

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO PARA LAS ÁREAS DE OLEO NEUMÁTICA, MECATRÓNICA,
HIDRÁULICA Y NEUMÁTICA DEL CENTRO INDUSTRIAL DE
MANTENIMIENTO DE GIRÓN.**

**CESAR HOMERO TUAY DIAZ
CRISTIAN FERNEY LAVERDE MIRANDA**

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

2016

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO PARA LAS ÁREAS DE OLEO NEUMÁTICA, MECATRÓNICA,
HIDRÁULICA Y NEUMÁTICA DEL CENTRO INDUSTRIAL DE
MANTENIMIENTO DE GIRÓN.**

**CESAR HOMERO TUAY DIAZ
CRISTIAN FERNEY LAVERDE MIRANDA**

**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**

2016

DEDICATORIA

Este trabajo de grado se lo dedico:

A DIOS, por bendecirme y darme fortaleza en cada momento de mi vida para alcanzar mis objetivos a pesar de las adversidades.

A mis padres, por su incondicional apoyo, perseverancia, motivación y brindarme su confianza para alcanzar mis metas.

A mi hermano, por su motivación y acompañamiento en toda mi vida.

A mis familiares y amigos que siempre me han acompañado con su comprensión y apoyo en todos los proyectos que me he planteado.

CESAR HOMERO TUAY DIAZ

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

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

A mi hermano Donald por ser mi guía y por depositar su confianza en mí.

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

A mis amigos por los momentos vividos que hicieron que esta etapa de mi vida fuera inolvidable.

CRISTIAN FERNEY LAVERDE MIRANDA

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	22
1. OBJETIVOS DEL PROYECTO	25
1.1 Objetivo General	25
1.2 Objetivos específicos	25
2. GENERALIDADES DEL SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE	27
2.1 HISTORIA	27
2.2 MISIÓN	27
2.3 VISIÓN	27
2.4 CENTRO INDUSTRIAL DE MANTENIMIENTO DE GIRÓN	29
2.4.1 Ubicación	29
2.5 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL CENTRO INDUSTRIAL DE MANTENIMIENTO DE GIRÓN	31
2.6 DISTRIBUCIÓN POR BLOQUES DEL CENTRO INDUSTRIAL DE MANTENIMIENTO DE GIRÓN	32
2.7 REDES DE CONOCIMIENTO	32
2.8 ÁREAS DE ESTUDIO PARA IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	33
2.8.1 Área de oleo neumática	33
2.8.2 Área de mecatrónica	33
2.8.3 Área de hidráulica	34
2.8.4 Área de neumática	35

3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	36
3.1 DEFINICIÓN DE MANTENIMIENTO	36
3.2 PROPÓSITOS DEL MANTENIMIENTO	37
3.3 HISTORIA DEL MANTENIMIENTO	37
3.4 TIPOS DE MANTENIMIENTO	39
3.4.1 Mantenimiento correctivo	39
3.4.1.1 Ventajas del mantenimiento correctivo	39
3.4.1.2 Desventajas del mantenimiento correctivo.....	39
3.4.2 Mantenimiento preventivo	40
3.4.2.1 Ventajas del mantenimiento preventivo	40
3.4.2.2 Desventajas del mantenimiento preventivo.....	41
3.4.3 Mantenimiento predictivo	41
3.4.3.1 Análisis de vibraciones.....	42
3.4.3.2 Análisis de lubricantes	42
3.4.3.3 Análisis por ultrasonido	43
3.4.3.4 Termografía infrarroja	43
3.4.3.5 Ventajas del mantenimiento predictivo	43
3.4.3.6 Desventajas del mantenimiento preventivo.....	44
3.4.4 Mantenimiento cero horas (overhaul)	44
3.4.5 Mantenimiento en uso.....	45
3.5 INDICADORES DE MANTENIMIENTO	45
3.5.1 Disponibilidad.....	46
3.5.2 Mantenibilidad	47
3.5.3 Fiabilidad	48
4. MANTENIMIENTO ACTUAL EN LAS ÁREAS DE OLEO NEUMÁTICA, MECATRÓNICA, HIDRÁULICA Y NEUMÁTICA DEL CENTRO INDUSTRIAL DE MANTENIMIENTO DE GIRÓN	49
4.1 DIAGNÓSTICO DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO	49

4.1.1 Organización del mantenimiento.....	49
4.1.2 Organigramas y descripción de funciones	49
4.2 ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO	50
4.3 PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	51
4.4 SOPORTE INFORMÁTICO	51
4.5 DOCUMENTACIÓN TÉCNICA	51
4.6 COSTOS DE MANTENIMIENTO.....	52
4.7 ÁREAS DE MANTENIMIENTO.....	52
4.8 PERSONAL DE MANTENIMIENTO	52
4.9 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.....	53
4.10 PROCESO DE AUDITORÍA DE LAS ÁREAS DE OLEO NEUMÁTICA, MECATRÓNICA, HIDRÁULICA Y NEUMÁTICA DEL CENTRO INDUSTRIAL DE MANTENIMIENTO DE GIRÓN	57
4.10.1 Cuestiones de autoanálisis: metodología y obtención de resultados.....	57
4.10.2 Resultados y su representación gráfica	70
5. INVENTARIO Y CODIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS	73
5.1 CODIFICACIÓN DE EQUIPOS.....	73
6. ANÁLISIS DE CRITICIDAD	80
6.1 APLICACIÓN ANÁLISIS DE CRITICIDAD EN EL CENTRO INDUSTRIAL DE MANTENIMIENTO DE GIRÓN PARA LAS ÁREAS DE OLEO NEUMÁTICA, MECATRÓNICA, HIDRÁULICA Y NEUMÁTICA	81

6.1.1 Resultados análisis de criticidad	87
6.1.1.1 Resultados análisis de criticidad área de oleo neumática.....	87
6.1.1.2 Resultados análisis de criticidad área de mecatrónica	88
6.1.1.3 Resultados análisis de criticidad área de hidráulica.....	89
6.1.1.4 Resultados análisis de criticidad área de neumática	90
7. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS ÁREAS DE OLEO NEUMÁTICA, MECATRÓNICA, HIDRÁULICA Y NEUMÁTICA DEL CENTRO INDUSTRIAL DE MANTENIMIENTO DE GIRÓN	92
7.1 ÁREA DE OLEO NEUMÁTICA	92
7.1.1 Bombas para aceites viscosos	92
7.2 ÁREA DE HIDRÁULICA.....	94
7.2.1 Bancos didácticos de hidráulica.....	94
7.3 ÁREA DE NEUMÁTICA	96
7.3.1 Bancos de electro-neumática.....	96
8. DISEÑO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO	99
8.1 PORQUE ES IMPORTANTE PROGRAMAR EN JAVA	100
8.2 VARIABLES DE ENTRADA Y SALIDA.....	101
8.3 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA GENERAL DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN	103
9. SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PARA LAS ÁREAS DE OLEO NEUMÁTICA, MECATRÓNICA, HIDRÁULICA Y NEUMÁTICA DEL CENTRO INDUSTRIAL DE MANTENIMIENTO DE GIRÓN .	109

9.1 MÓDULO USUARIO	110
9.1.1 Ingreso al programa.....	110
9.1.2 Interfaz de los módulos	111
9.2 MÓDULO EQUIPOS O MÁQUINAS	111
9.2.1 Hoja de vida	112
9.2.2 Fichas técnicas	113
9.3 MÓDULO ORDEN DE TRABAJO.....	115
9.4 MÓDULO ALARMAS	116
9.5 MÓDULO ALMACÉN	118
9.6 MÓDULO INDICADORES DE GESTIÓN	118
9.7 AYUDA.....	119
10. CONCLUSIONES	120
BIBLIOGRAFIA.....	122
ANEXOS.....	123

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Logotipo del SENA.....	28
Figura 2. Ubicación del centro industrial de mantenimiento de Girón	30
Figura 3. Entrada principal del centro industrial de mantenimiento de Girón.....	30
Figura 4. Estructura organizacional del centro industrial de mantenimiento de Girón	31
Figura 5. División por bloques del centro industrial de mantenimiento de Girón ...	32
Figura 6. Área de oleo neumática	33
Figura 7. Área de mecatrónica.....	34
Figura 8. Área de hidráulica	34
Figura 9. Área de neumática.....	35
Figura 10. Organigrama del departamento de mantenimiento.....	50
Figura 11. Representación gráfica de los resultados	70
Figura 12. Grafica de los resultados para las áreas de mecanizado, soldadura, refrigeración y automotriz del centro industrial de mantenimiento de Girón	71
Figura 13. Diseño de codificación de equipos	74
Figura 14. Áreas de codificación.....	75
Figura 15. Ejemplo de codificación	76
Figura 16. Matriz de criticidad	80
Figura 17. Tabla de factores ponderados	82
Figura 18. Modelo de matriz de criticidad	84
Figura 19. Principales partes bomba de engranajes	93

Figura 20. Banco didáctico de hidráulica	95
Figura 21. Banco electro-neumática	97
Figura 22. Variables de entrada y salida	103
Figura 23. Estructura general del sistema de información	104
Figura 24. Diagrama de flujo del módulo de usuarios	105
Figura 25. Diagrama de flujo del módulo de equipos	106
Figura 26. Diagrama de flujo del módulo de almacén	107
Figura 27. Diagrama de flujo del módulo de órdenes de trabajo	108
Figura 28. Módulos del programa	109
Figura 29. Ingreso al programa	110
Figura 30. Módulos	111
Figura 31. Módulo máquinas	112
Figura 32. Hoja de vida	113
Figura 33. Ficha técnica	114
Figura 34. Consultar o crear orden de trabajo	115
Figura 35. Formato de orden de trabajo	116
Figura 36. Ver alarmas	117
Figura 37. Crear alarma	117
Figura 38. Módulo de almacén	118
Figura 39. Módulo indicadores de gestión	119
Figura 40. Formato ficha técnica	130
Figura 41. Formato hoja de vida	131
Figura 42. Formato de orden de trabajo	132

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Índices de evaluación de aspectos organizativos de la empresa.....	56
Tabla 2. Evaluación organizativa	57
Tabla 3. Auditoría organización general	59
Tabla 4. Auditoría métodos y sistemas de trabajo	60
Tabla 5. Auditoría control técnico de instalaciones y equipos.....	61
Tabla 6. Auditoría gestión de la carga de trabajo.....	62
Tabla 7. Auditoría compra y logística de repuestos y equipos	63
Tabla 8. Auditoría sistemas informáticos	64
Tabla 9. Auditoría organización del taller de mantenimiento	65
Tabla 10. Auditoría herramientas y medios de prueba	66
Tabla 11. Auditoría documentación técnica	67
Tabla 12. Auditoría personal y formación	68
Tabla 13. Auditoría contratación	69
Tabla 14. Auditoría control de la actividad	70
Tabla 15. Codificación de equipos área de oleo neumática	78
Tabla 16. Codificación de equipos área de mecatrónica	79
Tabla 17. Codificación de equipos área de hidráulica	79
Tabla 18. Codificación de equipos área de neumática	80
Tabla 19. Formato de encuesta análisis de criticidad	86
Tabla 20. Resultado análisis de criticidad área de oleo neumática	88

Tabla 21. Resultado análisis de criticidad área de mecatrónica	89
Tabla 22. Resultado análisis de criticidad área de hidráulica	90
Tabla 23. Resultado análisis de criticidad área de neumática	91
Tabla 24. Inspección mecánica bombas de engranajes (desplazamiento positivo)	124
Tabla 25. Inspección eléctrica bombas de engranajes (desplazamiento positivo)	125
Tabla 26. Convecciones cronograma de equipos críticos	125
Tabla 27. Cronograma de mantenimiento preventivo bombas de engranajes (desplazamiento positivo)	126
Tabla 28. Cronograma de mantenimiento preventivo bancos didácticos de hidráulica	128
Tabla 29. Cronograma de mantenimiento preventivo bancos electro-neumáticos	129

LISTA DE ECUACIONES

	Pág.
Ecuación 1. Disponibilidad teórica	47
Ecuación 2. Disponibilidad	48
Ecuación 3. Tiempo promedio para fallas	48
Ecuación 4. Tiempo promedio de fallas	49

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BOMBAS DE ENGRANAJES (DESPLAZAMIENTO POSITIVO).....	124
ANEXO B. CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO ÁREA OLEO NEUMÁTICA	126
ANEXO C. CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO BANCOS DIDÁCTICOS DE HIDRÁULICA	128
ANEXO D. CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO BANCOS ELECTRO-NEUMÁTICOS	129
ANEXO E. FORMATO FICHA TÉCNICA	130
ANEXO F. FORMATO HOJA DE VIDA	131
ANEXO G. FORMATO DE ORDEN DE TRABAJO	132
ANEXO H. TABLA DE RESULTADOS DE ANALISIS DE CRITICIDAD DE TODAS LAS AREAS	133
ANEXO I. MANUAL DE USUARIO	134

RESUMEN

TÍTULO: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS ÁREAS DE OLEO NEUMÁTICA, MECATRÓNICA, HIDRÁULICA Y NEUMÁTICA DEL CENTRO INDUSTRIAL DE MANTENIMIENTO DE GIRÓN.

AUTORES: CESAR HOMERO TUAY DIAZ
CRISTIAN FERNEY LAVERDE MIRANDA**

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

DESCRIPCIÓN: El objetivo del proyecto es diseñar e implementar un plan de mantenimiento preventivo para las áreas de oleo neumática, mecatrónica, hidráulica y neumática del CENTRO INDUSTRIAL DE MANTENIMIENTO DE GIRÓN, desarrollando un sistema de información el cual logre que la gestión del mantenimiento se lleve de manera organizada, para 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 mediante la realización de 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, posteriormente se realizó un inventario y codificación de equipos que intervienen con la formación técnica de los aprendices de las respectivas áreas de estudio, asimismo se realizó 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.

