



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE MECÁNICA**  
**CARRERA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL**

**“ELABORACIÓN DEL INVENTARIO DE LOS ACTIVOS A  
MANTENER DE LA EMPRESA CIAUTO CIA. LTDA. DE LA  
CIUDAD DE AMBATO EN BASE A LA NORMA ISO 14224”**

**Trabajo de integración curricular**

Tipo: Proyecto técnico

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL**

**AUTORES:**

**ALDO RAÚL DAQUILEMA MARTÍNEZ**

**OSCAR FABRICIO LÓPEZ TAPIA**

Riobamba – Ecuador

2021



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE MECÁNICA**  
**CARRERA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL**

**“ELABORACIÓN DEL INVENTARIO DE LOS ACTIVOS A  
MANTENER DE LA EMPRESA CIAUTO CIA. LTDA. DE LA  
CIUDAD DE AMBATO EN BASE A LA NORMA ISO 14224”**

**Trabajo de integración curricular**

Tipo: Proyecto técnico

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL**

**AUTORES:**

**ALDO RAÚL DAQUILEMA MARTÍNEZ**

**OSCAR FABRICIO LÓPEZ TAPIA**

**DIRECTOR: ING. SERGIO RAÚL VILLACRÉS PARRA. Ms.C**

Riobamba – Ecuador

2021

**©2021, Aldo Raúl Daquilema Martínez y Oscar Fabricio López Tapia**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Nosotros, Aldo Raúl Daquilema Martínez y Oscar Fabricio López Tapia declaramos que el presente Trabajo de integración curricular es de nuestra autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autores asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de integración curricular; El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 16 de septiembre de 2021



<b>Aldo Raúl Daquilema Martínez</b>	<b>Oscar Fabricio López Tapia</b>
<b>CI: 060441057-1</b>	<b>CI: 180537557-1</b>

# ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

## FACULTAD DE MECÁNICA

### CARRERA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

El Tribunal del trabajo de integración curricular certifica que: El Trabajo de integración curricular: Tipo: Proyecto técnico, “**ELABORACIÓN DEL INVENTARIO DE LOS ACTIVOS A MANTENER DE LA EMPRESA CIAUTO CIA. LTDA. DE LA CIUDAD DE AMBATO EN BASE A LA NORMA ISO 14224**”, realizado por los señores: **ALDO RAÚL DAQUILEMA MARTÍNEZ Y OSCAR FABRICIO LÓPEZ TAPIA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de integración curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Dr. Marco Antonio Haro Medina. <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>	 Firmado electrónicamente por: <b>JOSE ANTONIO</b>	<u>2021-09-16</u>
Ing. Sergio Raúl Villacrés Parra. <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>	<b>SERGIO RAUL VILLACRES PARRA</b> Firmado digitalmente por SERGIO RAUL VILLACRES PARRA Fecha: 2021.12.02 10:43:37 -05'00'	<u>2021-09-16</u>
Ing. Eduardo Segundo Hernández Dávila. <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>	 Firmado electrónicamente por: <b>EDUARDO SEGUNDO HERNANDEZ DAVILA</b>	<u>2021-09-16</u>

## **DEDICATORIA**

Este logro dedico primero a Dios por brindarme la sabiduría y fortaleza para luchar día a día y por permitirme alcanzar este objetivo, a mis padres Narcisa Martínez y Raúl Daquilema quienes con su esfuerzo y sacrificio me apoyaron incondicionalmente a lo largo de mi carrera universitaria, a mi hijo Esaú que es esa luz que ilumina mi camino y el motor que me da fuerzas para seguir adelante, también a ti Pilar por tus consejos y tu apoyo en todo este tiempo.

Y a toda mi familia por la confianza, por el aliento de fuerza que me han dado en todo momento a lo largo de mi vida y carrera universitaria ya que me apoyaron de una u otra manera para culminar con éxito otra etapa de mi vida.

**ALDO RAÚL DAQUILEMA MARTÍNEZ**

Dedico este trabajo a Dios por darme la vida y guiar mi camino hasta este momento de mi formación profesional, a mis Padres por ser un apoyo incondicional en momentos difíciles, porque me han ayudado cuando más los he necesitado y juntos hemos podido salir adelante, a mis hermanos por compartir momentos de felicidad y alegría así mismo momentos de tristeza.

**OSCAR FABRICIO LÓPEZ TAPIA**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, especialmente a la Carrera de Ingeniería de Mantenimiento Industrial por su formación académica y darme la oportunidad de ser un profesional, a mi director de tesis Ing. Sergio Villacrés y miembro Ing. Eduardo Hernández quienes con su experiencia y sabiduría han hecho posible la realización del presente trabajo y a todos los docentes que conforman esta carrera, que con sus conocimientos, paciencia y motivación han logrado que pueda concluir mi formación profesional con éxito al guiarme y formar parte de este objetivo alcanzado.

A la empresa CIAUTO CIA. LTDA. por abrirnos las puertas y permitirnos desarrollar el presente trabajo en sus instalaciones y brindarnos todas las facilidades. Al departamento de mantenimiento por su apoyo en la realización del presente trabajo y en especial a quien lidera este equipo Ing. Miguel Taipe quien con su experiencia y conocimientos supo guiarnos todo este tiempo.

**ALDO RAÚL DAQUILEMA MARTÍNEZ**

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes.

Mi profundo agradecimiento a todas las autoridades y personal que hacen la empresa CIAUTO CIA. LTDA, por confiar en mí, abrirme las puertas y permitirme realizar todo el proceso investigativo dentro de su establecimiento.

