al programa se debe contar con un usuario y su respectiva contraseña.

En este caso existen tres tipos de usuario, el primer usuario es el director de mantenimiento, el cual puede agregar, editar, modificar la información del sistema de información además de crear usuarios.

El segundo tipo de usuario es el de los instructores, ellos tienen la misma libertad en cuanto al manejo de información con la excepción de que no pueden crear usuarios.

Para finalizar el último tipo de usuario es el de estudiante o aprendiz, el cual puede ver la información como por ejemplo fichas técnicas, ordenes de trabajo, hojas de vida existentes en el sistema de información, esto con el fin de que se familiaricen con la importancia de la gestión de mantenimiento en cualquier entidad. A continuación en la figura 37 se muestra el acceso al programa.

Figura 37. Ingreso al programa



The image shows a web browser window titled "SENA" with a subtitle "Sistema Integrado de Mantenimiento SENA". On the left side of the page is the SENA logo, which consists of a green stylized human figure with the word "SENA" in green capital letters above it. On the right side, there is a login form titled "Iniciar sesión". The form contains two input fields: "Usuario:" and "Constraseña:". Below these fields is a green button labeled "Ingresar".

9.1.2 interfaz de los módulos. En la figura 38, luego del inicio de sesión correctamente se visualiza el menú con los respectivos módulos, los cuales son: máquinas, orden de trabajo, alarma, usuarios, indicadores de gestión, almacén y ayuda.

Figura 38. Interfaz módulos.



9.2 MÓDULO EQUIPOS O MÁQUINAS

En este módulo encontramos todo lo relacionado con la información de los equipos (ficha técnica, Hoja de vida, preventivos) de las cuatro áreas evaluadas del Centro Industrial de Mantenimiento de Girón. Ver figura 39.

Figura 39. Módulo máquinas



9.2.1 Hoja de vida. En la hoja de vida se registra todo el mantenimiento relacionado con los equipos de las cuatro áreas involucradas del Centro Industrial de Mantenimiento de Girón, se gestiona al cerrarse una orden de trabajo y se registra la información con la actividad realizada, el técnico, la fecha y duración. (Ver figura 40).

Figura 40. Hoja de vida de equipo.

Sistema Integrado de Mantenimiento SENA


HOJA DE VIDA DE EQUIPO

Nombre del equipo

Código


Serial


Fecha	ODT No	Causa raíz solicitud se...	Actividad Realizada	Tecnico
-------	--------	----------------------------	---------------------	---------



9.2.2 Fichas técnicas. En este sub módulo de máquinas se observa todas las características técnicas de los equipos, como lo son: voltaje nominal, corriente, potencia, número de fases, RPM, presión, entre otras. Además de datos generales como al área donde se encuentra el equipo, el instructor encargado, el serial del equipo, la marca, el modelo. En la figura 41 se muestra un claro ejemplo.

Figura 41. Ficha técnica

		SISTEMA INTEGRADO DE GESTION Centro Industrial de Mantenimiento Integral FICHA TECNICA EQUIPO CNC			Versión: 01		
1. DATOS GENERALES							
Nombre del Equipo: FRESADORA C.N.C.				Código CIMI:	9224	B108	FRC02
Marca	Modelo	Referencia	Nº Inventario SENA	Serial			
Wuhan Hua Zhong Numarical Control	XK 7132	21MD		KX1007154			
Dimensiones del Equipo (cm)			Edificio	Salón/Taller/Oficina	Fecha elaboración	Nº Ident. Interno	
Largo: 170	Ancho: 175	Alto: 201	B	CNC	Febrero 2015		
Nombre del Responsable		Cargo	Teléfono	e-mail			
Hernando Herrera		Instructor					
Fabricante		Proveedor	Orden de Compra (Nº Factura)	Costo o Valor (\$)			
LUNAN		LUNAN					
Dirección y/o país:		Dirección y/o país:	Fecha Fabricación	Fecha Compra	Fecha Instalación		
Código Postal:		Código Postal:					
Teléfono		Teléfono:	Manual Servicio Nº				
Web:		Web:	Manual Operario Nº				
e-mail:		e-mail:	Tiempo de Garantía:				
2. CARACTERISTICAS TECNICAS							
Voltaje Nominal (V)	220-440						
Corriente Nominal (Amp)							
Potencia (Watts ó HP)	2,2 kW						
Nº Fases	3						
Presión							
RPM	3000						
Gama Avances	1-4000 mm/min						
Gama Velocidades							
Funciones							
Inversor de marcha	Horario-Antihorario						
Tipo entrada datos	USB – RSR232						
Tipo salida de datos	USB – RSR232						
Iluminación óptima (W)	50						
Líquidos Refrigerantes	TALADRINA						
Líquidos Lubricantes							
Ejes o grados de libertad	3 EJES						
Otras características técnicas del Equipo			Observaciones del estado del equipo:				
Funcionamiento:							



9.3 MÓDULO ORDEN DE TRABAJO

Este módulo permite la creación de una orden ya sea debido a una alarma de programación de mantenimiento preventivo, solicitud de servicio o decisión del instructor encargado del área. (Ver figura 42 y 43).