Por último 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 PNEUMATIC OIL, MECHATRONICS, HYDRAULIC AND PNEUMATIC OF THE INDUSTRIAL MAINTENANCE CENTER GIRON.*

AUTHORS: CESAR HOMERO TUAY DIAZ
CRISTIAN FERNEY LAVERDE MIRANDA**

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

DESCRIPTION: The objective of the project is to design and implement a plan of preventative maintenance for the areas of oil pneumatics, mechatronics, hydraulics and Pneumatics of the Center INDUSTRIAL DE maintenance DE GIRÓN, developing an information system which achieve the management of the maintenance to be carried in an organized way, so increase the reliability and availability of the equipment allowing the quality of technical training of apprentices is the best.

The development of the project was initiated by conducting an audit for the effectiveness of the maintenance in the specified areas, obtaining the identification of aspects that present shortcomings and thus armoured improvements to implement, was subsequently performed an inventory and codification of teams involved with the technical training of the apprentices of the respective areas of study also an analysis of criticality to all of machinery belonging to those areas to identify the critical equipment in the process of teaching of the Industrial Centre of maintenance of Girón.

Finally was made a master plan with preventive maintenance activities necessary for this methodology, all prior is the fundamental basis on the implementation of the information system for the management of the maintenance, which consists of all the information of the equipment, which allows to show improvement results graphically by means of performance indicators thus contributing in technical education in the country.

*Degree work

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

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el acelerado crecimiento económico que presenta el país debido a las aperturas económicas como son los tratados de libre comercio que se han logrado realizar en los últimos años, esto hace que se presente una alta competitividad en los avances industriales, lo cual origina que las entidades que prestan servicios se vean obligados a mejorar sus políticas de funcionamiento, administración y de producción, para ofrecer un servicio que este al margen de los grandes estándares de calidad que ofrecen distintas organizaciones mundiales.

El centro de Mantenimiento de Girón es una entidad que está pasando por una situación de reorganización y mejoramiento, debido a esto, está dirigiendo sus objetivos a lograr que sus aprendices logren un desarrollo técnico calidad que este a nivel de mucha entidades nacionales e internacionales, para lograr este objetivo ha decidido enfocarse en el diseño e implementación de un plan de mantenimiento preventivo a través de un sistema de información para las áreas de oleo neumática, mecatrónica, hidráulica y neumática, con el fin de obtener un rendimiento y disponibilidad de los equipos que son utilizados en la formación técnica de los aprendices.

Centro Industrial de Mantenimiento de Girón, 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 mecatrónica, oleo neumática, hidráulica, neumática y entre otros.

La meta de este proyecto es lograr que el centro industrial de mantenimiento de Girón realice un plan de mantenimiento preventivo basado en criticidad como una

metodología, que logre tener menos maquinas averiadas, aumentando la vida útil de estas, tener en inventario los repuestos disponibles y así reducir perdidas económicas relacionadas al mantenimiento de los equipos, que son utilizados por sus aprendices para su formación técnica.

El mantenimiento allí se hace de manera correctiva con los instructores o técnicos encargados de sus respectivas áreas, este proceso de mantenimiento que es llevado a cabo por el instructor no es registrado de ninguna forma, por lo tanto no existe ningún registro de que se pueda utilizar para una próxima ocasión.

De lo anterior podemos concluir en qué estado se encuentra el departamento de mantenimiento del centro industrial, fue claro cómo se debería actuar y cuál era la metodología a seguir, lo primero que se tenía que hacer era observar y encontrar los aspectos de mayor a menor relevancia en esa problemática y después implementar una metodología para contrarrestarlos, por esta razón se realizó una auditoria para determinar la efectividad del manteamiento.

Para llevar a cabo este proyecto era de esencial importancia contar con la información de cada equipo, por tal razón se hizo un registro general de cada uno de estos, en las respectivas áreas de trabajo donde se llevaría a cabo el estudio, a cada equipo se le genero una hoja de vida y sus correspondientes fichas técnicas y procedimientos a realizar en cada mantenimiento.

Unos de los aspectos importantes fue hacer que los instructores formaran partes en el procedimiento de mantenimiento preventivo, porque ellos son lo que se encuentran todos los días en continuo contacto con los equipos, para esto se realizaron ordenes de trabajo cada uno de ellos, se necesitaba una forma de llevar un seguimiento continuo de cada equipo, para esto se realizó una codificación de equipos que le permite al instructor y a los aprendices por medio de un código identificar cada uno de los equipos de cada área de trabajo.

Para terminar se elaboró y ejecuto una metodología de jerarquización de equipos, por medio del análisis de criticidad y factores ponderados, en donde se pudo observar activos críticos de cada una la respectivas áreas. Además se implementó un software 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.

Materializar 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 e implementación de un plan de mantenimiento preventivo para las áreas de oleo neumática, mecatrónica, hidráulica y neumática del Centro Industrial de Mantenimiento de Girón (SENA).

1.2 Objetivos específicos

- Realizar una auditoría sobre la gestión de mantenimiento en las áreas de oleo neumática, mecatrónica, hidráulica y neumática del Centro Industrial de Mantenimiento de Girón (Santander).
- Elaborar el inventario de los activos pertenecientes a las áreas de oleo neumática, mecatrónica, hidráulica y neumática 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 oleo neumática, mecatrónica, hidráulica y neumática, 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.
- Implementar un sistema de información de mantenimiento para el centro industrial de mantenimiento de Girón (Santander).

- Implementar un sistema de información de mantenimiento utilizando el lenguaje de programación JAVA con los siguientes módulos: equipos, orden de trabajo, alarmas, indicadores de gestión, inventario de herramientas y ayuda. Para las áreas de oleo neumática, mecatrónica, hidráulica y neumática del Centro Industrial de Mantenimiento de Girón (Santander).
- Capacitar al personal de mantenimiento del Centro Industrial de Mantenimiento de Girón a 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 metalmeccánico, 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 metalmeccánico, 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.



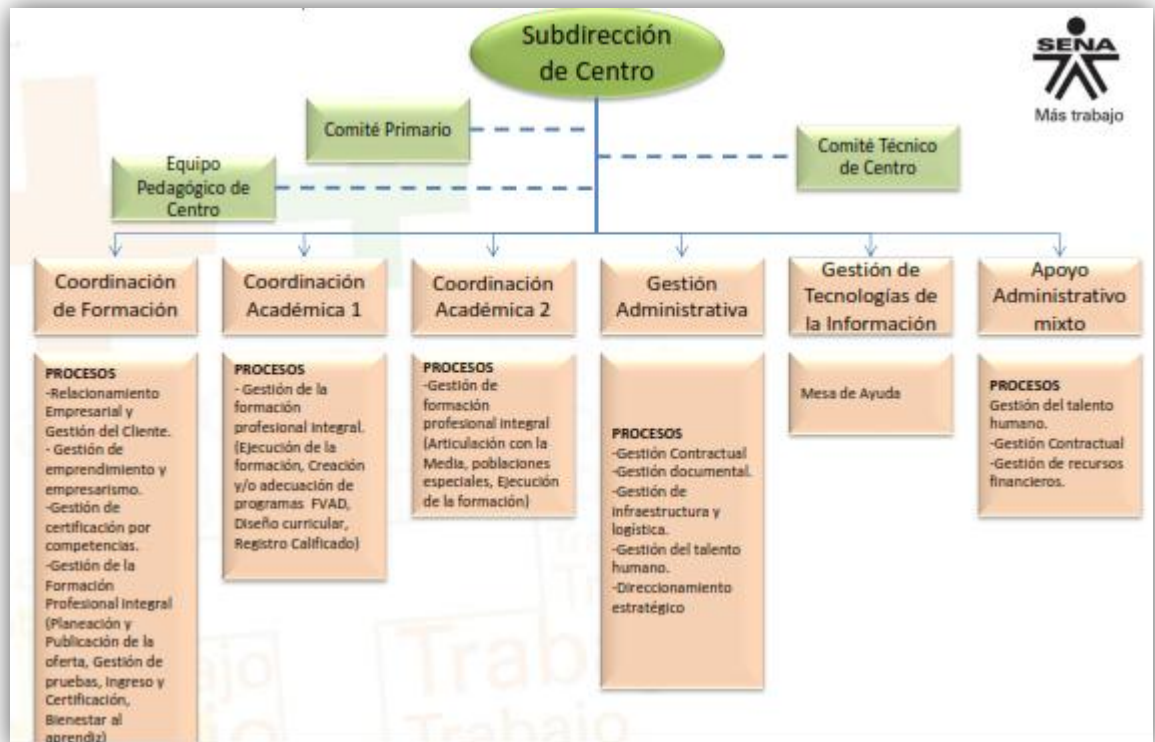
Fuente: Google Maps

Figura 3: Entrada principal.



2.5 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL CENTRO INDUSTRIAL DE MANTENIMIENTO DE GIRÓN

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



2.6 DISTRIBUCIÓN 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:

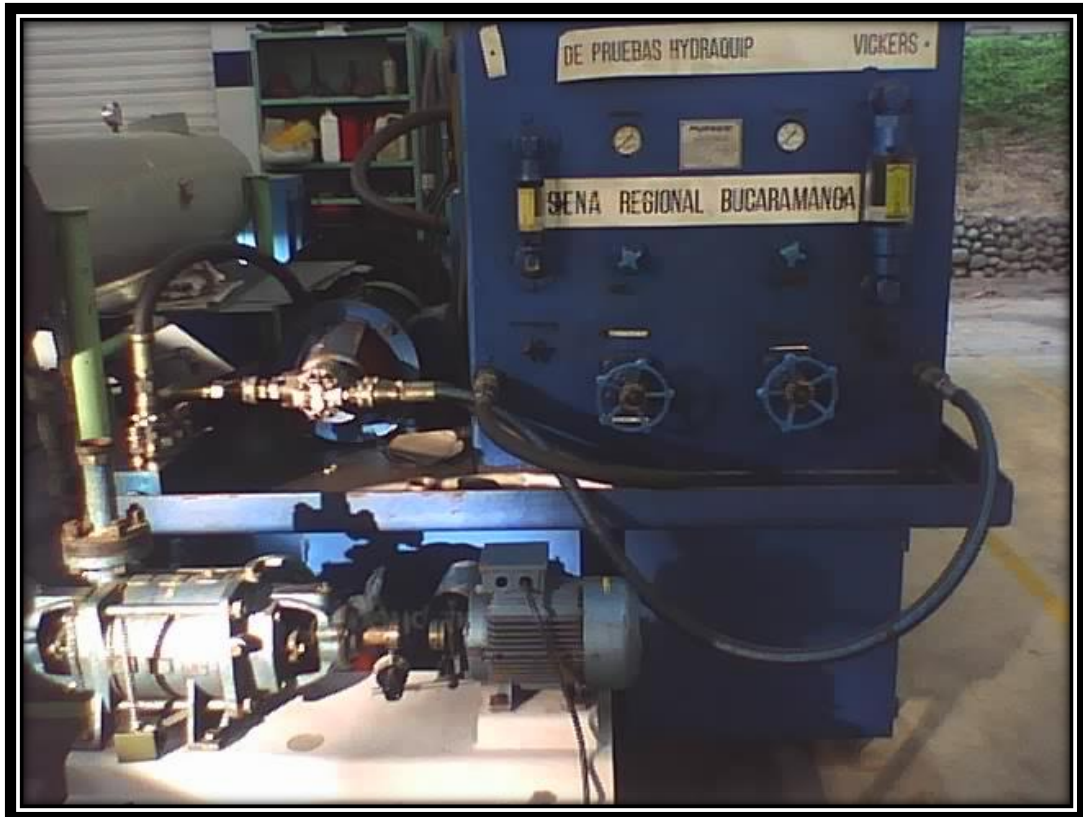
- Oleo neumática
- Hidráulico
- neumática
- Informática, Telecomunicaciones, primera infancia y Especialización en gestión de proyectos.
- Electrónica y automatización.
- Mecatrónica

2.8 ÁREAS DE ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

2.8.1 Área de Oleo Neumática

El área de oleo neumática de acuerdo a la distribución del centro industrial de mantenimiento de Girón se encuentra en el bloque A, a continuación en la figura 6 se muestra dicha área.

Figura 6. Área de oleo neumática.



2.8.2 Área de Mecatrónica

El área de mecatrónica de acuerdo a la distribución del centro industrial de mantenimiento de Girón se encuentra en el bloque A, a continuación en la figura 7 se muestra dicha área.

Figura 7. Área de mecatrónica.



2.8.3 Área de Hidráulica

El área de mecatrónica de acuerdo a la distribución del centro industrial de mantenimiento de Girón se encuentra en el bloque A, a continuación en la figura 8 se muestra dicha área.

Figura 8. Área de hidráulica.



2.8.4 Área de Neumática

El área de neumática de acuerdo a la distribución del centro industrial de mantenimiento de Girón se encuentra en el bloque A, a continuación en la figura 9 se muestra dicha área.

Figura 9. Área de neumática.



3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

En el siguiente capítulo quiero dar a conocer los conceptos y características más importantes del mantenimiento industrial, los cuales son la base de la realización del proyecto en el centro Industrial de Manteniendo de Girón.

3.1 DEFINICION DEL MANTENIMIENTO

Es el trabajo emprendido para cuidar y restaurar hasta un nivel economico, todos y cada uno de los medios de produccion existentes en la planta.

podemos definirlo tambien como el conjunto de actividades que deben realizarse a instalaciones y equipos, con el fin de corregir o prevenir fallas, buscando que estos continuen prestando el servicio para el cual fueron diseñadas.

Como los equipos no pueden mantenerese en buen funcionamientos por si solos, se de contar con un grupo de personas que encarguen de ello, conformando asi el departamento de mantenimiento de nuestras empresas¹.

El mantenimiento se puede dividir en los siguientes grupos:

1. Mantenimiento correctivo
2. Mantenimiento preventivo
3. Mantenimiento predictivo
4. Mantenimiento cero horas (overhaul)
5. Mantenimiento en uso.

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 en gestión de mantenimiento.

¹ Luis Alberto Cuartas Pérez. ¿Qué es mantenimiento? elaborado por I.M
www.unalmed.edu.co 2008

3.2 OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO

Los objetivos fundamentales que se deben tener en cuenta en cualquier actividad de mantenimiento son:

- Mantener disponibilidad de los equipos.
- Garantizar la confiabilidad de los equipos.
- Prolongar la vida útil de las maquinas.
- 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 MANTENIMIENTO.