De igual manera mis agradecimientos a la Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, a la carrera de Mantenimiento Industrial, a mis profesores quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada uno de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

**OSCAR FABRICIO LÓPEZ TAPIA**

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xv
ÍNDICE DE ABREVIACIONES.....	xvi
RESUMEN .....	xvii
SUMMARY .....	¡Error! Marcador no definido.
INTRODUCCIÓN.....	1

### CAPÍTULO I

1.	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.1	Antecedentes.....	2
1.2	Planteamiento del problema.....	3
1.3	Justificación.....	4
1.4	Objetivos.....	5
1.4.1	<i>Objetivo general</i> .....	5
1.4.2	<i>Objetivos específicos</i> .....	5

### CAPÍTULO II

2.	GENERALIDADES.....	6
2.1	Conceptos y definiciones.....	6
2.1.1	<i>Nivel Jerárquico</i> .....	6
2.1.2	<i>Taxonomía</i> .....	6
2.1.3	<i>Activo físico</i> .....	6
2.1.4	<i>Inventario técnico</i> .....	6
2.1.5	<i>Codificación de equipos</i> .....	6
2.2	Introducción a la gestión de mantenimiento .....	7
2.2.1	<i>Por qué debemos gestionar el mantenimiento</i> .....	7
2.3	Evaluación de la gestión de mantenimiento .....	7
2.3.1	<i>Etapas para la evaluación de la gestión de mantenimiento</i> .....	8
2.3.1.1	<i>Estudio y familiarización con la organización objeto de estudio</i> .....	8
2.3.1.2	<i>Organización del trabajo</i> .....	8



2.3.1.3	<i>Obtención de la información</i> .....	8
2.3.1.4	<i>Evaluación</i> .....	8
2.3.1.5	<i>Análisis de resultados</i> .....	9
2.3.1.6	<i>Informe final y recomendaciones</i> .....	9
<b>2.3.2</b>	<b><i>Instrumento de evaluación</i></b> .....	<b>9</b>
2.3.2.1	<i>Aspecto 01: plan de mantenimiento</i> .....	11
2.3.2.2	<i>Aspecto 02: software de mantenimiento</i> .....	11
2.3.2.3	<i>Aspecto 03: asignación de recursos para el mantenimiento</i> .....	11
2.3.2.4	<i>Aspecto 04: organización de archivos técnicos de mantenimiento</i> .....	12
2.3.2.5	<i>Aspecto 05: indicadores claves de rendimiento</i> .....	12
2.3.2.6	<i>Aspecto 06: documentación de mantenimiento</i> .....	12
2.3.2.7	<i>Aspecto 07: stock de respuestos y materiales</i> .....	12
2.3.2.8	<i>Aspecto 08: mantenimiento basado en la condición</i> .....	12
<b>2.3.3</b>	<b><i>Criterios o niveles de evaluación</i></b> .....	<b>11</b>
2.3.3.1	<i>Nivel 05: excelencia</i> .....	11
2.3.3.2	<i>Nivel 04: competencia</i> .....	11
2.3.3.3	<i>Nivel 03: comprensión</i> .....	11
2.3.3.4	<i>Nivel 02: conciencia</i> .....	12
2.3.3.5	<i>Nivel 01: inocencia</i> .....	12
<b>2.4</b>	<b><i>Inventario técnico de equipos</i></b> .....	<b>12</b>
<b>2.4.1</b>	<b><i>Gestión de inventarios técnicos</i></b> .....	<b>13</b>
2.4.1.1	<i>Recopilación inicial de datos:</i> .....	13
2.4.1.2	<i>Actualización de la información</i> .....	13
2.4.1.3	<i>Auditoria o revisión anual</i> .....	13
<b>2.4.2</b>	<b><i>Beneficios de tener un inventario técnico actualizado</i></b> .....	<b>14</b>
<b>2.4.3</b>	<b><i>Niveles taxonómicos según la norma ISO 14224</i></b> .....	<b>14</b>
<b>2.5</b>	<b><i>Codificación de equipos</i></b> .....	<b>16</b>
<b>2.5.1</b>	<b><i>Tipos de codificación</i></b> .....	<b>17</b>
2.5.1.1	<i>Sistemas de codificación no significativos</i> .....	17
2.5.1.2	<i>Sistemas de codificación significativos</i> .....	17
<b>2.5.2</b>	<b><i>Clasificación de equipos de acuerdo a la familia que pertenece</i></b> .....	<b>17</b>
2.5.2.1	<i>Equipos automotrices</i> .....	18
2.5.2.2	<i>Equipos civiles</i> .....	18
2.5.2.3	<i>Equipos informáticos</i> .....	18
2.5.2.4	<i>Equipos eléctricos</i> .....	18
2.5.2.5	<i>Equipos electrónicos o de instrumentación</i> .....	18
2.5.2.6	<i>Equipos mecánicos</i> .....	18

<b>2.6</b>	<b>Análisis de criticidad de sistemas.....</b>	<b>19</b>
<b>2.6.1</b>	<b><i>Criterios para determinar los niveles de criticidad.</i>.....</b>	<b>20</b>
<b>2.6.2</b>	<b><i>Métodos para calcular el nivel de criticidad</i>.....</b>	<b>20</b>
2.6.2.1	<i>Análisis de criticidad cualitativo o método del flujograma.....</i>	20
2.6.2.2	<i>Análisis de criticidad cuantitativo o AHP (Proceso de análisis jerárquico).....</i>	21
2.6.2.3	<i>Análisis semicuantitativo CTR (criticidad total por riesgo).....</i>	23
<b>2.6.3</b>	<b><i>Ponderación de factores</i>.....</b>	<b>23</b>
<b>2.6.4</b>	<b><i>Niveles de criticidad según el método CTR</i>.....</b>	<b>23</b>
2.6.4.1	<i>Matriz para el análisis CTR.....</i>	25
<b>2.7</b>	<b>Organización de la documentación de mantenimiento.....</b>	<b>26</b>
<b>2.7.1</b>	<b><i>Tipo de documentación de mantenimiento</i>.....</b>	<b>26</b>
2.7.1.1	<i>Ficha técnica.....</i>	27
2.7.1.2	<i>Manual de operación.....</i>	28
2.7.1.3	<i>Manual de mantenimiento.....</i>	28
<b>2.8</b>	<b>Gestión de mantenimiento asistido por ordenador (GMAO).....</b>	<b>28</b>
<b>2.8.1</b>	<b><i>Ventajas del GMAO</i>.....</b>	<b>28</b>