Figura 42. Consultar o crear orden de trabajo.



Figura 43. Formato de orden de trabajo.

ORDEN DE TRABAJO

Sistema Integrado de Mantenimiento SENA

ORDEN DE TRABAJO

Fecha Hora ODT N°

Solicitante Cargo

Máquina Código Ubicación

Servicio solicitado de mantenimiento

De mejora Predictivo Preventivo Correctivo

Descripción de la falla o servicio solicitado

Diagnóstico de mantenimiento causa raíz

Descripción proceso de solución

Tiempos de Mantenimiento

Técnicos	Horas

Costos de Mantenimiento

Servicio / Repuesto	Costo

Observación

9.4 MÓDULO ALARMAS


Este módulo se encarga de mostrar las alarmas correspondientes a la gestión de mantenimiento, mostrando las actividades pendientes o que se aproximan a realizarse, generando una alerta al instructor del área para que sea ejecutada en un tiempo determinado. (Ver figura 44 y 45).

Figura 44. Ver alarmas.

Sistema Integrado de Mantenimiento SENA

ALARMAS

Ver Crear

 Consultar

Id	Equipo	Tarea
----	--------	-------

Figura 45. Crear alarma.

Sistema Integrado de Mantenimiento SENA



ALARMAS



Ver Crear



Equipo



Tarea


Periodicidad

  Años

  Meses

  Semanas

  Dias

Inicia 

Guardar

9.5 MÓDULO ALMACÉN

En este módulo se ingresa el inventario de herramientas y repuestos por cada instructor de las respectivas áreas evaluadas. (Ver figura 46).

Figura 46. Módulo almacén.



The screenshot shows a web application window titled 'ALMACÉN' with a subtitle 'Sistema Integrado de Mantenimiento SENA'. The main heading is 'Almacén'. Below the heading, there are three input fields labeled 'Código', 'Nombre', and 'Sección'. Underneath these fields are two green buttons: 'Crear Herramienta' and 'Crear Repuesto'. To the right of these buttons is the SENA logo, which consists of a green stick figure with the letters 'SENA' above it. Below the input fields and buttons, there is a horizontal line. Underneath the line, there is a label 'Visualizar Inventarios' followed by a dropdown menu currently set to 'Herramientas'. To the right of the dropdown menu is a green button labeled 'Ver'.

9.6 MÓDULO INDICADORES DE GESTIÓN

En este módulo evalúa la gestión de mantenimiento, por medio de indicadores como mantenibilidad (TPPR), fiabilidad (TPEF) y disponibilidad (ID), permitiendo llevar un control a través del tiempo de los equipos, siendo este último factor el principal parámetro asociado al mantenimiento.

A continuación se nombran los parámetros usados para el respectivo cálculo de los indicadores de gestión, generando una gráfica de barras que brinde una idea, para así tomar acciones modificativas según sea el caso (ver figura 47), estos son:

- TFS: tiempo fuera de servicio por paradas no programadas.
- TEO: Tiempo del equipo en operación.
- TEA: Tiempo que el equipo está parado pero listo para operar.
- TDE: Tiempo disponible del equipo.
- NO: Número de veces que el equipo estuvo operando.
- NP: Número de veces que estuvo el equipo en paradas no programadas.

Figura 47. Módulo indicadores de gestión.

The screenshot displays a web application window titled "INDICADORES DE GESTION" from the "Sistema Integrado de Mantenimiento SENA". The interface is organized into several sections:

- Input Fields:** A vertical list of labels (TFS, TEO, TEA, TDE, NO, NP) on the left, each followed by an empty text input box.
- Intervalo No. 1:** A section on the right containing four green buttons: "Agregar intervalo", "Graficar TPPR", "Graficar TPEF", and "Graficar ID".
- Logo:** The SENA logo, featuring a stylized green figure and the text "SENA", is positioned on the far right.

9.7 AYUDA

Es una parte del programa creada con el fin de orientar a los usuarios cuando se les presente dudas o inquietudes acerca de las funciones de cada uno de los módulos y sub módulos. (Ver anexo E).