Desde el principio de los tiempos, el Hombre siempre ha sentido la necesidad de mantener su equipo, aún las más rudimentarias herramientas o aparatos. La mayoría de las fallas que se experimentaban eran el resultado del abuso y esto sigue sucediendo en la actualidad. Al principio solo se hacía mantenimiento cuando ya era imposible seguir usando el equipo. A eso se le llamaba "Mantenimiento de Ruptura o Reactivo".

Fue hasta 1950 que un grupo de ingenieros japoneses iniciaron un nuevo concepto en mantenimiento que simplemente seguía las recomendaciones de los fabricantes de equipo acerca de los cuidados que se debían tener en la operación y mantenimiento de máquinas y sus dispositivos.

Esta nueva tendencia se llamó mantenimiento preventivo. Como resultado, los gerentes de planta se interesaron en hacer que sus supervisores, mecánicos, electricistas y otros técnicos, desarrollaran programas para lubricar y hacer observaciones clave para prevenir daños al equipo.

Aun cuando ayudó a reducir pérdidas de tiempo, el Mantenimiento Preventivo era una alternativa costosa. La razón: Muchas partes se reemplazaban basándose en el tiempo de operación, mientras podían haber durado más tiempo. También se aplicaban demasiadas horas de labor innecesariamente.

Los tiempos y necesidades cambiaron, en 1960 nuevos conceptos se establecieron, "Mantenimiento Productivo" fue la nueva tendencia que determinaba una perspectiva más profesional. Se asignaron más altas responsabilidades a la gente relacionada con el mantenimiento y se hacían consideraciones acerca de la confiabilidad y el diseño del equipo y de la planta. Fue un cambio profundo y se generó el término de "Ingeniería de la Planta" en vez de "Mantenimiento", las tareas a realizar incluían un más alto nivel de conocimiento de la confiabilidad de cada elemento de las máquinas y las instalaciones en general.

Diez años después, tomó lugar la globalización del mercado creando nuevas y más fuertes necesidades de excelencia en todas las actividades. Los estándares de "Clase Mundial" en términos de mantenimiento del equipo se comprendieron y un sistema más dinámico tomó lugar. TPM es un concepto de mejoramiento continuo que ha probado ser efectivo. Primero en Japón y luego de vuelta a América (donde el concepto fue inicialmente concebido, según algunos historiadores). Se trata de participación e involucramiento de todos y cada uno de los miembros de la organización hacia la optimización de cada máquina².

2 <http://es.scribd.com/doc/52711820/HISTORIA-Y-EVOLUCION-DEL-MANTENIMIENTO#scribd>

3.4 TIPOS DE MANTENIMIENTO

3.4.1 MANTENIMIENTO CORRECTIVO (CM)

El mantenimiento correctivo es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de los mismos.

Toda actividad de Mantenimiento Correctivo, exige atención inmediata, por ello esta no puede ser programada y en ocasiones se tramita y controla por medio de reportes y en todas las situaciones el personal debe hacer los trabajos indispensables para seguir prestando el servicio, reduciendo así las paradas de imprevisto.³

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.

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

- 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 (PM)

Es el mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado 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 dado 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.

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 imprevisto.
- Menor necesidad de operación continua 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 (CBM)

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 Mantenimiento Predictivo, los cuales son:⁴

3.4.3.1. Análisis de vibraciones

Para empezar se puede dar una definición y características de la vibración. La vibración es el movimiento de vaivén de una máquina o elemento de ella en cualquier dirección del espacio desde su posición de equilibrio. Generalmente, la causa de la vibración reside en problemas mecánicos como son: desequilibrio de elementos rotativos; desalineación en acoplamientos; engranajes desgastados o dañados; rodamientos deteriorados; fuerzas aerodinámicas o hidráulicas, y problemas eléctricos.

Estas causas como se puede suponer son fuerzas que cambian de dirección o de intensidad, estas fuerzas son debidas al movimiento rotativo de las piezas de la máquina, aunque cada uno de los problemas se detecta estudiando las características de vibración. Las características más importantes son: frecuencia, desplazamiento, velocidad, aceleración, spike energy (energía de impulsos).⁵

3.4.3.2. Análisis de lubricantes

El análisis de aceite es una técnica simple, que realizando medidas de algunas propiedades físicas y químicas proporciona información con respecto a:

- La salud del lubricante
- Contaminación del lubricante
- Desgaste de la maquinaria

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>.

⁵ <http://www.guemisa.com/articul/pdf/vibraciones.pdf>

El análisis de aceite no sólo va a permitir monitorear el estado de desgaste de los equipos, detectar fallas incipientes, sino también establecer un programa de Lubricación basado en Condición⁶.

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

La termografía es una técnica de medida, que extiende la visión humana al espectro infrarrojo y permite la obtención a distancia de "imágenes térmicas" o termo-gramas de la superficie de los objetos examinados. La termovisión se aplica por tanto para la determinación de fugas caloríficas y defectos térmicos de todo tipo de instalaciones con refractario, calorifugados o eléctricas. Por lo que constituye un sistema de control muy eficaz en este tipo de instalaciones. La detección y la localización de las degradaciones existentes en los componentes eléctricos, permite la realización de un mantenimiento preventivo y selectivo.⁷

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.

⁶ <http://www.monografias.com/trabajos88/analisis-lubricantes-herramienta-diagnostico-tecnico/analisis-lubricantes-herramienta-diagnostico-tecnico.shtml>

⁷ <http://www.atisae.com/servicios/termografia-infrarroja>

- 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)

Es el conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos a intervalos bien programados antes de que aparezca algún fallo, 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 o se reparan todos los elementos sometidos a desgaste. Se pretende asegurar, con gran probabilidad un tiempo de buen funcionamiento fijado de antemano⁸.

⁸ <http://constructoraindustrialyminas.com/blog/tag/mantenimiento-cero-horas/>

3.4.5 Mantenimiento en uso

Es el mantenimiento básico de un equipo realizado por los usuarios del mismo. Consiste en una serie de tareas elementales (tomas de datos, inspecciones visuales, limpieza, lubricación, reapriete de tornillos) para las que no es necesario una gran formación, sino tan sólo un entrenamiento breve. Este tipo de mantenimiento es la base del TPM (Mantenimiento Productivo Total).

Visto lo anterior, cabe señalar que esta división tradicional es *poco efectiva*, es difícil encontrarle una aplicación práctica, la razón por la que se retoma esta división de tipos de mantenimiento, es para que con base en ella, se desarrollen modelos nuevos de mantenimiento, puesto que cada equipo, maquina o edificación, requiere una mezcla diferente de cada uno de estos tipos, no se puede pensar en aplicar uno sólo de ellos a un equipo en particular.

La mezcla idónea se dará en función de razones muy específicas como costos de mantenimiento, reparación, que tanta pérdida produce la parada de un equipo, el impacto ambiental que tendrá, cuál será la calidad final del producto o servicio, entre muchas otras⁹.

3.5 INDICADORES DE MANTENIMIENTO

Son parámetros numéricos en los que nos basaremos para tomar decisiones sobre la evolución del mantenimiento.

Una de las cosas que debemos definir es, pues, cuáles serán esos indicadores. Hay que tener cuidado en la elección, pues corremos el riesgo de utilizar como tales una serie de números que no nos aporten ninguna información útil. Corremos el riesgo de tomar datos, procesarlos y obtener a cambio otros datos. En caso de que el Sistema de Información sea el soporte papel, para el cálculo de estos indicadores es conveniente desarrollar pequeñas aplicaciones (una hoja de cálculo puede ser suficiente) para obtener estos índices. En este caso hay que

⁹ <http://constructoraindustrialyminas.com/blog/tag/mantenimiento-cero-horas/>

seleccionar mucho más cuidadosamente los indicadores, pues es más costoso calcularlos. Además la frecuencia con que los obtengamos deberá ser menor.

Es importante tener en cuenta que no sólo es valioso conocer el valor de un indicador o índice, sino también su evolución. Por ello, en el documento en el que expongamos los valores obtenidos en cada uno de los índices que se elijan deberíamos reflejar su evolución, mostrando junto al valor actual los valores de periodos anteriores (meses o años anteriores) para conocer si la situación mejora o empeora. También es importante fijar un objetivo para cada uno de estos índices, de manera que la persona que lea el documento donde se exponen los valores alcanzados en el periodo que se analiza comprenda fácilmente si el resultado obtenido es bueno o malo ¹⁰.

Los indicadores en cuales nos podemos guiar para hacer una buena toma de datos que nos ayuden lograr un plan de manteamiento son los siguientes:

3.5.1 Disponibilidad

Es uno de los indicadores más importantes en el mantenimiento, con el mayor número posibilidades de manipulación, además es muy sencillo de ser calculado si sabe hacerlo, la disponibilidad es medida por cantidad de tiempo que una maquina este trabajando o se encuentre detenida por avería con la siguiente formula:

$$\frac{\text{horas totales} - \text{horas de parada por averia}}{\text{horas totales}} = \text{disponibilidad por averia}$$

Ecuación 1. Disponibilidad total teórica

¹⁰ <http://www.renovetec.com/590-mantenimiento-industrial/110-mantenimiento-industrial/300-indicadores-en-mantenimiento>

Estos tiempos no incluyen paradas planificadas, tanto por mantenimientos preventivos o paradas de producción, ya que estas no son consideradas como averías de las máquinas.

Se puede definir la disponibilidad también en una forma práctica con tiempos medios entre fallos y de reparación, de ahí obtenemos:

$$\frac{\textit{tiempo promedio entre fallos}}{\textit{tiempo promedio entre fallos} - \textit{tiempo promedio de reparacion}} = \textit{diponibilidad}$$

Ecuación 2. Disponibilidad

3.5.2 Mantenibilidad

Es la probabilidad de que un equipo que se encuentra averiado y pueda ser restaurado a un estado específico en un lapso de tiempo dado, y usando una cantidad de recursos determinados.

Por lo consiguiente, la medida de este tiempo de restauración caracteriza la mantenibilidad del equipo.

$$\frac{\textit{tiempo total de fallas}}{\sum \textit{numero de fallas detectadas}} = \textit{tiempo promedio de reparacion}$$

Ecuacion 3. tiempo promedio para reparar

Tiempo promedio de reparación o restauración: es el nexo entre el tiempo total de operación correctiva y el número total de fallas detectadas en un lapso de tiempo determinado. El nexo que existe entre tiempo promedio entre fallas debe ser asociado con el cálculo del tiempo promedio de para la asistencia técnica “reparación o restauración”.

3.5.3 Fiabilidad

Es la expectativa para un equipo que realiza satisfactoriamente una cierta función media de un lapso de tiempo bajo condiciones de operación dadas.

La observación de las fallas constituye una medida del desempeño de los sistemas, para esto se emplea lo que se denomina la tasa de falla, por lo consiguiente, la medida de tiempo entre las fallas determina la fiabilidad de máquina.

Tiempo promedio entre fallas: mide el tiempo promedio de operación a capacidad máxima sin interrupciones dentro de un lapso de tiempo donde se estudia.

$$\frac{\text{horas de operacion}}{\sum \text{numero de fallas detectadas}} = \text{tiempo promedio de fallas}$$

Ecuación 4. Tiempo promedio de fallas

4. MANTENIMIENTO ACTUAL EN LAS ÁREAS OLEO NEUMÁTICA, MECATRÓNICA, NEUMÁTICA U HIDRÁULICA DEL CENTRO INDUSTRIAL DE MANTENIMIENTO DE GIRÓN.

4.1 DIAGNÓSTICO DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO

4.1.1 Organización del mantenimiento

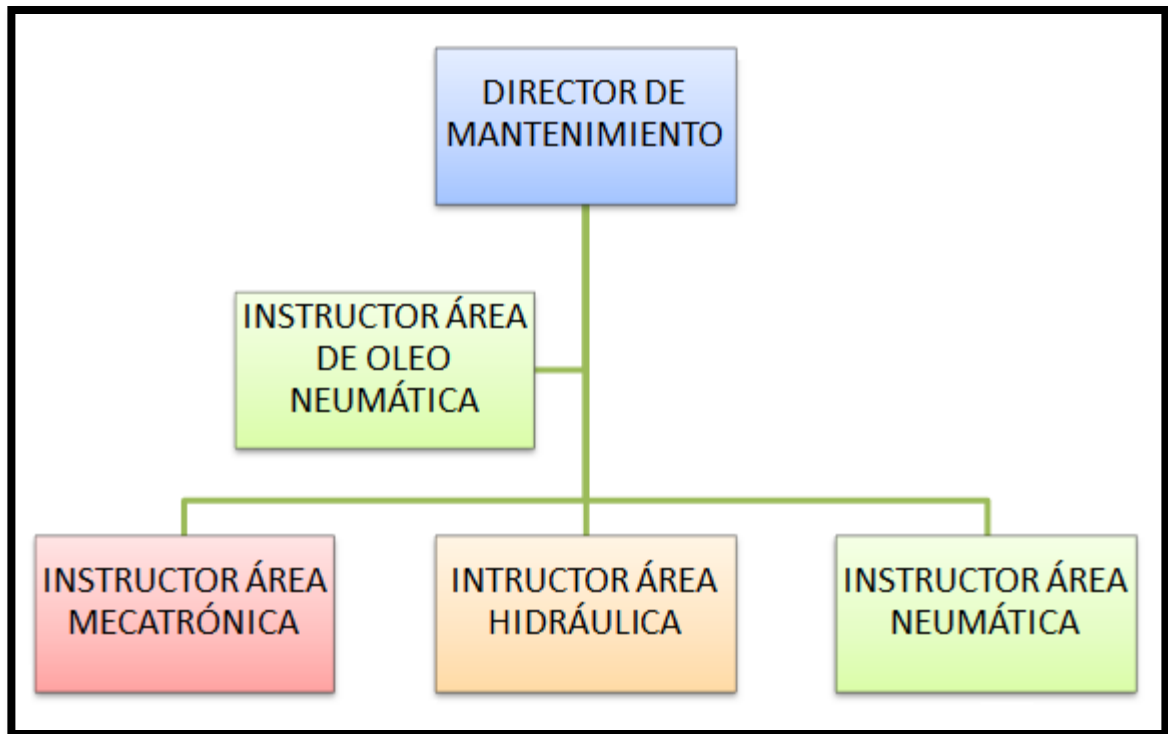
La fase de organización se define como la estructura de las relaciones que se deben dar entre los niveles de autoridad, funciones y obligaciones en una empresa, todo esto con el fin de hacer eficiente su operación. El centro industrial de mantenimiento de Girón, está comprometido con el aprendizaje de sus estudiantes y aportarles a la comunidad excelentes egresados, por ello busca constantemente la optimización de sus equipos por medio de su departamento de mantenimiento. Aunque en la actualidad no se tiene como gran prioridad el departamento de mantenimiento, por ello sea empezado a tomar conciencia de la vitalidad que implica un acorde funcionamiento de los equipos que manejan en la formación de sus aspirantes.