### **CAPÍTULO III**

<b>3.</b>	<b>INVENTARIO TÉCNICO Y CODIFICACIÓN DE ACTIVOS FÍSICOS A MANTENER.....</b>	<b>30</b>
<b>3.1</b>	<b>Descripción de la empresa.....</b>	<b>30</b>
<b>3.1.1</b>	<b><i>Política de calidad</i>.....</b>	<b>31</b>
<b>3.1.2</b>	<b><i>Misión</i>.....</b>	<b>31</b>
<b>3.1.3</b>	<b><i>Valores</i>.....</b>	<b>31</b>
<b>3.1.4</b>	<b><i>Objetivos estratégicos de la organización</i>.....</b>	<b>31</b>
<b>3.1.5</b>	<b><i>Infraestructura de la empresa</i>.....</b>	<b>32</b>
<b>3.2</b>	<b>Estructura funcional de la empresa.....</b>	<b>32</b>
<b>3.2.1</b>	<b><i>Área de abastecimiento o bodega</i>.....</b>	<b>34</b>
<b>3.2.2</b>	<b><i>Planta de soldadura</i>.....</b>	<b>34</b>
3.2.2.1	<i>JIG 01.....</i>	36
3.2.2.2	<i>JIG 02.....</i>	36
3.2.2.3	<i>JIG 03.....</i>	36
3.2.2.4	<i>Instalación de componentes.....</i>	37
3.2.2.5	<i>Cuadratura.....</i>	37
3.2.2.6	<i>Metal finish.....</i>	37
<b>3.2.3</b>	<b><i>Planta de pintura</i>.....</b>	<b>38</b>

3.2.3.1	<i>Descripción del proceso ELPO</i> .....	39
3.2.3.2	<i>Descripción del proceso de lijado y sellado</i> .....	41
3.2.3.3	<i>Descripción del proceso de cabina de pintura esmalte</i> .....	41
3.2.3.4	<i>Descripción del proceso finesse</i> .....	41
<b>3.2.4</b>	<b><i>Planta de ensamble</i></b> .....	<b>42</b>
<b>3.3</b>	<b><i>Evaluación a la gestión de mantenimiento</i></b> .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>3.3.1</b>	<b><i>Evidencias de la encuesta realizada al departamento de mantenimiento</i></b> .....	<b>45</b>
<b>3.4</b>	<b>Inventario técnico de los activos físicos a mantener</b> .....	<b>44</b>
<b>3.4.1</b>	<b><i>Niveles jerárquicos</i></b> .....	<b>45</b>
3.4.1.1	<i>Nivel I: planta o instalación</i> .....	45
3.4.1.2	<i>Nivel II: área o etapa</i> .....	45
3.4.1.3	<i>Nivel III: sistema o máquina</i> .....	45
3.4.1.4	<i>Nivel IV: equipo</i> .....	46
<b>3.4.2</b>	<b><i>Codificación de equipos</i></b> .....	<b>47</b>
3.4.2.1	<i>Nivel I: planta o instalación</i> .....	48
3.4.2.2	<i>Nivel II: área o etapa</i> .....	48
3.4.2.3	<i>Nivel III: sistema o máquina</i> .....	48
3.4.2.4	<i>Nivel IV: equipo</i> .....	49
<b>3.5</b>	<b>Levantamiento de evidencias fotográficas de los sistemas</b> .....	<b>50</b>
<b>3.6</b>	<b>Análisis de criticidad a los sistemas mediante el método CTR</b> .....	<b>52</b>
<b>3.7</b>	<b>Descripción actual de los archivos técnicos de mantenimiento</b> .....	<b>53</b>
<b>3.8</b>	<b>Acopio y codificación de archivos técnicos de mantenimiento</b> .....	<b>54</b>
<b>3.8.1</b>	<b><i>Organización de los archivos físicos y digitales de mantenimiento</i></b> .....	<b>55</b>
3.8.1.1	<i>Fichas técnicas</i> .....	55
3.8.1.2	<i>Manuales de operación</i> .....	57
3.8.1.3	<i>Manuales de mantenimiento</i> .....	58

## **CAPITULO IV**

<b>4.</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>60</b>
<b>4.1</b>	<b>Resultados obtenidos de la evaluación a la gestión de mantenimiento</b> .....	<b>60</b>
<b>4.2</b>	<b>Resultados obtenidos del inventario técnico de activos físicos a mantener</b> .....	<b>61</b>
<b>4.3</b>	<b>Resultados obtenidos del análisis de criticidad aplicado a los sistemas</b> .....	<b>61</b>
<b>4.4</b>	<b>Resultados obtenidos de la organización de archivos técnicos físicos</b> .....	<b>65</b>
<b>4.5</b>	<b>Resultados obtenidos de la organización de archivos técnicos digitales</b> .....	<b>67</b>
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>71</b>
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>72</b>