10. CONCLUSIONES

- Se realizó una auditoría con el propósito de diagnosticar de manera profunda la situación actual del departamento de mantenimiento para las áreas de mecanizado, soldadura, refrigeración y automotriz del centro industrial de mantenimiento de Girón, esta auditoría es planteada por Francisco González en su libro AUDITORÍA DEL MANTENIMIENTO E INDICADORES DE GESTIÓN, la cual se basa en 120 preguntas distribuidas en 12 bloques los cuales son: organización general, métodos y sistemas de trabajo, control técnico de instalaciones y equipos, gestión de la carga de trabajo, compra y logística de repuestos y equipos, sistemas informáticos, organización del taller de mantenimiento, herramientas y medios de prueba, documentación técnica, personal y formación, contratación, control de la actividad.
- Se realizó el inventario y codificación de 88 equipos presentes en las áreas de mecanizado, soldadura, refrigeración y automotriz del Centro Industrial de Mantenimiento de Girón. La codificación se definió de manera alfa numérica en 3 partes, la primera parte hace referencia al área donde se encuentra el equipo, la segunda se refiere a las 4 primeras letras del equipo y la tercera el número del equipo en el área.
- Se elaboraron y gestionaron los formatos: hoja de vida de las máquinas, fichas técnicas y orden de trabajo, organizando así toda la información necesaria para implementar el programa para la administración del mantenimiento en las áreas evaluadas.
- Se realizó un análisis de criticidad con base en factores ponderados a 88 equipos involucrados en las áreas evaluadas, de los cuales resultaron críticos el 32%, medianamente críticos el 29% y no críticos 39%, ayudando a

reconocer los equipos que requieren intervención continua y facilitando la toma de decisiones.

- Se implementó un sistema de información para la administración del mantenimiento en las áreas de mecanizado, soldadura, refrigeración y automotriz del Centro Industrial de Mantenimiento de Girón utilizando el lenguaje de programación JAVA conformado por los módulos: equipos, órdenes de trabajo, alarmas, usuarios, indicadores de gestión, herramientas y ayuda.
- Se capacito al personal de mantenimiento del Centro Industrial de Mantenimiento de Girón pertenecientes a las 4 áreas evaluadas de cómo llevar un correcto uso y administración del sistema de información.

BIBLIOGRAFIA

BORRAS, Carlos. Ingeniería de mantenimiento, Material Docente. Lecturas y diapositivas de la asignatura Ingeniería de Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2011.

MORA RINCON, Danny y TARZONA PEÑARANDA, Emer Alexis. Programa de mantenimiento preventivo para para el hotel dann carlton de Bucaramanga. Bucaramanga, 2011. Tesis de grado (ingeniero mecánico). Universidad Industrial de Santander. Escuela de ingeniería Mecánica.

FUENTES, David A. Sistemas de información en mantenimiento. Universidad Industrial de Santander, Colombia, 2013.

CAICEDO ORTIZ. Jorge Humberto. Diseño e implementación de un sistema de información de mantenimiento para ingesol Latinoamérica, 2012. Tesis de grado (ingeniero mecánico). Universidad Industrial de Santander. Escuela de ingeniería Mecánica.

GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, Francisco. Auditoría del Mantenimiento e Indicadores de Gestión. Madrid: Editorial FC, P. 103-177.

GARCIA G, Santiago. Mantenimiento Industrial. Editorial Revonetec. Vol. 4. Madrid, 2009.

GONZALEZ B. Carlos Ramón, Conferencias de Ingeniería de Mantenimiento. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander. 2001.

ANEXOS

ANEXO A. ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO TORNOS PARALELOS Y FRESADORAS UNIVERSALES

Tabla 27. Inspección Mecánica tornos paralelos.

TORNO PARALELO				
INSPECCIÓN MECÁNICA	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	EQUIPO EN MOVIMIENTO	
			SI	NO
BANCADA				
Verificar estado de la bancada				X
Verificar estado de las guías de la bancada				X
Revisar sujeción del motor principal				X
CABEZAL FIJO				
Verificar estado de poleas y engranajes				X
Verificar estado de correas				X
Revisar husillo				X
Revisar sistema de fijación copa				X
Verificar estado de mordazas				X
Revisar palancas caja de velocidad y de avance				X
Verificar estado de los indicadores de nivel de aceite				X
CABEZAL MÓVIL				
Verificar estado del cuerpo				X
Verificar estado del punto				X
Verificar estado del tornillo de fijación				X
CARROS Y ACCIONAMIENTOS				
Verificar estado del carro longitudinal				X
Verificar estado del carro transversal				X
Verificar estado del carro superior				X
Verificar estado de la torre porta herramienta				X
Verificar estado de las herramientas de corte				X
Limpieza del filtro del sistema de refrigeración				X
Revisar tanque, bomba y conductos.			X	X
Revisar estado de accesorios de la máquina.				X

Tabla 28. Inspección eléctrica tornos paralelos.