4.1.2 Organigrama y descripción de funciones

La organización 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. En la figura 10 se puede ver la representación estructural de la organizacional del departamento de mantenimiento.

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

Figura 10. Organigrama del departamento de mantenimiento.



Fuente: Autores

4.2 ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO

La fase de administración del mantenimiento conlleva la aplicación 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 detener 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, 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 de 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 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 PERSONAL DE MANTENIMIENTO

El área de mantenimiento del SENA 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.

4.9 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.¹¹

- **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.

¹¹ Torres, Bernardo. Análisis y desarrollo de la aplicación informática para el Mantenimiento Preventivo, Valencia. 2000. P. 20-30.

- **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 continua 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 se asegura la 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 emplearan 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 oleo neumática, mecatrónica, hidráulica y neumática 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	CLASIFICACIÓN
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
MEDIANA	5
BAJA	1
INVERSIÓN	
GRANDE	10
MEDIANA	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 oleo neumática, mecatrónica, hidráulica y neumática 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 LOTES	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 oleo neumática, mecatrónica, hidráulica y neumática del Centro Industrial de Mantenimiento de Girón es necesario la implementación de un plan de Mantenimiento Preventivo.

4.10 PROCESO DE AUDITORÍA DE LAS ÁREAS DE OLEO NEUMÁTICA, MECATRÓNICA, HIDRÁULICA Y NEUMÁTICA DEL CENTRO INDUSTRIAL DE MANTENIMIENTO DE GIRÓN.

4.10.1 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 auditoría 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.¹²

¹² 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

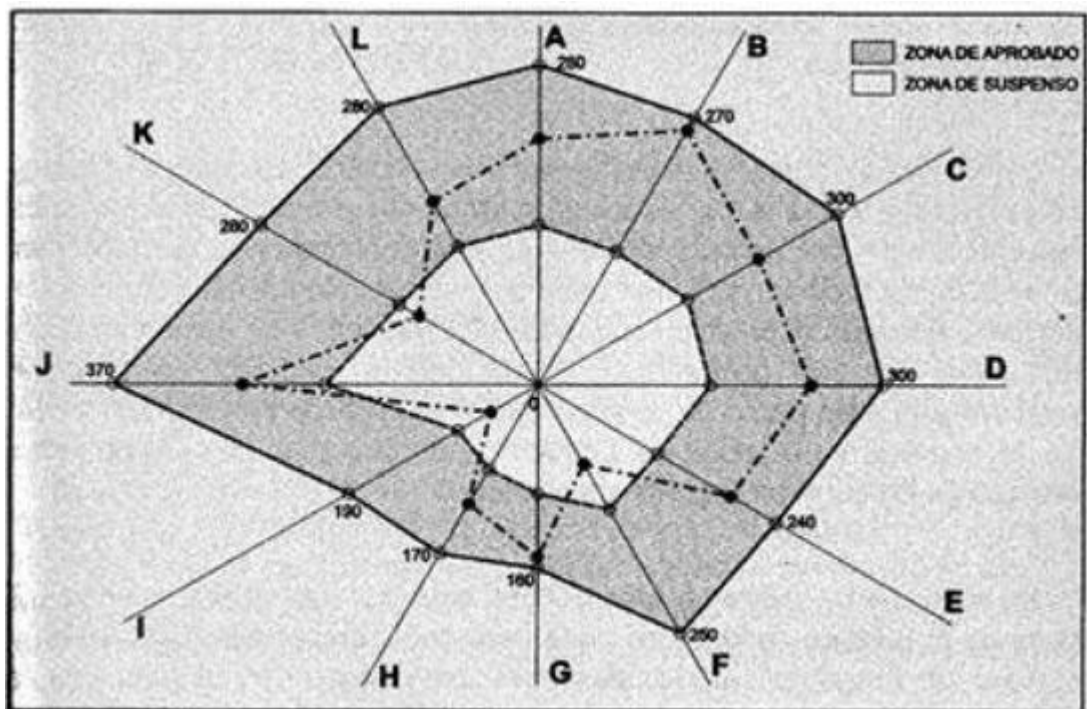
Fuente: Francisco González. Auditoría de mantenimiento e indicadores de gestión.

España. Pág. 115.

4.10.2 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.

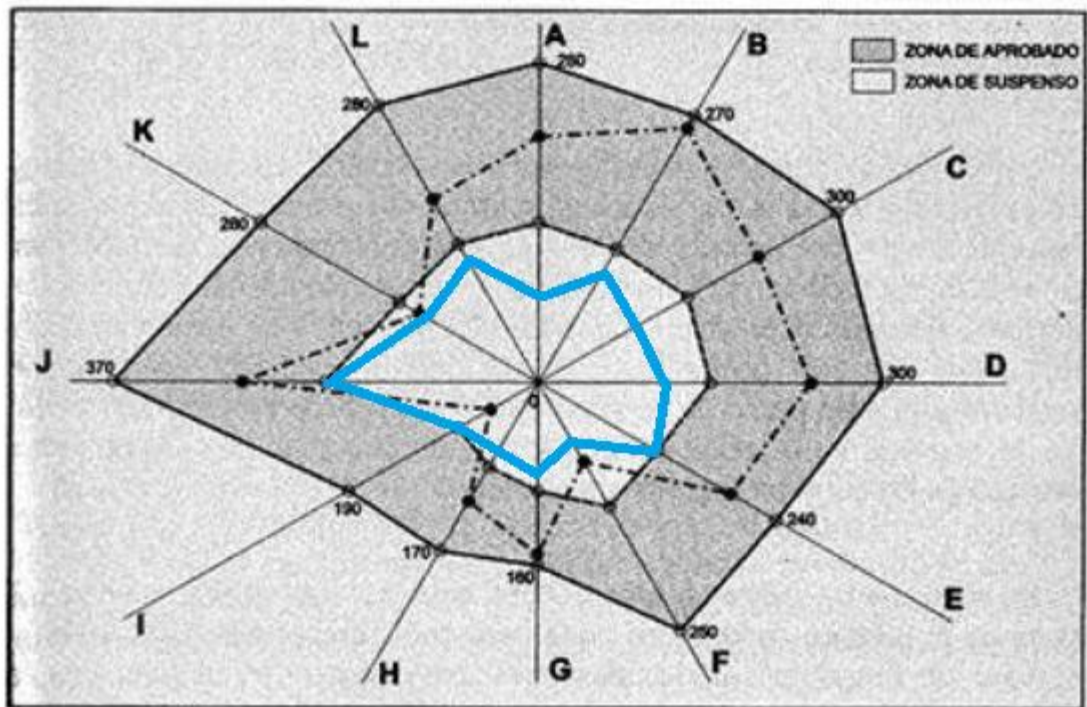
Figura 11. Representación gráfica de los resultados.



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

En la figura 12 se muestran los resultados obtenidos de la auditoría realizada a las áreas de oleo neumática, mecatrónica, hidráulica y neumática del Centro Industrial de Mantenimiento de Girón.

Figura 12. Gráfica de resultados para las áreas de oleo neumática, mecatrónica, hidráulica y neumática del Centro Industrial de Mantenimiento de Girón.



Fuente: Autores

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.

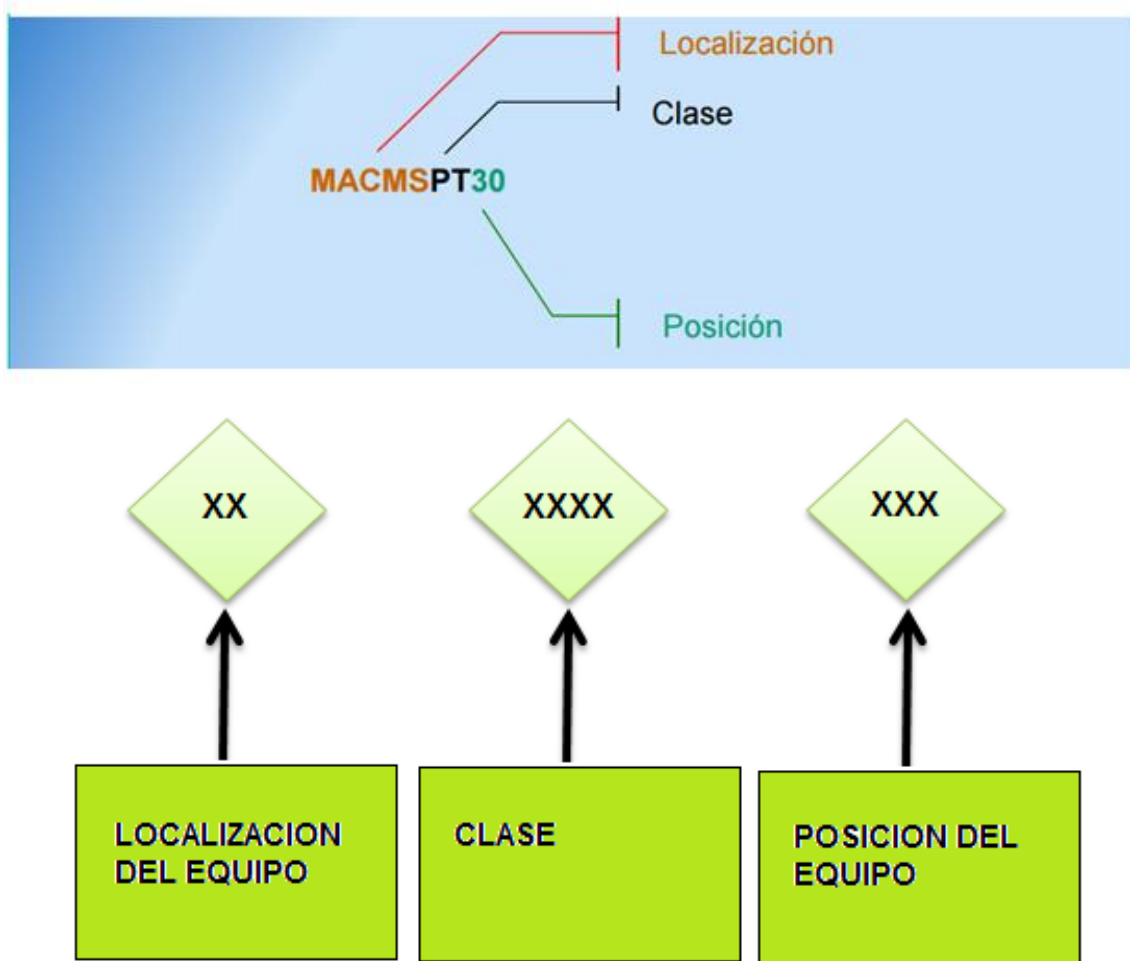
5.1 CODIFICACIÓN DE EQUIPOS

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 13.

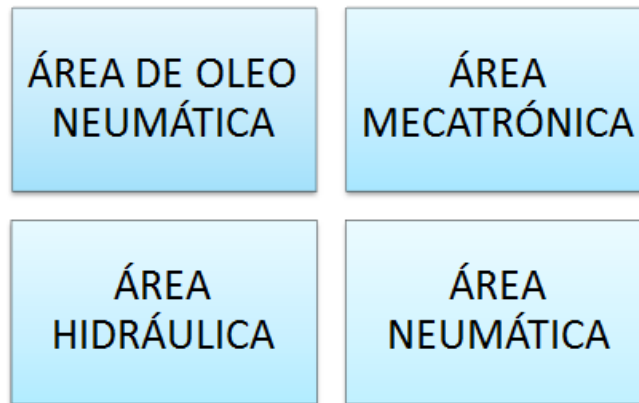
Figura 13. Diseño de Codificación de equipos.



Fuente: ISO 14224

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 14. Áreas de codificación



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

- ❖ Área de oleo neumática

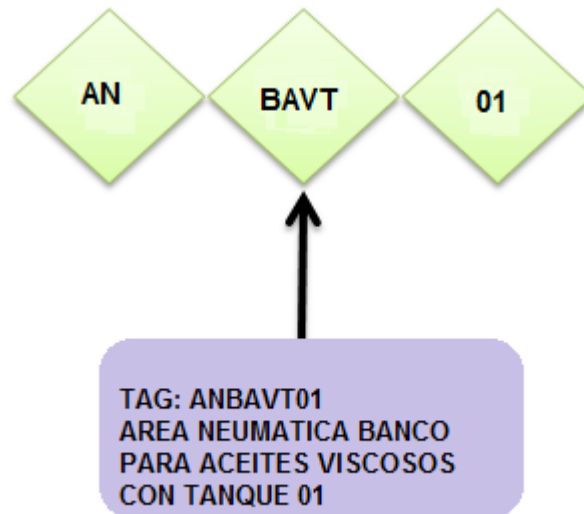
- ❖ Área de mecatrónica

- ❖ Área de hidráulica

- ❖ Área de neumática

Ejemplo:

Figura 15. Ejemplo de codificación.



Fuente: ISO 14224

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 18.