**BIBLIOGRAFÍA**  
**ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-2:</b> Formato de encuesta para evaluar la gestión de mantenimiento.....	9
<b>Tabla 2-2:</b> Jerarquización de niveles de acuerdo a la norma ISO 14224.....	16
<b>Tabla 3-2:</b> Familia de equipos.....	17
<b>Tabla 4-2:</b> Puntuación de los juicios .....	22
<b>Tabla 5-2:</b> Valores de RI para matrices n x m.....	22
<b>Tabla 6-2:</b> Ponderación de frecuencia de fallas .....	23
<b>Tabla 7-2:</b> Ponderación del impacto en la producción.....	24
<b>Tabla 8-2:</b> Ponderación de la flexibilidad operacional .....	24
<b>Tabla 9-2:</b> Ponderación de costos de mantenimiento .....	24
<b>Tabla 10-2:</b> Ponderación del impacto a la seguridad, higiene y medio ambiente .....	24
<b>Tabla 11-2:</b> Formato de ficha técnica de equipos de la empresa CIAUTO.....	27
<b>Tabla 12-2:</b> Beneficios de utilizar un software de mantenimiento.....	29
<b>Tabla 1-3:</b> Encuesta dirigida al coordinador de mantenimiento de la empresa CIAUTO .....	43
<b>Tabla 2-3:</b> Nivel jerárquico I - lista de plantas .....	45
<b>Tabla 3-3:</b> Nivel jerárquico II - lista de áreas de la planta de pintura .....	45
<b>Tabla 4-3:</b> Nivel jerárquico III - lista de sistemas del área ELPO de la planta de pintura .....	46
<b>Tabla 5-3:</b> Nivel jerárquico IV - equipos del sistema cuba 01 de la planta de pintura.....	46
<b>Tabla 6-3:</b> Codificación nivel I - lista de plantas.....	48
<b>Tabla 7-3:</b> Codificación nivel II - lista de áreas de la planta de pintura.....	48
<b>Tabla 8-3:</b> Codificación nivel III - lista de sistemas del área ELPO de la planta de pintura.....	49
<b>Tabla 9-3:</b> Codificación nivel IV - familia de equipos .....	49
<b>Tabla 10-3:</b> Codificación nivel IV-lista de equipos de la cuba 01 desengrase por aspersion.....	50
<b>Tabla 11-3:</b> Ejemplo de inventario y codificación de equipos.....	50
<b>Tabla 12-3:</b> Fotografía del cargo bus 01 de la planta de pintura.....	51
<b>Tabla 13-3:</b> Fotografía del generador eléctrico de la planta de pintura.....	51
<b>Tabla 14-3:</b> Ejemplos de nivel de criticidad de los sistemas .....	53
<b>Tabla 15-3:</b> Codificación de archivos técnicos de mantenimiento .....	54
<b>Tabla 16-3:</b> Ejemplo de codificación de ficha técnica del sistema cargo bus 01 .....	56
<b>Tabla 17-3:</b> Lista de fichas técnicas de los sistemas de la planta de pintura .....	56
<b>Tabla 18-3:</b> Manuales de operación digitales de la planta de pintura .....	57
<b>Tabla 19-3:</b> Manuales de mantenimiento digitales de la planta de pintura .....	58
<b>Tabla 1-4:</b> Tabulación de los resultados obtenidos en cada pregunta .....	60
<b>Tabla 2-4:</b> Niveles de la gestión de mantenimiento. ....	61

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-2:</b> Niveles jerárquicos de acuerdo a la norma ISO 14224 .....	15
<b>Figura 2-2:</b> Modelo del flujograma de criticidad.....	21
<b>Figura 3-2:</b> Matriz de criticidad a utilizar .....	25
<b>Figura 1-3:</b> Ubicación de la empresa CIAUTO CIA. LTDA.....	30
<b>Figura 2-3:</b> Plantas pertenecientes a la empresa CIAUTO .....	32
<b>Figura 3-3:</b> Logo empresa CIAUTO CIA.LTDA .....	32
<b>Figura 4-3:</b> Abastecimiento de autopartes .....	34
<b>Figura 5-3:</b> Proceso de soldadura por puntos .....	34
<b>Figura 6-3:</b> Proceso de soldadura de carrocerías .....	37
<b>Figura 7-3:</b> Proceso de pintura de carrocerías .....	38
<b>Figura 8-3:</b> Cuba de desengrase del proceso ELPO .....	39
<b>Figura 9-3:</b> Proceso de pintura finesse .....	41
<b>Figura 10-3:</b> Proceso de ensamblaje de chasis .....	42
<b>Figura 11-3:</b> Niveles jerárquicos .....	47
<b>Figura 12-3:</b> Estructura de codificación a utilizar .....	47
<b>Figura 13-3:</b> Calculo de la criticidad mediante matriz CTR.....	53
<b>Figura 14-3:</b> Estructura de codificación a utilizar .....	54
<b>Figura 15-3:</b> Manuales de operación físicos de la planta de ensamble .....	57
<b>Figura 16-3:</b> Manuales de mantenimiento físicos de la planta de pintura.....	58