TORNO PARALELO			
		EQUIPO EN MOVIMIENTO	
INSPECCIÓN ELÉCTRICA	TRIMESTRAL	SI	NO
Verificar estado de contactores, interruptores, fusibles y cableado eléctrico		X	X
Verificar correcto funcionamiento de los interruptores de parada del motor principal		X	X
Verificar que el motor principal no presente ruidos, vibraciones y recalentamiento anormal		X	
Verificar estado de alumbrado del equipo			X
Medir el valor de la corriente y voltaje y comparar con la placa del motor		X	

Tabla 29. Inspección eléctrica fresadoras universales.

FRESADORA UNIVERSAL			
		EQUIPO EN MOVIMIENTO	
INSPECCIÓN ELÉCTRICA	TRIMESTRAL	SI	NO
Verificar estado de contactores, interruptores, reles y cableado eléctrico			X
Revisar correcto funcionamiento de los interruptores de parada del motor principal		X	X
Revisar que el motor no presente ruidos, vibraciones y recalentamiento anormal		X	
Revisar motor caja de avance de la mesa no presente ruidos y recalentamiento anormal		X	
Revisar ventilador del motor principal		X	X
Medir y registrar el valor de la corriente de consumo del motor principal		X	
Verificar sistema de alumbrado		X	X

Tabla 30. Inspección mecánica Fresadoras universales.

FRESADORA UNIVERSAL				
INSPECCIÓN MECÁNICA	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	EQUIPO EN MOVIMIENTO	
			SI	NO
Ver estado del cabezal de husillo				X
Verificar estado de palancas, volantes y accionamientos				X
Verificar sujeción motor principal del equipo				X
Verificar estado de los topes final de carrera de la mesa			X	X
Verificar que no se presenten fugas de aceite en los indicadores de nivel y mangueras			X	X
Ver el estado de la ménsula				X
Ver estado de la caja de avances				X
Ver estado de la mesa longitudinal y transversal				X
Verificar estado de la bomba de lubricación				X
Realizar limpieza del filtro de aspiración de la bomba de refrigeración				X
Revisar sistema de refrigeración, tanque, conductos, etc				X
Revisar el estado de los accesorios de la máquina				X

Tabla 31. Convenciones cronograma de equipos críticos (Anexo B)

CONVENCIONES	INTERVALO DE TIEMPO
	Semanal
	Trimestral
	Semestral
	anual
	5 años
	200 horas = 5 semanas
	500 horas = 13 semanas
	1000 horas = 25 semanas
	2000 horas = 50 semanas
	3000 horas = 75 semanas
	4000 horas = 100 semanas
	8000 horas = 200 semanas

ANEXO B. CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO A LOS EQUIPOS CRITICOS

Tabla 32. Cronograma mantenimiento preventivo Tornos paralelos.

EQUIPO	COMPONENTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA(Semanas)	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVMEBRE	DICIEMBRE		
TORNO PARALELO	MECANICA	BANCADA	Verificar estado de la bancada	■													
			Verificar estado de las guias de la bancada														
			Revisar sujeción del motor principal														
		CABEZAL FIJO	Verificar estado de poleas y engranajes														
			Verificar estado de correas														
			Revisar husillo														
			Revisar sistema de fijación copa														
			Verificar estado de mordazas														
			Revisar palancas caja de velocidad y de avance														
			Verificar estado de indicadores de nivel de aceite														
		CABEZAL MÓVIL	Verificar estado del cuerpo														
			Verificar estado del punto														
			Verificar estado del tornillo de fijación														
		CARROS Y ACCIONAMIENTOS	Verificar estado del carro longitudinal														
			Verificar estado del carro transversal														
			Verificar estado del carro superior														
			Verificar estado de la torre porta herramienta														
			Verificar estado de las herramientas de corte														
			Limpieza del filtro del sistema de refrigeración	■													
			Revisar tanque, bomba y conductos.	■													
		OTROS	Revisar estado de accesorios de la máquina.	■													
			Lubricar engranajes caja de cambios y cojinetes	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
			Limpiar partes externas e internas de la máquina	■													
			Lubricar rodamientos de la máquina en general	■													
			Limpieza de filtros en general	■													
			Cambio de aceite de los depósitos	■													
			Inspección de anclaje y pintura	■													
		ELECTRICA	Regulación y ajuste de acuerdo al desgaste de guías, embragues, cojinetes, etc	■													
			Revisión exhaustiva de la parte mecanica de la máquina	■													
			Verificar estado de contactores, interruptores, fusibles y cableado eléctrico	■													
Verificar correcto funcionamiento de los interruptores de parada del motor principal	■																
Verificar que el motor principal no presente ruidos, vibraciones y recalentamiento anormal	■																
Medir el valor de la corriente y voltaje y comparar con la placa del motor	■																
Verificar estado de alumbrado del equipo	■																
Revisión motores eléctricos	■																