Tabla 15. Codificación de equipos área de oleo neumática

	CODIGO DE LOCALIZACION (TAG)			
LOCALIZACIÓN	CÓDIGO	EQUIPO	MARCA	#
ÁREA DE OLEO NEUMÁTICA	AOBBAV01	Banco de bomba para aceites viscosos con tanque	VICKING	01
ÁREA DE OLEO NEUMÁTICA	AOBBAV02	Banco de bomba para aceites viscosos con tanque	VICKING	02
ÁREA DE OLEO NEUMÁTICA	AOBBDP03	Banco de bombas de desplazamiento positivo	HYDRAQUIP	03
ÁREA DE OLEO NEUMÁTICA	AOBBDP04	Banco de bombas de desplazamiento positivo	HYDRAQUIP	04
ÁREA DE OLEO NEUMÁTICA	AOHIIN05	Hidráulica industrial	Mannesmann Rexroth	05
ÁREA DE OLEO NEUMÁTICA	AOHIIN06	Hidráulica industrial	Mannesmann Rexroth	06
ÁREA DE OLEO NEUMÁTICA	AOHIMO07	Hidráulica móvil	Mannesmann Rexroth	07
ÁREA DE OLEO NEUMÁTICA	AOHIMO08	Hidráulica móvil	Mannesmann Rexroth	08
ÁREA DE OLEO NEUMÁTICA	AOHIMO09	Hidráulica móvil	Mannesmann Rexroth	09

Tabla 16. Codificación de equipos área de mecatrónica

	CODIGO DE LOCALIZACION (TAG)			
LOCALIZACIÓN	CÓDIGO	EQUIPO	MARCA	#
ÁREA DE MECATRÓNICO	AMSEME11	Sistema estándar mecatrónica	BOSCH	11
ÁREA DE MECATRÓNICO	AMSEME12	Sistema estándar mecatrónica	BOSCH	12
ÁREA DE MECATRÓNICO	AMSEME13	Sistema estándar mecatrónica	BOSCH	13
ÁREA DE MECATRÓNICO	AMSEME14	Sistema estándar mecatrónica	BOSCH	14
ÁREA DE MECATRÓNICO	AMSEME15	Sistema estándar mecatrónica	BOSCH	15

Tabla 17. Codificación de equipos área de hidráulica

	CODIGO DE LOCALIZACION (TAG)			
LOCALIZACIÓN	CÓDIGO	EQUIPO	MARCA	#
ÁREA DE HIDRÁULICA	AHBDHI21	Banco didáctico de hidráulica	FESTO	21
ÁREA DE HIDRÁULICA	AHBDHI22	Banco didáctico de hidráulica	FESTO	22
ÁREA DE HIDRÁULICA	AHBDHI23	Banco didáctico de hidráulica	FESTO	23
ÁREA DE HIDRÁULICA	AHBDHI24	Banco didáctico de hidráulica	FESTO	24
ÁREA DE HIDRÁULICA	AHBDHI25	Banco didáctico de hidráulica	FESTO	25
ÁREA DE HIDRÁULICA	AHBDHI26	Banco didáctico de hidráulica	FESTO	26

Tabla 18. Codificación de equipos área de neumática

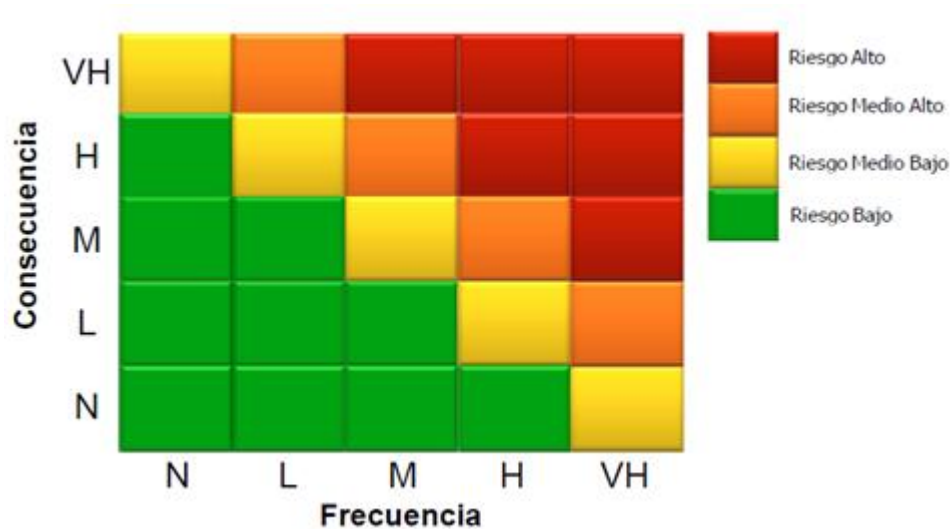
	CODIGO DE LOCALIZACION (TAG)			
LOCALIZACIÓN	CÓDIGO	EQUIPO	MARCA	#
ÁREA DE NEUMÁTICA	ANBENT31	Banco electro-neumático de trabajo	FESTO	31
ÁREA DE NEUMÁTICA	ANBENT32	Banco electro-neumático de trabajo	FESTO	32
ÁREA DE NEUMÁTICA	ANBENT33	Banco electro-neumático de trabajo	FESTO	33
ÁREA DE NEUMÁTICA	ANBENT34	Banco electro-neumático de trabajo	FESTO	34
ÁREA DE NEUMÁTICA	ANBENT35	Banco electro-neumático de trabajo	FESTO	35
ÁREA DE NEUMÁTICA	ANBENT36	Banco electro-neumático de trabajo	FESTO	36
ÁREA DE NEUMÁTICA	ANBENT37	Banco electro-neumático de trabajo	FESTO	37

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 16.

Figura 16. 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 OLEO NEUMÁTICA, MECATRÓNICA, HIDRÁULICA Y NEUMÁTICA.

Para llevar a cabo el estudio de criticidad de los equipos de las áreas de oleo neumática, mecatrónica, hidráulica y neumática 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 17.13

Figura 17. 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.

13 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.

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

Dónde:

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

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

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 oleo neumática, mecatrónica, hidráulica y neumática del Centro Industrial de Mantenimiento de Girón.

Figura 18. 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 19. 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.

Fuente: Autores

A continuación se presentan los resultados obtenidos al realizar el respectivo análisis de criticidad en los equipos de las áreas de oleo neumática, mecatrónica, hidráulica y neumática 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 oleo neumática

A continuación en la tabla 20 se evidencian los resultados obtenidos del análisis de criticidad para esta área, arrojando el análisis como criticas las bombas de desplazamiento positivo.

Tabla 20. Resultado análisis de criticidad área de oleo neumática.

ÁREA DE OLEO NEUMÁTICA							
CÓDIGO	EQUIPO	I.O	F.O	C.M	S.A.H	F.F	CR
AOBBAV01	Banco de bomba para aceites viscosos con tanque	7	2	1	3	3	54
AOBBAV02	Banco de bomba para aceites viscosos con tanque	7	2	1	3	3	54
AOBBDP03	Banco de Bombas de desplazamiento positivo	7	2	1	3	3	54
AOBBDP04	Banco de Bombas de desplazamiento positivo	7	2	1	3	3	54
AOHIIN05	Hidráulica industrial	4	1	1	3	1	8
AOHIIN06	Hidráulica industrial	4	1	1	3	1	8
AOHIMO07	Hidráulica móvil	4	1	1	3	1	8
AOHIMO08	Hidráulica móvil	4	1	1	3	1	8
AOHIMO09	Hidráulica móvil	4	1	1	3	1	8

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 mecatrónica

En la tabla 21 se enseñan los resultados obtenidos del análisis de criticidad realizado en esta área.

Tabla 21. Resultado análisis de criticidad área de mecatrónica.

ÁREA DE MECATRÓNICA							
CÓDIGO	EQUIPO	I.O	F.O	C.M	S.A.H	F.F	CR
AMSEME11	Sistema estándar mecatrónica	7	2	1	3	1	18
AMSEME12	Sistema estándar mecatrónica	7	2	1	3	1	18
AMSEME13	Sistema estándar mecatrónica	7	2	1	3	1	18
AMSEME14	Sistema estándar mecatrónica	7	2	1	3	1	18
AMSEME15	Sistema estándar mecatrónica	7	2	1	3	1	18

Dónde:

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

6.1.1.3 Resultados área de hidráulica

En la tabla 22 se exhiben los resultados obtenidos del análisis de criticidad para el área de hidráulica, arrojando el análisis como críticos todos los bancos didácticos de hidráulica.

Tabla 22. Resultado análisis de criticidad área de hidráulica.

ÁREA DE HIDRÁULICA							
CÓDIGO	EQUIPO	I.O	F.O	C.M	S.A.H	F.F	CR
AHBDHI31	Banco didáctico de hidráulica	7	2	1	3	3	54
AHBDHI32	Banco didáctico de hidráulica	7	2	1	3	3	54
AHBDHI33	Banco didáctico de hidráulica	7	2	1	3	3	54
AHBDHI34	Banco didáctico de hidráulica	7	2	1	3	3	54
AHBDHI35	Banco didáctico de hidráulica	7	2	1	3	3	54
AHBDHI36	Banco didáctico de hidráulica	7	2	1	3	3	54

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 neumática

En la tabla 23 se evidencian los resultados obtenidos del análisis de criticidad en el área de neumática, arrojando el análisis como medianamente críticos los bancos electro-neumáticos.

Tabla 23. Resultado análisis de criticidad área de neumática.

ÁREA DE NEUMÁTICA							
CÓDIGO	EQUIPO	I.O	F.O	C.M	S.A.H	F.F	CR
ANBENT31	Banco electro-neumático de trabajo	7	2	1	3	2	36
ANBENT32	Banco electro-neumático de trabajo	7	2	1	3	2	36
ANBENT33	Banco electro-neumático de trabajo	7	2	1	3	2	36
ANBENT34	Banco electro-neumático de trabajo	7	2	1	3	2	36
ANBENT35	Banco electro-neumático de trabajo	7	2	1	3	2	36
ANBENT36	Banco electro-neumático de trabajo	7	2	1	3	2	36
ANBENT37	Banco electro-neumático de trabajo	7	2	1	3	2	36

Dónde:

- FF: Frecuencia de Falla
 - IO: Impacto Operacional
 - FO: Flexibilidad Operacional
 - CM: Costo de Mantenimiento
 - SHA: Impacto en Seguridad Ambiente
-
- Tabla de resultados de análisis de criticidad de todas las áreas. Ver anexo H.

7. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS ÁREAS DE OLEO NEUMÁTICA, MECATRÓNICA, HIDRÁULICA Y NEUMÁTICA 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.

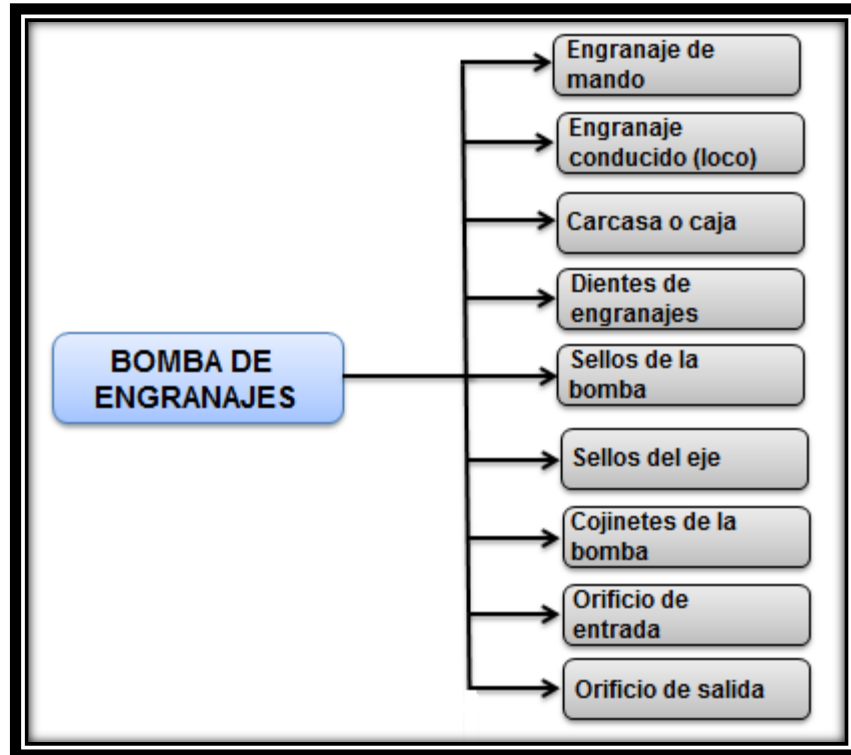
7.1 ÁREA DE OLEO NEUMÁTICA

Según los resultados del análisis de criticidad para esta área, los equipos que presentan mayor grado de criticidad son las bombas para aceites viscosos y bombas de desplazamiento positivo, a continuación las respectivas rutinas de mantenimiento con su periodicidad.

7.1.1 Bombas para aceites viscosos

Las bombas que maneja el centro industrial de mantenimiento de Girón (SENA), son bombas de engranajes de desplazamiento positivo, a continuación se muestran las principales partes de una bomba de engranajes.

Figura 19. Principales partes bomba de engranajes.



Fuente: Autores

MANTENIMIENTO DIARIO

○ Inspección

- ✓ Verificar estado de la conexión eléctrica de la máquina.
- ✓ Verificar que no existan fugas de aceite.

○ Limpieza

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

○ Lubricación

- ✓ Verificar el nivel de aceite en los depósitos. Reponer si es necesario.

MANTENIMIENTO SEMANAL

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

MANTENIMIENTO TRIMESTRAL Y SEMESTRAL

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

MANTENIMIENTO ANUAL

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

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

7.2 ÁREA DE HIDRÁULICA

Según los resultados del análisis de criticidad para esta área, los equipos que presentan mayor grado de criticidad son los bancos didácticos de hidráulica, a continuación las respectivas rutinas de mantenimiento con su periodicidad.

7.2.1 Bancos didácticos de hidráulica

En la figura 20 se muestra el banco didáctico de hidráulica del centro industrial de mantenimiento de Girón.

Figura 20. Banco didáctico de hidráulica.



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 sean los correctos.

○ 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 motor principal.
 - ✓ Verificar estado transformador del equipo.
- **Cronograma de mantenimiento preventivo** (Ver anexo C)

7.3 ÁREA DE NEUMÁTICA

Según los resultados del análisis de criticidad para esta área, los equipos que son medianamente críticos son los bancos electro-neumáticos, a continuación las respectivas rutinas de mantenimiento con su periodicidad.