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-3:</b> Organigrama funcional de la empresa CIAUTO CIA LTDA.....	33
<b>Gráfico 2-3:</b> Líneas del proceso de soldadura .....	35
<b>Gráfico 3-3:</b> Diagrama de procesamiento de pintura.....	38
<b>Gráfico 4-3:</b> Descripción del proceso de las cubas.....	40
<b>Gráfico 1-4:</b> Resultados obtenidos de la encuesta .....	60
<b>Gráfico 2-4:</b> Distribución de las máquinas de la empresa CIAUTO.....	61
<b>Gráfico 3-4:</b> Criticidad de las máquinas de la planta de pintura .....	62
<b>Gráfico 4-4:</b> Criticidad de las máquinas de la planta de soldadura.....	62
<b>Gráfico 5-4:</b> Criticidad de las máquinas de la planta de ensamble .....	63
<b>Gráfico 6-4:</b> Criticidad de las máquinas del parque automotor .....	63
<b>Gráfico 7-4:</b> Criticidad de las máquinas de acuerdo a cada planta .....	64
<b>Gráfico 8-4:</b> Clasificación general de las máquinas de toda la empresa .....	64
<b>Gráfico 9-4:</b> Archivos técnicos físicos de la planta de pintura .....	65
<b>Gráfico 10-4:</b> Archivos técnicos físicos de la planta de soldadura .....	65
<b>Gráfico 11-4:</b> Archivos técnicos físicos de la planta de ensamble.....	66
<b>Gráfico 12-4:</b> Archivos técnicos físicos del parque automotor.....	66
<b>Gráfico 13-4:</b> Clasificación general de los archivos técnicos físicos de la empresa .....	67
<b>Gráfico 14-4:</b> Archivos técnicos digitales de la planta de pintura .....	67
<b>Gráfico 15-4:</b> Archivos técnicos digitales de la planta de soldadura .....	68
<b>Gráfico 16-4:</b> Archivos técnicos digitales de la planta de ensamble.....	68
<b>Gráfico 17-4:</b> Archivos técnicos digitales del parque automotor.....	69
<b>Gráfico 18-4:</b> Clasificación general de los archivos técnicos digitales de la empresa .....	69

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

- ANEXO A:** Esquema funcional de la planta de soldadura.
- ANEXO B:** Esquema funcional de la planta de pintura.
- ANEXO C:** Esquema funcional de la planta de ensamble.
- ANEXO D:** Inventario y codificación de activos físicos a mantener de la planta de soldadura.
- ANEXO E:** Inventario y codificación de activos físicos a mantener de la planta de pintura.
- ANEXO F:** Inventario y codificación de activos físicos a mantener de la planta de ensamble.
- ANEXO G:** Inventario y codificación de activos físicos a mantener del parque automotor.
- ANEXO H:** Sustentos fotográficos de los sistemas de la planta de soldadura.
- ANEXO I:** Sustentos fotográficos de los sistemas de la planta de pintura.
- ANEXO J:** Sustentos fotográficos de los sistemas de la planta de ensamble.
- ANEXO K:** Sustentos fotográficos de los sistemas del parque automotor.
- ANEXO L:** Análisis de criticidad de los sistemas de la planta de soldadura.
- ANEXO M:** Análisis de criticidad de los sistemas de la planta de pintura.
- ANEXO N:** Análisis de criticidad de los sistemas de la planta de ensamble.
- ANEXO O:** Análisis de criticidad de los sistemas del parque automotor.
- ANEXO P:** Organización de los archivos técnicos físicos de la planta de soldadura.
- ANEXO Q:** Organización de los archivos técnicos físicos de la planta de pintura.
- ANEXO R:** Organización de los archivos técnicos físicos de la planta de ensamble.
- ANEXO S:** Organización de los archivos técnicos digitales de la planta de soldadura.
- ANEXO T:** Organización de los archivos técnicos digitales de la planta de pintura.
- ANEXO U:** Organización de los archivos técnicos digitales de la planta de ensamble.
- ANEXO V:** Organización de los archivos técnicos digitales del parque automotor.



## ÍNDICE DE ABREVIACIONES

<b>GMAO</b>	Gestión de mantenimiento asistido por ordenador.
<b>AHP</b>	Proceso de análisis jerárquico.
<b>CTR</b>	Criticidad total por riesgo.
<b>ELPO</b>	Proceso de pintura electrolítica.
<b>JIG</b>	Dispositivo o matriz de ensamblaje.
<b>LR</b>	Lado derecho.
<b>LH</b>	Lado izquierdo.
<b>CKD</b>	Completamente desarmado.
<b>KPI</b>	Indicadores clave de rendimiento.

## RESUMEN

El desarrollo del presente trabajo tiene como objetivo la elaboración del inventario y codificación de activos físicos a mantener de la empresa CIAUTO CIA. LTDA y contribuir al mantenimiento verificando la existencia y ubicación de los equipos. Para lo cual, se inició realizando una evaluación al departamento de mantenimiento mediante una encuesta dirigida al coordinador del mismo; siendo el punto de partida para la elaboración del inventario y codificación bajo los lineamientos de la Norma ISO 14224 que establece los niveles jerárquicos a utilizar, posteriormente se registró sustentos fotográficos de los sistemas y equipos. Además, se efectuó un análisis de criticidad semicuantitativo a todos los sistemas inventariados, a un total de 336 sistemas, distribuidas en 69 áreas, de las tres plantas y parque automotor, de los cuales 72 sistemas son críticos que representa el 21%, 140 sistemas de media criticidad con un 42% y los 124 sistemas restantes son no críticos correspondientes al 37%. Además, se clasificó y organizó 516 documentos pertenecientes al departamento; entre manuales de operación y mantenimiento, tanto físicos como digitales, adicionalmente se levantó y registró la información de 199 fichas técnicas de los sistemas y equipos. Se concluye que actualmente el departamento de mantenimiento de la empresa CIAUTO CIA. LTDA, de acuerdo al inventario realizado mantiene 336 sistemas compuestos por 1605 equipos, de los cuales el área ELPO de la planta de pintura posee 19 sistemas críticos siendo el área con mayor índice de criticidad. Por lo que se recomienda direccionar mayor número de esfuerzos y recursos a las áreas y sistemas identificados como críticos, además se sugiere la implementación de etiquetas con códigos de barras o QR, para facilitar la búsqueda de información sobre los activos físicos a mantener.