Tabla 33. Cronograma mantenimiento preventivo Fresadoras universales.

EQUIPO	COMPONENTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA(Semanas)	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVMEBRE	DICIEMBRE		
FRESADORA UNIVERSAL	MECANICA	Ver estado del cabezal de husillo															
		Verificar estado de palancas, volantes y															
		Verificar sujeción motor principal del equipo															
		Verificar estado de los topes final de carrera de la															
		Verificar que no se presenten fugas de aceite en															
		Ver el estado de la ménsula															
		Ver estado de la caja de avances															
		Ver estado de la mesa longitudinal y transversal															
		Verificar estado de la bomba de lubricación															
		Realizar limpieza del filtro de aspiración de la															
		Revisar sistema de refrigeración, tanque,															
		Revisar el estado de los accesorios de la máquina															
		Lubricar torillos de la mesa															
		Limpiar cuidadosamente cada una de las partes externas e internas de la máquina															
		Cambio de aceite cabezal del husillo															
		Lubricación cojinete motor de la máquina															
		Limpieza de lis filtros del sistema de lubricación															
	Inspección de anclaje y pintura																
	Revisión exhaustiva de la parte mecanica de la máquina																
	ELECTRICA	Verificar estado de contactores, interruptores, reles y cableado eléctrico															
		Revisar correcto funcionamiento de los interruptores de parada del motor principal															
		Revisar que el motor no presente ruidos, vibraciones y recalentamiento anormal															
		Revisar motor caja de avance de la mesa no presente ruidos y recalentamiento anormal															
Revisar ventilador del motor principal																	
Medir y registrar el valor de la corriente de consumo del motor principal																	
Verificar sistema de alumbrado																	
Revisión general y exhaustiva de los motores eléctricos																	

Tabla 34. Cronograma mantenimiento preventivo tornos CNC.

EQUIPO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA(Semanas)	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVEMBRE	DICIEMBRE
TORNO CNC	Controlar lubricación central- nivel de aceite		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Controlar separador de condensación		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Aceitar o engrasar plato de pinzas		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Engrasar partes pulidas del equipo		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Limpiar torreta de herramientas		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Controlar todas las mangueras y tubos		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Controlar tecla de parada de emergencia		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Limpiar torreta de herramientas		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Limpiar o cambiar Esteras de filtro para refrigeración del armario eléctrico		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Limpiar el recipiente de refrigerante		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Engrasar el transportador de virutas y cojinete del árbol principal		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Aceitar el transportador de virutas y la cadena de rodillos		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Controlar los motores principales de avance y la tensión de la correa		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Cambiar lubricante refrigerador		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Controlar el transportador de virutas y las correas en V		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Controlar la cinta transportadora, las cadenas de tracción y las ruedas de cadena		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Controlar y cambiar saca virutas de todas las chapas de los carros		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Controlar recipiente del refrigerante - Corrosion y daños		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Controlar torre de herramientas y nivel de aceite		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Cambiar torre de herramientas: cambio de aceite		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Revisión general del accionamiento de herramienta por parte del fabricante		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Revisión general por parte del fabricante		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Cambiar el disco de puerta		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	

Tabla 35. Cronograma mantenimiento preventivo fresadoras CNC.

EQUIPO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA(Semanas)	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVEMBRE	DICIEMBRE
FRESADORA CNC	Vaciar el sistema neumático y el decantador de agua		█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
	Lubricar partes bruñidas en la máquina		█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
	Limpiar el recipiente de lubricante y del refrigerante		█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
	Comprobar la calidad del refrigerante		█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
	Limpiar y lubricar cadenas de compensación de peso		█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
	Limpiar y lubricar esferas de filtro para refrigeración del PC		█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
	Lubricar superficies de presión de las mordazas de sujeción		█	█	█		█		█		█		█	█
	Limpiar y cambiar esteras de filtro del armario de distribución		█			█			█			█		
	Realizar controles periódicos		█						█					█
Cambiar disco de puerta		█											█	

Tabla 36. Cronograma mantenimiento preventivo Aires Acondicionados tipo mini Split.