7.3.1 Bancos electro-neumáticos

En la figura 21 se muestra el banco electro-neumático del centro industrial de mantenimiento de Girón.

Figura 21. Banco electro-neumático.



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 sea los correctos.

○ 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.
- **Cronograma de mantenimiento preventivo** (Ver anexo D)

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.

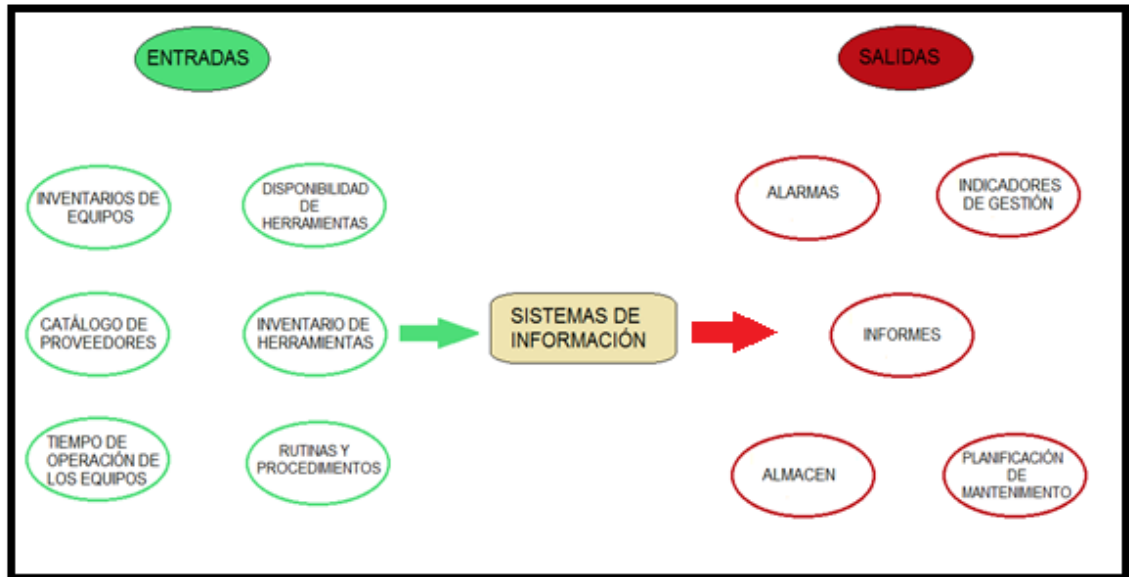
- ✓ Disponibilidad de herramientas: inspección de las herramientas con las que se cuenta a la hora de ejecutar labores de mantenimiento.

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 22 se muestra un esquema que hace referencia a las variables de entrada y salida respectivamente.

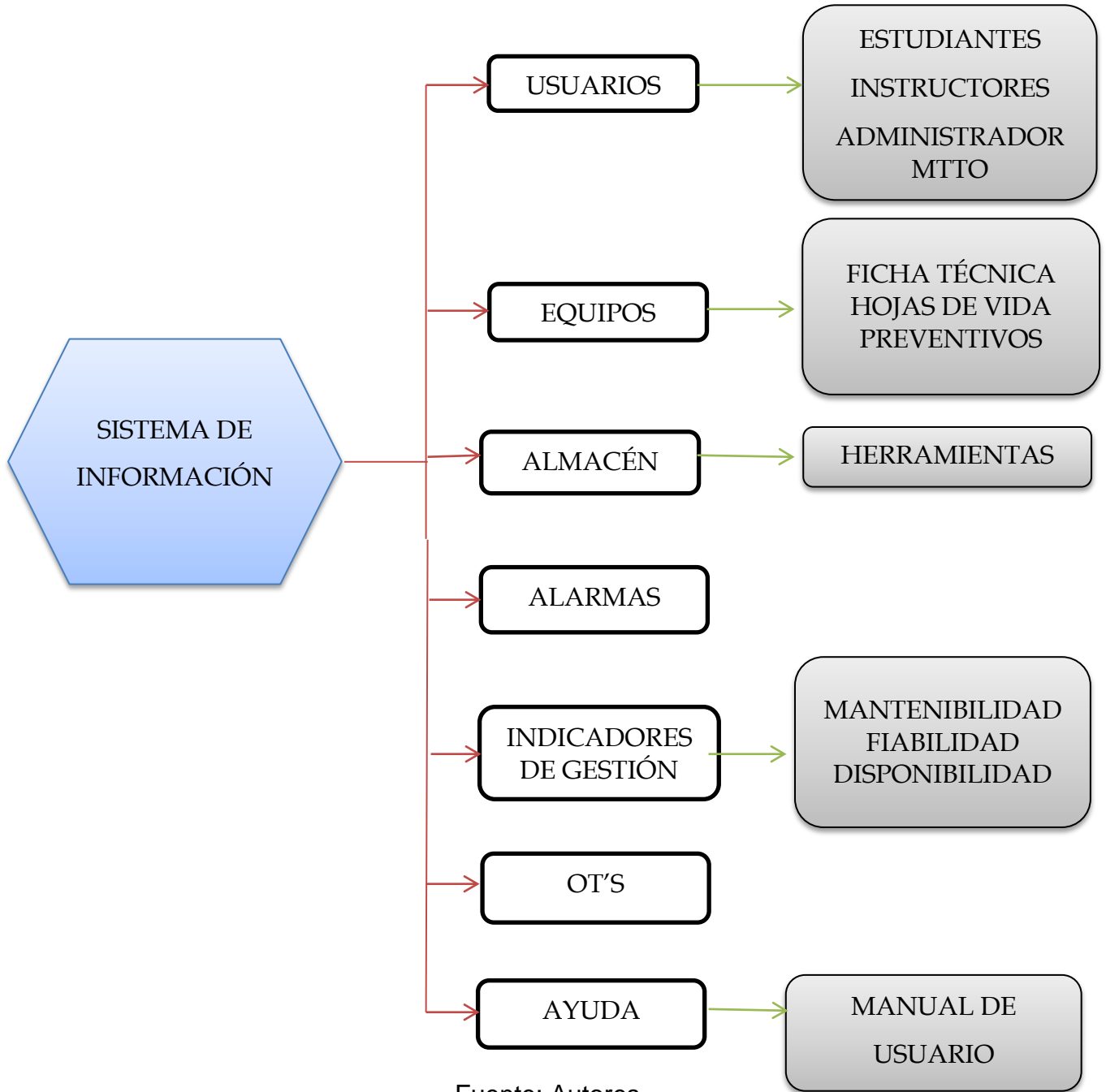
Figura 22. Variables de entrada y salida.



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 23 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 23. Estructura general del sistema de información.



Fuente: Autores.