**Palabras clave:** <INVENTARIO>, <ACTIVO FÍSICO> <GESTIÓN DE MANTENIMIENTO> <ANÁLISIS DE CRITICIDAD> <EQUIPOS CRÍTICOS>.



Elaborado digitalmente por:  
**HOLGER GERMAN  
RAMOS UVIDIA**

1927-DBRA-UPT-2021


2021-10-20

## SUMMARY

The development of this work aims to elaborate the inventory and coding of physical assets to maintain, from the company CIAUTO CIA. LTDA and contribute the maintenance verifying the existence and location of the equipment. For this, the project began by making an evaluation of the maintenance department through a survey addressed to its coordinator; being this the starting point for the preparation and coding of the inventory, following the guidelines of the ISO 14224 Standard that establishes the hierarchical levels to be used. Subsequently, photographic support of the systems and equipment was registered. In addition, it was carried out a semi-quantitative criticality analysis for all the inventoried systems, a total of 336 systems, distributed in 69 areas of the three plants and vehicle fleet, of which 72 systems are critical, which represents 21%, 140 systems of medium criticism with 42% and 124 remaining systems are non-critical corresponding to 37%. In addition, 516 documents belonging to the department were classified and organized; among operation and maintenance manuals, both physical and digital, additionally the information of 199 technical sheets was collected and recorded about the systems and equipment. According to the inventory, it is concluded that currently the maintenance department of the company CIAUTO CIA. LTDA, maintains 336 systems composed of 1605 equipment, of which the ELPO area of the paint plant has 19 critical systems, being the area with the highest criticality index. So, it is recommended to point a greater quantity of efforts and resources to the areas and systems identified as critical. Furthermore, it is suggested the implementation of labels with barcodes or QR, to facilitate the research of information about the physical assets to be maintained.

**Keywords:** <INVENTORY> <PHYSICAL ASSET> <MAINTENANCE MANAGEMENT>  
<CRITICALITY ANALYSIS> <CRITICAL EQUIPMENT>.

SANDRA  
PAULINA  
PORRAS  
PUMALEMA



Firmado  
digitalmente por  
SANDRA PAULINA  
PORRAS PUMALEMA  
Fecha: 2021.11.12  
18:46:44 -05'00'

## **INTRODUCCIÓN**

CIAUTO, "La Ciudad del Auto" es una empresa ecuatoriana ubicada en la parroquia Unamuncho de la ciudad de Ambato, específicamente en el camino Real. Iniciando sus operaciones en el año 2013, fabricando vehículos de la marca reconocida Great Wall, uno de los mayores productores de vehículos asiáticos. La empresa ha venido realizando su labor de una manera eficiente con el fin de mejorar sus procesos productivos, para que conjuntamente aporten al crecimiento de la compañía dentro del mercado automotor del país y así mantener satisfechos a todos sus clientes (CIAUTO, 2020).

En la actualidad el mantenimiento ha ganado participación en todos los tipos de industrias y una de ellas son las industrias ensambladoras de vehículos, esto se da desde que las empresas entendieron que debían diferenciar el personal dedicado a la producción del personal dedicado al cuidado de los equipos e instalaciones ya que este departamento tiene como objetivo principal tener los equipos con la más alta disponibilidad para así poder cumplir con la demanda que tiene la empresa.

Para cumplir con el objetivo de una disponibilidad alta se debe realizar una correcta gestión de mantenimiento, empezando con la implementación de un plan de mantenimiento que nos ayude a reducir las intervenciones debido a mantenimientos correctivos y mantener los equipos con el menor número de fallos posibles. Para lo cual, es necesario desarrollar un inventario jerárquico de todos los activos que actualmente existen en cada una de las plantas de la empresa, por lo que realizar el inventario técnico es algo más complejo de lo que pueda parecer en primera instancia ya que también es necesario identificar a cada uno de ellos con un código único para facilitar su localización y nos permitirá llevar una mejor gestión.

Un análisis de criticidad mediante el método semicuantitativo nos servirá para valorar a cada equipo y poder decidir sobre el modelo de mantenimiento a aplicar, además que nos ayudará a tomar decisiones en un futuro, asignando recursos a las áreas que más necesiten.

## CAPÍTULO I

### 1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

#### 1.1 Antecedentes

La elaboración y ensamble de automóviles y buses en Ecuador empezó en el año 1950, cuando compañías del sector textil y metalmecánico entraron en la producción de partes, piezas, asientos para automóviles y carrocerías, sin embargo, hace más de cuatro décadas se incursionó en el ensamblaje de automotores, el primer vehículo ensamblado en el país fue llamado Andino en el año 1973 por la empresa Aymesa y se produjeron un total de 144 unidades (Aguirre, 2015 p. 7).

Según datos de CINAIE “en la actualidad en octubre del 2020, Ómnibus BB mantiene el liderazgo en la producción carrocera con el 43% de participación, le sigue Ciauto con el 31%, Neohyundai 14%, Aymesa 12%, Armacar y Fisum no tuvieron producción en el periodo analizado” (CINAIE, 2020 p. 3).

CIAUTO inicia sus operaciones en febrero del año 2013, fabricando vehículos de la marca Great Wall uno de los mayores productores de vehículos del medio oriente, la empresa crece continuamente implementando nuevas áreas como: en el 2016 inauguró la planta de pintura más moderna del Ecuador, en el 2018 se construyó una nueva área logística y de producción con líneas de soldadura de carrocerías y baldes para camionetas. Con la finalidad de seguir mejorando la industria en el 2019 implementa otra línea de producción para fabricar un nuevo modelo VAN de otra importante marca china Shineray. (CIAUTO, 2020) Además, tienen la visión del crecimiento en sus unidades de producción, y adquisición de partes locales para el ensamble de sus vehículos, brindando calidad en su producto final.