EQUIPO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA(Semanas)	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE
AIRE ACONDICIONADO TIPO MINI SPLIT	Limpiar el filtro de aire del evaporador		█					█				█
	Verificar que el equipo realice la función de enfriamiento en los diferentes niveles		█									█
	Verificar que la tubería del dren de condensado esté bien colocada evitando goteo de agua en la		█									█
	Revisar protección de las tuberías que no se encuentren en mal estado y si es así cambiar la protección		█									█
	Verificar que el equipo no genere ruido excesivo						█					█
	Lavar el evaporador y condensador		█						█			
Cambiar los filtros del aire		█						█				

Tabla 37. Cronograma mantenimiento preventivo neveras.

EQUIPO	COMPONENTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA(Semanas)	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE
NEVERA	EVAPORADOR	Medición de amperajes de operación											
		Revisión de flujo de aire											
		Gabinete: Revisión de ajuste estructural											
		Revisión de soporte de aislamientos											
	SISTEMA DE COMPRESOR	Serpentín: Lavado y desincrustación con producto químico											
		Limpieza del motor											
		Medición de amperajes de operación											
		Compresores: Medición de amperajes											
		Limpieza y ajuste de conexiones eléctricas											
		Medición de amperajes de operación											
	SISTEMA ELÉCTRICO DE POTENCIA Y CONTROL GENERAL	Limpieza de control y ajuste de conexiones											
		Revisión de operación de relevos											
		Revisión y calibración de termostato											
		Limpieza general coontactos electricos, fuerza y control											
		Limpieza general											
		Medición de consumo eléctrico											
		Revisión de estado de los elementos que componen el control de potencia											
		De sulfatación terminales											
	CIRCUITO TUBERÍA DE REFRIGERACIÓN	Revisión de refrigerante											
		Revisión de aislamientos térmicos											
Revisión filtro secador													
Registro de sobrecalentamientos													

Tabla 38. Cronograma de mantenimiento preventivo equipos de soldadura SMAW.

EQUIPO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA(Semanas)	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE
EQUIPO DE SOLDADURA SMAW	Limpieza en el interior de la máquina debido a la acumulación de polvo, suciedad en los ventiladores, cableado, transformadores y placa.											
	Revisión de cables en caso de deterioro cambiarlos											
	Revisión de pinzas porta electrodos y masa											

Tabla 39. Cronograma de mantenimiento preventivo compresores.

EQUIPO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA(Semanas)	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE
COMPRESOR	Revisar arranque, circuito y protecciones del motor eléctrico		■									
	Sopletear los filtros del aire		■									
	Apretar tornillos, acoples, anclajes y cauchos amortiguadores		■									
	Cambiar aceite del compresor				■							
	Tensor las correas de transmisión		■									
	Cambiar los filtros de aire		■					■				
	Revisión general del motor eléctrico		■									
	Cambiar correas de transmisión		■									

ANEXO C. FORMATO FICHA TÉCNICA

Figura 48. Formato ficha técnica de equipos.

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTION Centro Industrial de Mantenimiento Integral FICHA TECNICA EQUIPO
---	--

1. DATOS GENERALES						
Nombre del Equipo:					Código CIMI	
Marca	Modelo	Referencia	Nº Inventario SENA	Serial		
		-	-			
Dimensiones del Equipo (cm)		Edificio	Salón/Taller/Oficina	Fecha elaboración	Nº Ident. Interno	
Largo:	Ancho:	Alto:				
Nombre del Responsable		Cargo	Teléfono	e-mail		
Fabricante		Proveedor	Orden de Compra (Nº Factura)	Costo o Valor (\$)		
			-	-		
Dirección y/o país	Dirección y/o país:		Fecha Fabricación	Fecha Compra	Fecha Instalación	
Código Postal:	Código Postal:					
Teléfono: 503488-2224	Teléfono:		Manual Servicio Nº			
Web:	Web:		Manual Operario Nº			
e-mail:	e-mail:		Tiempo de Garantía: -			

2. CARACTERISTICAS TECNICAS		
Voltaje Nominal (V)		Imagen del Equipo
Corriente Nominal (Amp)		
Potencia (Watts ó HP)		
Nº Fases		
Presión		
RPM		
Gama Avances		
Gama Velocidades		
Funciones		
Inversor de marcha		
Tipo entrada datos		
Tipo salida de datos		
Iluminación óptima (W)		
Líquidos Refrigerantes		
Líquidos Lubricantes		
Ejes o grados de libertad		
Otras características técnicas del Equipo		
Funcionamiento:		


ANEXO D. FORMATO HOJA DE VIDA

Figura 49. Formato hoja de vida de equipos.