Figura 24. Diagrama de flujo del módulo de usuarios

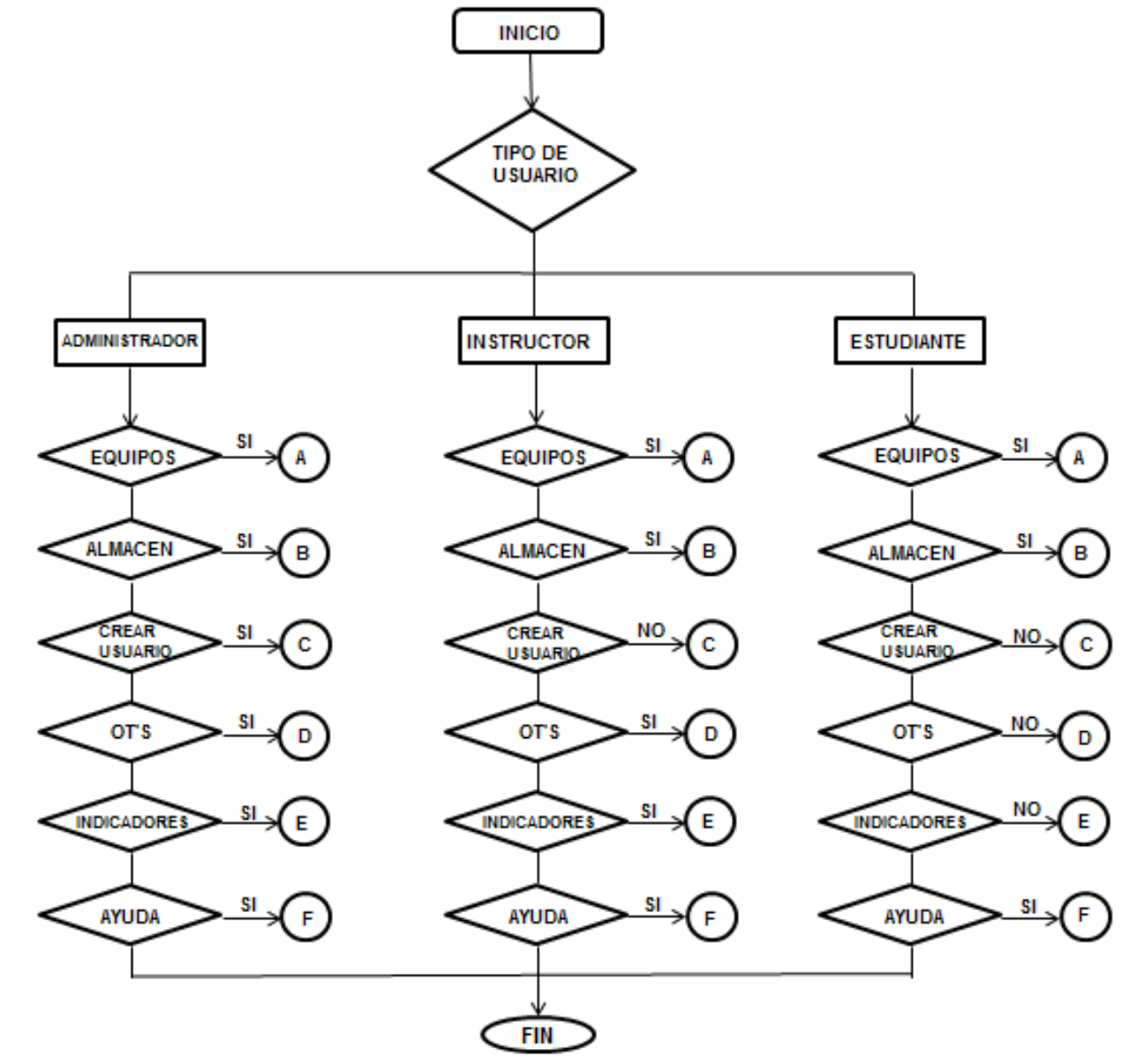


Figura 25. Diagrama de flujo del módulo de equipos

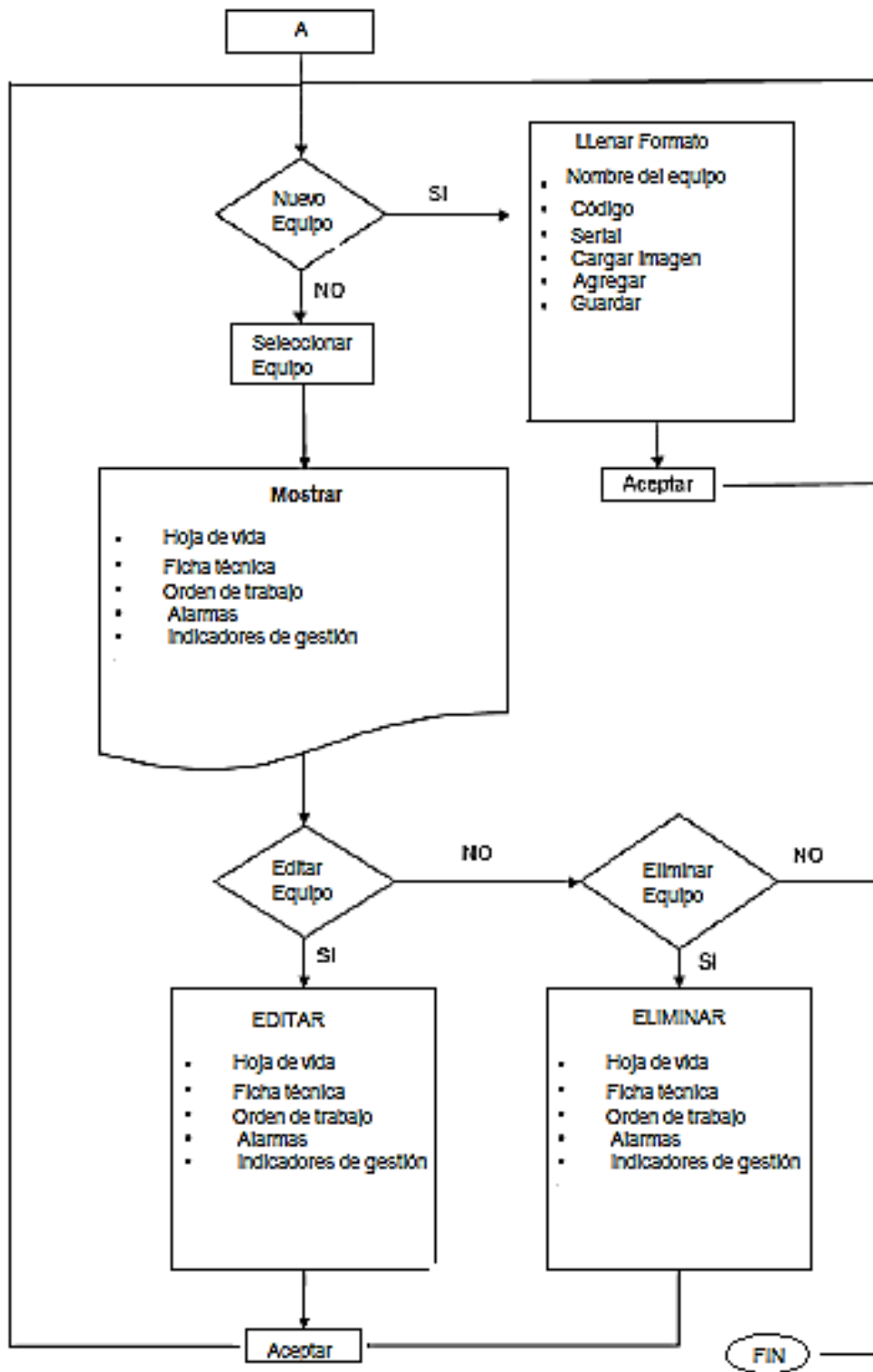


Figura 26. Diagrama de flujo del módulo de almacén

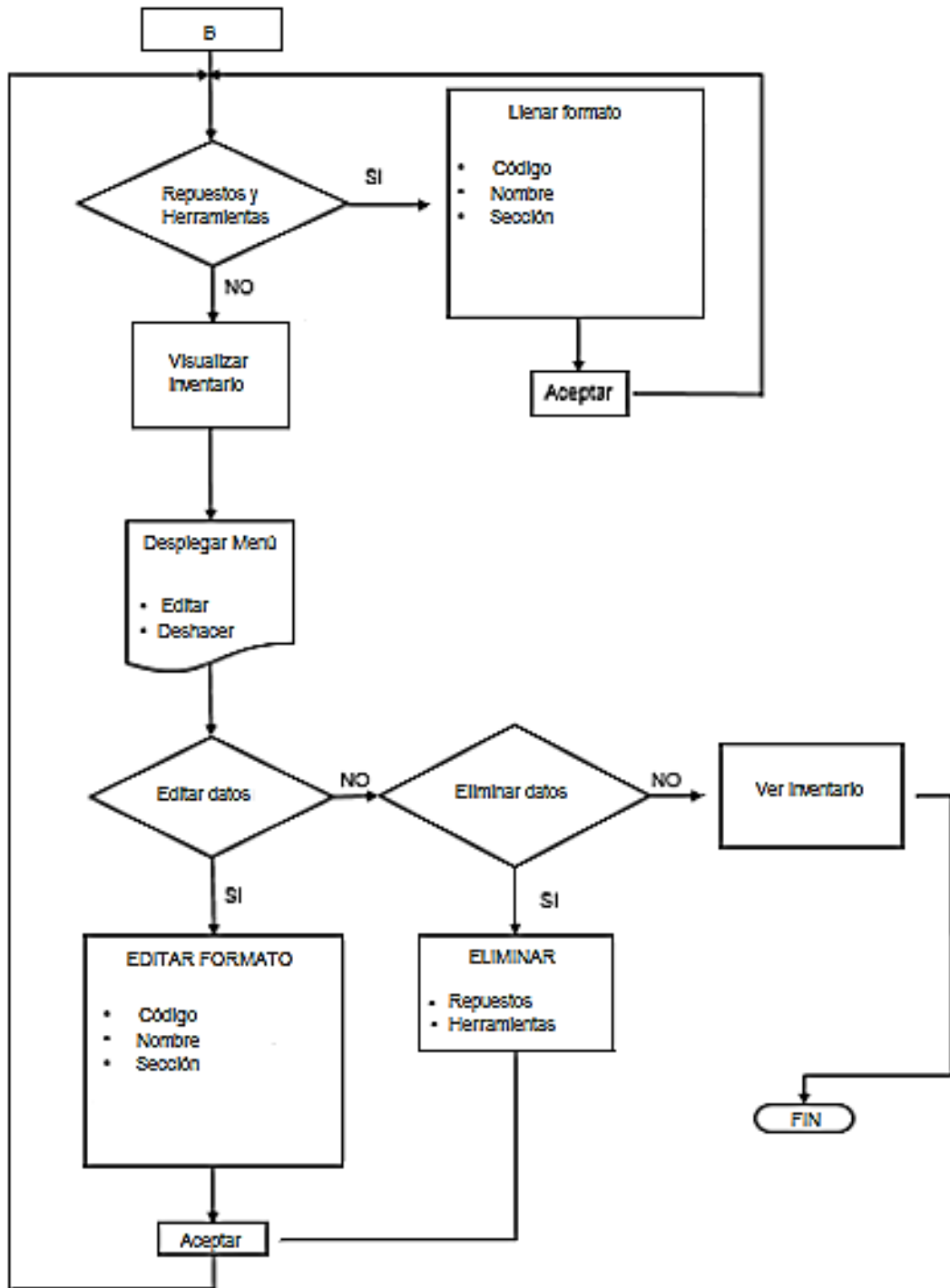
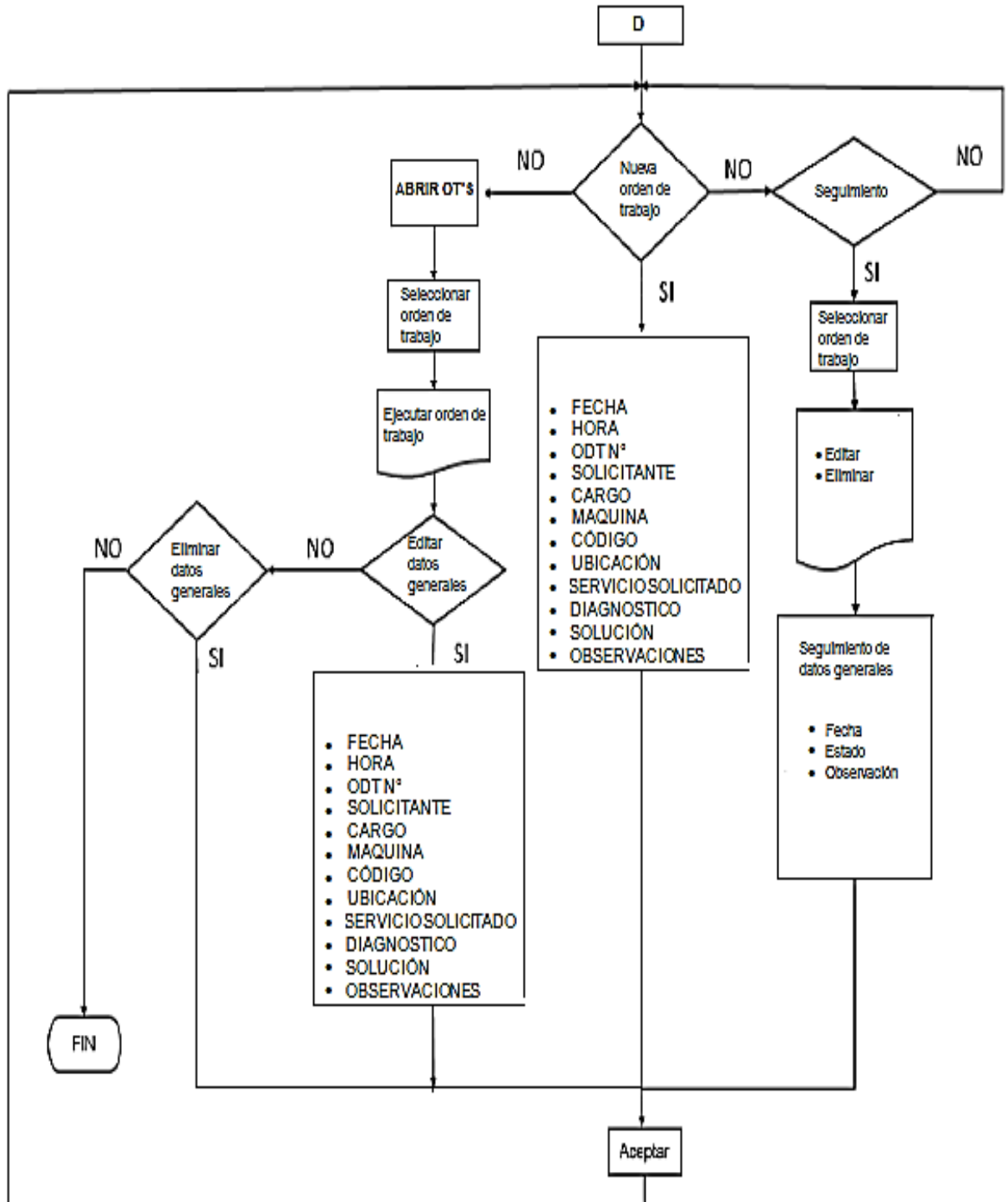


Figura 27. Diagrama de flujo del módulo de órdenes de trabajo



9. SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PARA LAS ÁREAS DE OLEO NEUMÁTICA, MECATRÓNICA, HIDRÁULICA Y NEUMÁTICA 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 oleo neumática, mecatrónica, hidráulica y neumática 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 28 se muestran los módulos que contiene dicho sistema de información.

Figura 28. Módulos del programa.



Fuente: Autores

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 29 se muestra el acceso al programa.

Figura 29. Ingreso al programa.



The image shows a screenshot of a web application window titled "SENA". Below the title bar, the text "Sistema Integrado de Mantenimiento SENA" is displayed. On the left side of the page, there is a green logo consisting of a stylized human figure with the word "SENA" written in bold green letters above it. On the right side, there is a login form titled "Iniciar sesión". The form contains two input fields: "Usuario:" and "Contraseña:". Below these fields is a green button labeled "Ingresar".

Fuente: Autores

9.1.2 interfaz de los módulos

En la figura 30, 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 30. Módulos.



Fuente: Autores

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 31.

Figura 31. Módulo máquinas.



Fuente: Autores

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 32).

Figura 32. Hoja de vida.

Sistema Integrado de Mantenimiento SENA

HOJA DE VIDA DE EQUIPO

Nombre del equipo

Código

Serial

Cargar imagen

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

SENA

Agregar ^



Guardar

Fuente: Autores

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 33 se muestra un claro ejemplo.

Figura 33. Ficha técnica.

		SISTEMA INTEGRADO DE GESTION Centro Industrial de Mantenimiento Integral			Versión: 01
FICHA TECNICA EQUIPO ELECTROMECHANICO					
1. DATOS GENERALES					
Nombre del Equipo: HIDRAULICA MOVIL				Código CIMI	9224
				B203	HMV02
Marca		Modelo		Referencia	
MANNESMANN REXROTH					
N° Inventario SENA		Serial			
Dimensiones del Equipo (cm)			Edificio	Salón/Taller/Oficina	Fecha elaboración
Largo: 150	Ancho: 80	Alto: 160	B206	HIDRAULICA	Febrero 2015
Nombre del Responsable		Cargo	Teléfono	e-mail	
José Manuel Vargas		Instructor		Jvargash2005	
Fabricante		Proveedor		Orden de Compra (N° Factura)	Costo o Valor (\$)
Dirección y/o país:		Dirección y/o país:		Fecha Fabricación	Fecha Compra
Código Postal:		Código Postal:			Fecha Instalación
Teléfono:		Teléfono:		Manual Servicio N°	
Web:		Web:		Manual Operario N°	
e-mail:		e-mail:		Tiempo de Garantía:	
2. CARACTERISTICAS TECNICAS					
Voltaje Nominal (V)		220		Imagen del Equipo 	
Corriente Nominal (Amp)		9 / 5,2			
Potencia (Watts ó HP)		2,2 KW			
N° Fases		3			
Presión		60 Bar			
RPM		1700			
Gama Avances					
Gama Velocidades					
Funciones					
Inversor de marcha					
Tipo entrada datos					
Tipo salida de datos					
Iluminación óptima (W)					
Líquidos Refrigerantes					
Líquidos Lubricantes		ISO 32			
Ejes o grados de libertad					
Otras características técnicas del Equipo			Observaciones del estado del equipo:		
Funcionamiento:					
Accionamiento mediante pulsador de marcha para accionamiento de la bomba hidráulica y todo el sistema					

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 34 y 35).

Figura 34. Consultar o crear orden de trabajo.



Fuente: Autores

Figura 35. Formato de orden de trabajo.

ORDEN DE TRABAJO

Sistema Integrado de Mantenimiento SENA

ORDEN DE TRABAJO

Fecha Hora ODT N° 2

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 36 y 37).

Figura 36. Ver alarmas.

Sistema Integrado de Mantenimiento SENA

ALARMAS

Ver Crear

 Consultar

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

Figura 37. 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 38).

Figura 38. Módulo de almacén.



The screenshot shows a web application window titled 'ALMACÉN' with a subtitle 'Sistema Integrado de Mantenimiento SENA'. The main heading is 'Almacén'. Below this, 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 stylized green figure with arms and legs, and the word 'SENA' in green capital letters above it. At the bottom left, there is a label 'Visualizar Inventarios' followed by a dropdown menu currently showing 'Herramientas'. To the right of the dropdown 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 39), 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 39. Módulo indicadores de gestión.

The screenshot shows a software window titled "INDICADORES DE GESTION" with a subtitle "Sistema Integrado de Mantenimiento SENA". The window contains a form with the following elements:

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

Fuente: Autores

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 I).

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 oleo neumática, mecatrónica, hidráulica y neumática del centro industrial de mantenimiento de Girón, esta auditoría es planteada por Francisco González, dando como resultado 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, y por otra parte 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.
- ✓ Se realizó el inventario y codificación de 27 equipos presentes en las áreas de oleo neumática, mecatrónica, hidráulica y neumática del Centro Industrial de Mantenimiento de Girón. La codificación se basó en la norma ISO 14224, la primera parte hace referencia a la localización donde se encuentra el equipo, la segunda se refiere a la clase de equipo la cual está denotada con sus primeras 4 letras y la tercera la posición del equipo en el área donde se encuentra localizado.
- ✓ Se realizó un análisis de criticidad con base en factores ponderados a 27 equipos involucrados en las áreas evaluadas, de los cuales resultaron críticos el 37 %, medianamente críticos el 26 % y no críticos el 37 %, ayudando a reconocer los equipos que requieren intervención continua y facilitando la toma de decisiones.
- ✓ 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 implementó un sistema de información para la administración del mantenimiento en las áreas de oleo neumática, mecatrónica, hidráulica y neumática 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 una correcta utilización y administración del sistema de información.

BIBLIOGRAFIA

BOHORQUEZ R, Hugo Alexander y PÉREZ S, Víctor Alfonso. Diseño e implementación del sistema de información para la gestión del mantenimiento en la empresa industrias alimenticias ornelo S.A.S, 2014. Tesis de grado (ingeniero mecánico). Universidad Industrial de Santander. Escuela de ingeniería Mecánica.