CIAUTO. CIA. LTDA. cuenta con varios departamentos dentro de sus instalaciones y uno de ellos e importante es el de mantenimiento, mismo que acertadamente atiende las necesidades de la empresa. Actualmente el mantenimiento en la empresa no cuenta con indicadores de mantenimiento que nos ayude a determinar el rendimiento del departamento, a pesar de que se ha llevado el mantenimiento de manera organizada, cabe recalcar que por la magnitud, crecimiento y la dificultad en tipiar datos de alrededor de 500 activos físicos a mantener no ha permitido llevar un plan de mantenimiento actualizado por tal razón no es de mucha ayuda, ya que necesita ser revisado, además debido al cambio y rotación del personal de mantenimiento, fue necesario un

periodo de adaptación y nivelación en el cual se han hecho modificaciones para aumentar el tiempo medio entre fallas y así poder estabilizar la producción y por ende la empresa.

## **1.2 Planteamiento del problema**

CIAUTO, "La Ciudad del Auto" es una empresa ecuatoriana, que surge de una visión empresarial comprometida con el país, puso en marcha operaciones en el año 2013, fabricando vehículos de la reconocida marca Great Wall, uno de los mayores productores de vehículos del medio oriente. En 2016 inauguró la planta de pintura más moderna del ecuador. En el 2018 se construyó una nueva área logística y de producción con líneas de soldadura de carrocerías, todo esto la empresa ha venido realizando con el fin de mejorar el proceso técnico y administrativo, para que conjuntamente aporten al crecimiento de la compañía en calidad y competencia dentro del mercado automotor del país y así mantener satisfechos a todos sus clientes en cuanto calidad y servicio se refiere (CIAUTO, 2020).

Para cualquier tipo de empresa que busque una mejora en la gestión de mantenimiento de sus equipos e instalaciones debería tener en primera instancia un inventario completo y actualizado de los activos a mantener, sin embargo, la gran mayoría de industrias no dispone de uno de estos detallado que le permita visualizar el estado real de sus equipos ya que en el mejor de los casos se tiene un inventario contable, pero este no conversa con el inventario operativo y muchas veces no se encuentra actualizado (Mego, 2019).

Es por eso que debido a la integración de nuevas plantas y líneas de producción además del tamaño y extensión que hoy en día presenta la empresa CIAUTO, con el paso del tiempo ésta ha ido evolucionando y se ha visto en la necesidad de ir adquiriendo un mayor número de maquinaria y equipos para sus instalaciones además de la dificultad y el tiempo que tomaría tipiar los datos de alrededor de 500 activos físicos a mantener, a la vez que su plan de mantenimiento se encuentra desactualizado y necesita ser revisado debido al reciente cambio del personal administrativo de mantenimiento, fue necesario un periodo de adaptación y nivelación hasta poder estabilizar las necesidades de la empresa, por tal motivo el departamento de mantenimiento no tiene un inventario actualizado de los sistemas y equipos que tiene la empresa en correcto funcionamiento ya que muchos de ellos han sido dados de baja por que ya cumplieron con su ciclo de vida mientras que otros han sido retirados o trasladados de una planta a otra y en si por el mismo avance de la tecnología se han visto en la necesidad de incrementar nuevas líneas y sistemas de producción para así poder satisfacer la demanda y mantener satisfechos a sus clientes, además cabe recalcar que el departamento de mantenimiento no cuenta con un correcto análisis de criticidad de los sistemas y equipos de la empresa.

### **1.3 Justificación**

Debido al crecimiento constante y la continua evolución que ha tenido la empresa CIAUTO CIA. LTDA. con el objetivo de brindar la mejor calidad y producto a los clientes se ha visto en la necesidad de fomentar nuevos sistemas y equipos en cada una de sus plantas, por lo que hoy se estima que hay un aproximado de 500 activos físicos a mantener en toda la empresa. Por lo que nace la necesidad de realizar un inventario de activos para llevar un control real y estructurado de cada uno de los equipos existentes actualmente en la empresa, así como también es imprescindible realizar un análisis de criticidad de los procesos de la organización. Es por ello que este trabajo se va a desarrollar en base a la norma ISO 14224 ya que nos proporciona una base sólida para la recopilación y estructuración de datos confiables, estos datos sirven para la gestión de los activos durante su ciclo de vida.

Un inventario constituye el registro de todos los activos a mantener usados en todos los procesos de producción de una empresa. Fácilmente se podría decir que es un listado o base de datos en la que se puede registrar información que es de suma importancia para poder planear el mantenimiento de los equipos, pero este es un concepto errado que se tiene.

Ya que su importancia radica en que se puede conocer toda la maquinaria con la que cuenta la empresa además de una información estructurada y organizada de los datos más importantes que considere la empresa necesarios para llevar una adecuada gestión, además que nos ayuda para poder tomar decisiones acertadas conociendo la situación real de estos, cabe destacar que un inventario técnico es la base para poder realizar en un futuro trabajos relacionado con la gestión y organización del mantenimiento.

Conjuntamente este trabajo es el primer paso a realizar para que más adelante se pueda desarrollar nuevos proyectos como planes de mantenimiento actualizados, ya que es muy importante porque constituye un medio que facilita una acción planificada y eficiente del mantenimiento mediante etapas de planeación, organización, ejecución, control e inspección, que contribuyan como un apoyo en las actividades de mantenimiento de las instalaciones y equipos de empresa además, que nos ayuda a conservar en buen estado los equipos y es de gran utilidad para los operadores y el personal de mantenimiento, para así mantener su buen funcionamiento y obtener beneficios en las diferentes plantas de la empresa CIAUTO.CIA.LTDA.