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTION					
	Centro Industrial de Mantenimiento Integral					
	HOJA DE VIDA DE EQUIPO					
Nombre del Equip						
Código CIMI						
Serial						
Ambiente de Formación						
FECHA	ODT No	CAUSA RAIZ SOLICITUD SERVICIO	ACTIVIDAD REALIZADA	TECNICO	TIEMPO UTILIZADO HRS	COSTO REAL O ESTIMADO DE INSUMOS (Col\$)

ANEXO E. FORMATO DE ORDEN DE TRABAJO

Figura 50. Formato de orden de trabajo.

	Centro Industrial de Mantenimiento Integral Orden de trabajo																										
ODT No <input style="width: 50px;" type="text"/>																											
SOLICITANTE: _____ CARGO _____ FECHA _____ HORA _____																											
MAQUINA: _____ CODIGO: _____ UBICACION: _____																											
SERVICIO SOLICITADO DE MANTENIMIENTO <input type="checkbox"/> DE MEJORA <input type="checkbox"/> PREDICTIVO <input type="checkbox"/> PREVENTIVO <input type="checkbox"/> CORRECTIVO																											
DESCRIPCION DE LA FALLA O SERVICIO SOLICITADO																											
DIAGNOSTICO DE MANTENIMIENTO CAUSA RAIZ:																											
DESCRIPCION PROCESO DE SOLUCION																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: left;">TIEMPOS DE MANTENIMIENTO</th> </tr> <tr> <td style="font-size: small;">Nombre de técnicos involucrados</td> <td style="font-size: small;">tiempo(hrs)</td> </tr> <tr> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">TOTAL HRS</td> <td>_____</td> </tr> </table>	TIEMPOS DE MANTENIMIENTO		Nombre de técnicos involucrados	tiempo(hrs)	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	TOTAL HRS	_____	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: left;">COSTOS DE MANTENIMIENTO</th> </tr> <tr> <td style="font-size: small;">Costo de repuestos o servicios</td> <td style="font-size: small;">\$Col</td> </tr> <tr> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">TOTAL</td> <td>_____</td> </tr> </table>	COSTOS DE MANTENIMIENTO		Costo de repuestos o servicios	\$Col	_____	_____	_____	_____	_____	_____	TOTAL	_____
TIEMPOS DE MANTENIMIENTO																											
Nombre de técnicos involucrados	tiempo(hrs)																										
_____	_____																										
_____	_____																										
_____	_____																										
_____	_____																										
TOTAL HRS	_____																										
COSTOS DE MANTENIMIENTO																											
Costo de repuestos o servicios	\$Col																										
_____	_____																										
_____	_____																										
_____	_____																										
TOTAL	_____																										
OBSERVACIONES:																											

ANEXO F. MANUAL DE USUARIO.

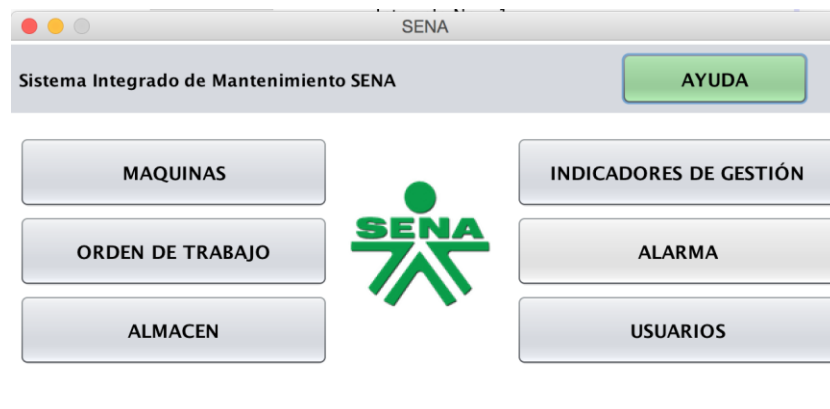
Sistema integrado de mantenimiento SENA

La pantalla de entrada es la primera vista del sistema integrado de mantenimiento SENA.