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

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.

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

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.

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

ANEXOS

ANEXO A. ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BOMBAS DE ENGRANAJES (DESPLAZAMIENTO POSITIVO)

Tabla 24. Inspección mecánica bombas de engranajes (desplazamiento positivo).

BOMBAS DE ENGRANAJES (DESPLAZAMIENTO POSITIVO)		
INSPECCIÓN MECÁNICA	TRIMESTRAL	SEMESTRAL
RODAMIENTOS		
Verificar desgaste de los rodamientos		
Verificar estado de la lubricación		
CARCASA		
Verificar cuerpos extraños en el interior		
Verificar corrosión en la carcasa		
Verificar que el equipo no presente vibraciones		
Verificar que no presente fatiga el material de la carcasa		
EJE		
Verificar desgaste del eje		
Verificar que no presente altas temperaturas en el eje		
ENGRANAJES		
Verificar desgaste en los engranajes		
Verificar desgaste en el área de asentamiento de los engranajes		
SELLOS		
Verificar desgaste de las caras internas del sello		
Verificar que el sistema no presente vibraciones		
Verificar que los sellos se instalen correctamente		

Tabla 25. Inspección eléctrica bombas de engranajes (desplazamiento positivo).

BOMBA DE ENGRANAJES (DESPLAZAMIENTO POSITIVO)			
		EQUIPO EN MOVIMIENTO	
INSPECCIÓN ELÉCTRICA	TRIMESTRAL	SI	NO
Verificar estado de contactores, interruptores y cableado eléctrico			X
verificar correcto funcionamiento de los interruptores de parada del motor principal		X	X
Verificar que la bomba no presente ruidos, vibraciones y recalentamiento anormal		X	
Medir el valor de la potencia consumida por la bomba y comparar con el valor predeterminado por el fabricante		X	X

Tabla 26. Convecciones cronograma de equipos críticos.

CONVENCIÓN	INTERVALO DE TIEMPO
	Diario
	Semanal
	Trimestral
	Semestral
	Anual
	2000 horas = 50 semanas
	3000 horas = 75 semanas

ANEXO B. CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO ÁREA OLEO NEUMÁTICA.

Tabla 27. Cronograma de mantenimiento preventivo bombas de engranajes (desplazamiento positivo).

EQUIPO	COMPONENTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (Semanas)	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE		
BOMBA DE ENGRANAJES (DESPLAZAMIENTO POSITIVO)	MECÁNICA	RODAMIENTOS	Verificar desgaste de los rodamientos														
			Verificar estado de la lubricación														
		CARCASA	Verificar cuerpos extraños en el interior														
			Verificar corrosión en la carcasa														
			Verificar que el equipo no presente vibraciones														
			Verificar que no presente fatiga el material de la carcasa														
		EJE	Verificar desgaste del eje														
			Verificar que no presente altas temperaturas en el eje														
		ENGRANAJES	Verificar desgaste en los engranajes														
			Verificar desgaste en el área de asentamiento de los engranajes														
		SELLOS	Verificar desgaste de las caras internas del sello														
			Verificar que el sistema no presente vibraciones														
	Verificar que los sellos se instalen correctamente																
	ELÉCTRICA	Verificar estado de contactores, interruptores y cableado eléctrico															
		Verificar correcto funcionamiento de los interruptores de parada del motor principal															
		Verificar que la bomba no presente ruidos, vibraciones y recalentamiento anormal															
Medir el valor de la potencia consumida por la bomba y compararla con el valor predeterminado por el fabricante																	

EQUIPO	COMPONENTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (Semanas)	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
BOMBA DE ENGRANAJES (DESPLAZAMIENTO POSITIVO)	OTROS	Verificar estado de la conexión eléctrica de la máquina		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
		Verificar que no existan fugas de aceite		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		Al finalizar la actividad de los aprendices limpiar la máquina con los implementos adecuados	■													
		Verificar el nivel de aceite en los depósitos. Reponer si es necesario	■													
		Limpiar cuidadosamente cada una de las partes externas e internas de la máquina	■													
		Inspección de anclaje y pintura	■													
		Revisión general y exhaustiva de la parte mecánica del equipo	■													

ANEXO C. CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO BANCOS DIDÁCTICOS DE HIDRÁULICA.

Tabla 28. Cronograma de mantenimiento preventivo bancos didácticos de hidráulica.

EQUIPO	COMPONENTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (Semanas)	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE		
BANCOS DIDÁCTICOS DE HIDRÁULICA	MECÁNICA	Verificar que las guardas de seguridad estén en correcto estado		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
		Verificar que no exista fuga de aceite o grasa en la máquina		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		Verificar cuerpos extraños en el interior	■														
		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 sean los correctos	■											■			
	ELÉCTRICA	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 motor principal	■														
		Verificar estado transformador del equipo	■														

ANEXO D. CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO BANCOS ELECTRO-NEUMÁTICOS.

Tabla 29. Cronograma de mantenimiento preventivo bancos electro-neumáticos.

EQUIPO	COMPONENTE	ACTIVIDAD	FRECUENCIA (Semanas)	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE		
BANCOS ELECTRO-NEUMÁTICOS	MECÁNICA	Verificar que las guardas de seguridad estén en correcto estado		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
		Verificar que no exista fuga de aceite o grasa en la máquina		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		Verificar cuerpos extraños en el interior	■														
		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 sean los correctos	■														
	ELÉCTRICA	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 motor principal	■					■				■				■	
		Verificar estado transformador del equipo	■					■				■				■	

ANEXO E. FORMATO FICHA TÉCNICA

Figura 40. Formato ficha técnica.


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

1. DATOS GENERALES										
Nombre del Equipo:							Código CIMI			
Marca		Modelo		Referencia	N° Inventario SENA		Serial			
				-	-					
Dimensiones del Equipo (cm)				Edificio	Salón/Taller/Oficina		Fecha elaboración	N° Ident. Interno		
Largo:	Ancho:	Alto:								
Nombre del Responsable				Cargo	Teléfono	e-mail				
Fabricante			Proveedor			Orden de Compra (N° 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 N°				
Web:			Web:			Manual Operario N°				
e-mail:			e-mail:			Tiempo de Garantía: -				

2. CARACTERISTICAS TECNICAS		
Voltaje Nominal (V)		Imagen del Equipo
Corriente Nominal (Amp)		
Potencia (Watts ó HP)		
N° 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		Observaciones del estado del equipo:
Funcionamiento:		


ANEXO F. FORMATO HOJA DE VIDA

Figura 41. Formato hoja de vida.

	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 G. FORMATO DE ORDEN DE TRABAJO

Figura 42. 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:																													
DIAGNOSTICO DE MANTENIMIENTO CAUSA RAIZ:																													
DESCRIPCION PROCESO DE SOLUCION																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: left;">TIEMPOS DE MANTENIMIENTO</th> </tr> <tr> <th style="text-align: left;">Nombre de técnicos involucrados</th> <th style="text-align: left;">tiempo(hrs)</th> </tr> </thead> <tbody> <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> </tbody> </table>	TIEMPOS DE MANTENIMIENTO		Nombre de técnicos involucrados	tiempo(hrs)	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	TOTAL HRS	_____	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: left;">COSTOS DE MANTENIMIENTO</th> </tr> <tr> <th style="text-align: left;">Costo de repuestos o servicios</th> <th style="text-align: left;">\$Col</th> </tr> </thead> <tbody> <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</td> <td>_____</td> </tr> </tbody> </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	_____																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;"></th> <th style="width: 50%; text-align: center;">NOMBRE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: right;">ENTREGA</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">RECIBE</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Fecha</td> <td>dd/mm/aa: _____</td> </tr> </tbody> </table>		NOMBRE	ENTREGA	_____	RECIBE	_____	Fecha	dd/mm/aa: _____	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;"></th> <th style="width: 50%; text-align: center;">FIRMA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: right;">ENTREGA</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">RECIBE</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Hora:</td> <td>_____</td> </tr> </tbody> </table>		FIRMA	ENTREGA	_____	RECIBE	_____	Hora:	_____												
	NOMBRE																												
ENTREGA	_____																												
RECIBE	_____																												
Fecha	dd/mm/aa: _____																												
	FIRMA																												
ENTREGA	_____																												
RECIBE	_____																												
Hora:	_____																												
OBSERVACIONES:																													

ANEXO H. TABLA DE RESULTADOS DE ANALISIS DE CRITICIDAD DE TODAS LAS AREAS.

	CÓDIGO	EQUIPO	I.O	F.O	C.M	S.A.H	F.F	CR
ÁREA DE OLEO NEUMÁTICA	AOBBAV01	Banco de bomba para aceites viscosos con tanque	7	2	1	3	3	54
	AOBBAV02	Banco de bomba para aceites viscosos con tanque	7	2	1	3	3	54
	AOBBDP03	Banco de Bombas de desplazamiento positivo	7	2	1	3	3	54
	AOBBDP04	Banco de Bombas de desplazamiento positivo	7	2	1	3	3	54
	AOHIIN05	Hidráulica industrial	4	1	1	3	1	8
	AOHIIN06	Hidráulica industrial	4	1	1	3	1	8
	AOHIMO07	Hidráulica móvil	4	1	1	3	1	8
	AOHIMO08	Hidráulica móvil	4	1	1	3	1	8
	AOHIMO09	Hidráulica móvil	4	1	1	3	1	8
ÁREA DE MECATRÓNICA	AMSEME11	Sistema estándar mecatrónica	7	2	1	3	1	18
	AMSEME12	Sistema estándar mecatrónica	7	2	1	3	1	18
	AMSEME13	Sistema estándar mecatrónica	7	2	1	3	1	18
	AMSEME14	Sistema estándar mecatrónica	7	2	1	3	1	18
	AMSEME15	Sistema estándar mecatrónica	7	2	1	3	1	18
ÁREA DE HIDRÁULICA	AHBDHI31	Banco didáctico de hidráulica	7	2	1	3	3	54
	AHBDHI32	Banco didáctico de hidráulica	7	2	1	3	3	54
	AHBDHI33	Banco didáctico de hidráulica	7	2	1	3	3	54
	AHBDHI34	Banco didáctico de hidráulica	7	2	1	3	3	54
	AHBDHI35	Banco didáctico de hidráulica	7	2	1	3	3	54
	AHBDHI36	Banco didáctico de hidráulica	7	2	1	3	3	54
ÁREA DE NEUMÁTICA	ANBENT31	Banco electro-neumático de trabajo	7	2	1	3	2	36
	ANBENT32	Banco electro-neumático de trabajo	7	2	1	3	2	36
	ANBENT33	Banco electro-neumático de trabajo	7	2	1	3	2	36
	ANBENT34	Banco electro-neumático de trabajo	7	2	1	3	2	36
	ANBENT35	Banco electro-neumático de trabajo	7	2	1	3	2	36
	ANBENT36	Banco electro-neumático de trabajo	7	2	1	3	2	36
	ANBENT37	Banco electro-neumático de trabajo	7	2	1	3	2	36

ANEXO I. MANUAL DE USUARIO

Sistema Integrado De Mantenimiento SENA

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

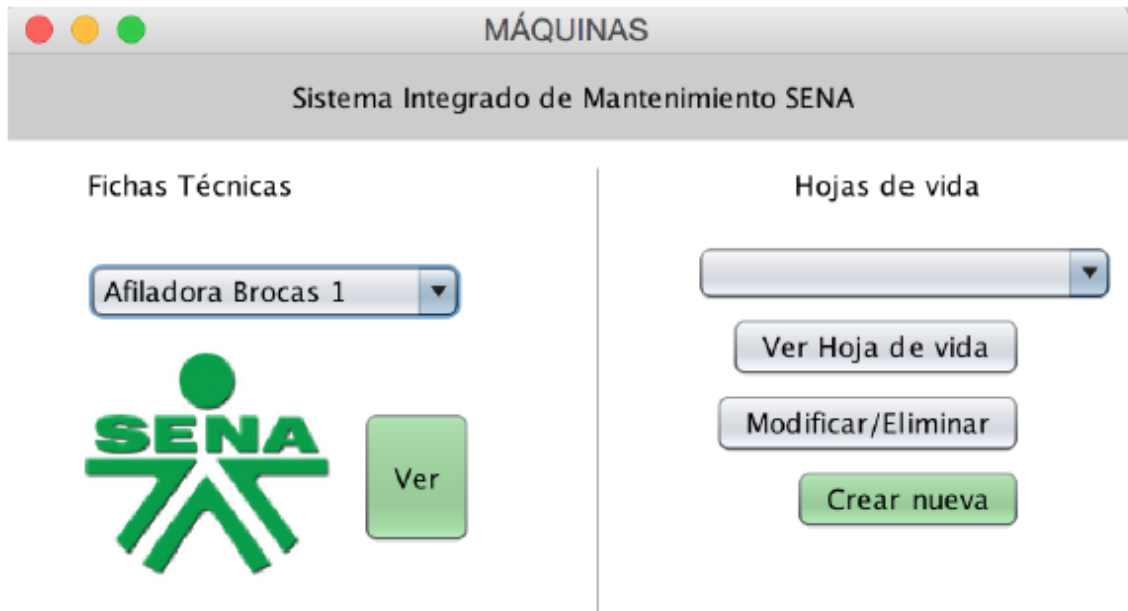


Luego de iniciar sección correctamente se visualiza la pantalla de menú. Dentro de cada opción solo es posible la edición si el usuario es docente.



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

- Hoja de vida.
- Fichas técnicas.
- Ordenes 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 inventarios de repuestos y herramientas.

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

ALMACÉN

Sistema Integrado de Mantenimiento SENA

Almacén

Código Nombre Sección

Crear Herramienta Crear Repuesto

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
TFS	<input type="text"/>
TEO	<input type="text"/>
TEA	<input type="text"/>
TDE	<input type="text"/>
NO	<input type="text"/>
NP	<input type="text"/>

Intervalo No. 1



El módulo de creador de usuarios solo es accesible por el usuario docente.

Permite crear usuarios docentes o estudiantes:

Crear Nuevo Usuario

Usuario

Contraseña

Tipo

Estudiante

Docente