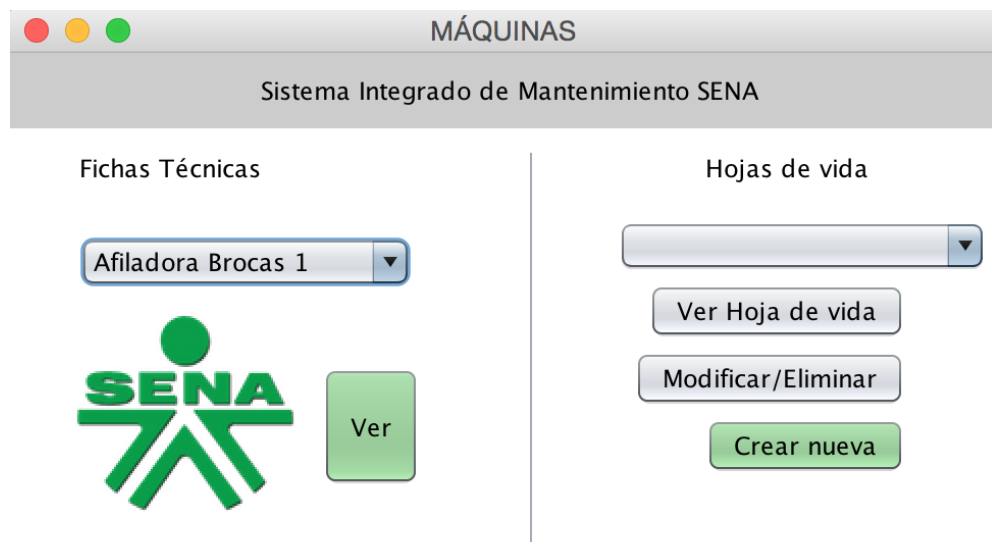
Luego de iniciar sesión correctamente se visualiza la pantalla de menú.

Dentro de cada opción sólo es posible la edición si el usuario es un docente.



La opción máquinas permite acceder a los aspectos relacionados con las máquinas como son:

- Hojas de vida.
- Fichas técnicas.
- Orden de trabajo.



Desde la pantalla de hojas de vida es posible editar una nueva hoja de vida o editar una existente según se haya seleccionado.

Sistema Integrado de Mantenimiento SENA


HOJA DE VIDA DE EQUIPO

Nombre del equipo

Código

Serial

Fecha	ODT No	Causa raíz solicitud se...	Actividad Realizada	Tecnico



El selector de órdenes de trabajo permite seleccionar órdenes existentes o crear nuevas:

ORDEN DE TRABAJO

Sistema Integrado de Mantenimiento SENA

Orden de Trabajo



Para crear una nueva orden de trabajo llene el formulario correspondiente, los botones azules permiten crear nuevos ítems en la lista para tiempos y costos:

● ● ● **ORDEN DE TRABAJO**
Sistema Integrado de Mantenimiento SENA

ORDEN DE TRABAJO

Fecha Hora ODT N°

Solicitante Cargo

Máquina Código Ubicación

Servicio solicitado de mantenimiento
 De mejora Predictivo Preventivo Correctivo

Descripción de la falla o servicio solicitado

Diagnóstico de mantenimiento causa raíz

Descripción proceso de solución

Tiempos de Mantenimiento

Técnicos	Horas

Costos de Mantenimiento

Servicio / Repuesto	Costo

Observación

La vista de almacén permite crear inventario de repuestos y herramientas.

Agregue la información correspondiente incluyendo la sección a la que pertenece la herramienta o repuesto.

ALMACÉN

Sistema Integrado de Mantenimiento SENA

Almacén

Código Nombre Sección

Crear Herramienta Crear Repuesto

SENA

Visualizar Inventarios Herramientas Ver

La ventana de detalles es accedida para ver el inventario de herramientas o de repuestos, haga clic derecho en un elemento para borrarlo:

Sistema Integrado de Mantenimiento SENA

INVENTARIO DE HERRAMIENTAS

Codigo	Nombre	Sección
--------	--------	---------

El módulo de indicadores de gestión permite obtener las gráficas de los indicadores TPEF, TPPR e ID.

Agregue todos los datos para cada intervalo, agregue intervalos y presione graficar para cada indicador:

Indicador	Valor	Acción
TFS	<input type="text"/>	Intervalo No. 1 <input type="button" value="Agregar intervalo"/> <input type="button" value="Graficar TPPR"/> <input type="button" value="Graficar TPEF"/> <input type="button" value="Graficar ID"/>
TEO	<input type="text"/>	
TEA	<input type="text"/>	
TDE	<input type="text"/>	
NO	<input type="text"/>	
NP	<input type="text"/>	

El módulo de creación de usuarios sólo es accesible por el usuario docente. Permite crear usuarios docentes o estudiantes:

Crear Nuevo Usuario

Usuario:

Contraseña:

Tipo: Estudiante Docente