Respecto a las líneas de investigación de la carrera, el presente trabajo de integración curricular está lineado a los programas de: Gestión de mantenimiento y herramienta para el mantenimiento, también con el plan nacional de desarrollo lineado con el objetivo 5.

## **1.4      Objetivos**

### **1.4.1    Objetivo general**

Elaborar el inventario de los activos a mantener de la empresa CIAUTO CIA. LTDA. de la ciudad de Ambato en base a la norma ISO 14224.

### **1.4.2    Objetivos específicos**

Identificar y evaluar el estado actual de la gestión del mantenimiento en la empresa CIAUTO.CIA. LTDA. de la ciudad de Ambato.

Realizar el inventario jerárquico de los sistemas y equipos actuales que existen la empresa utilizando la norma ISO 14224.

Codificar los equipos antes inventariados y realizar el levantamiento de sustentos fotográficos.

Realizar un análisis de criticidad a todos los sistemas antes inventariados de la empresa CIAUTO.CIA. LTDA.

Organizar la documentación y archivos técnicos del departamento de mantenimiento de la empresa.



## CAPÍTULO II

### 2. GENERALIDADES

#### 2.1 Conceptos y definiciones

##### 2.1.1 *Nivel Jerárquico*

“Nivel de subdivisión de un ítem desde el punto de vista de una acción de mantenimiento”. (UNE-EN ISO 14224, 2016 p. 5)

La norma ISO 14224 ofrece una pirámide con 9 niveles jerárquicos, siendo el nivel 1 el más alto, el cual representa el tipo de industria, y el nivel 9 el más bajo, representando una parte o pieza.

##### 2.1.2 *Taxonomía*

Según la norma ISO 14224 define a taxonomía como la “clasificación sistemática de ítems en grupos genéricos basados en factores posiblemente comunes a varios ítems (ubicación, uso, subdivisión de equipos, etc.)”. (UNE-EN ISO 14224, 2016 p. 31)

##### 2.1.3 *Activo físico*

Se conoce como activo físico a mantener a todo “elemento que tiene un valor real o potencial para una organización como por ejemplo componentes, máquinas, plantas, edificios, infraestructuras, etc”. (UNE-EN 13306, 2018 p. 8)

##### 2.1.4 *Inventario técnico*

Un inventario es un listado o registro completo y detallado de todos los activos físicos que son propiedad de una organización o empresa, mismo que debe estar establecido según una lógica arborescente, que debe estar permanentemente actualizado.

##### 2.1.5 *Codificación de equipos*

La codificación de equipos consiste en asignar un “código único que identifica la función del equipo y su ubicación física”. (UNE-EN ISO 14224, 2016 p. 31)

Se asigna un código a un ítem mantenible o equipo para que sea más fácil, rápida y entendible su identificación, comúnmente está compuesto por combinaciones alfanuméricas.

## **2.2 Introducción a la gestión de mantenimiento**

Se entiende por gestión de mantenimiento a “todas las actividades que determinan los requisitos, objetivos, estrategias y las responsabilidades del mantenimiento y la implantación de dichas actividades por medios como la planificación, el control y la mejora de las actividades de mantenimiento”. (UNE-EN 13306, 2018 p. 7 ) Para cualquier empresa es muy importante e imprescindible tener un control de la gestión de mantenimiento ya que una adecuada gestión nos ayudara a llevar una correcta organización del departamento de mantenimiento, a distribuir correctamente los recursos con los que cuenta la industria y por ende reducir los costos, ya que el mantenimiento en una empresa puede llegar a ocupar hasta el 50% de los costos operativos.

El objetivo principal de la gestión del mantenimiento es mejorar la eficiencia de las instalaciones productivas de una empresa, garantizando que estas instalaciones funcionen de forma confiable y eficaz. Esto es posible evitando fallos y por ende las pérdidas de producción.

### **2.2.1 Por qué debemos gestionar el mantenimiento**

Se debe gestionar porque es necesario saber que tan eficiente es la aplicación de la política actual de mantenimiento que se está desarrollando en el ámbito productivo de la empresa. Esta información permite actuar de forma rápida y precisa sobre los factores débiles en el departamento de mantenimiento en los cuales se puede mejorar. Además, es de suma importancia llevar una correcta gestión de mantenimiento para que una empresa pueda cumplir con los objetivos planteados por la producción, optimizando al máximo posible los recursos como mano de obra, materiales, y tiempo, para ello es imprescindible estudiar el modelo de organización que mejor se adapta a las características de cada planta. (García Garrido, 2010 p. 4)

## **2.3 Evaluación de la gestión de mantenimiento**

Antes de iniciar un proceso de mejora, ya sea a nivel individual o como de organización, se exige, como primer punto, que se obtenga un conocimiento de la realidad actual y, posteriormente se determinen las metas. (Acosta Héctor, 2012 p. 31)

La efectividad del mantenimiento puede ser determinada por el análisis íntegro de una gran variedad de aspectos que constituyen la contribución del mantenimiento a la calidad y eficacia de

los servicios, ya que no existen fórmulas ni tampoco hay reglas rígidas o inalterables que sirvan para todos los casos. (Acosta Héctor, 2012 p. 31). Los métodos para recopilar información para evaluar incluyen:

- Entrevistas.
- Encuestas.

### **2.3.1 *Etapas para la evaluación de la gestión de mantenimiento***

Según menciona (Acosta Héctor, 2012 p. 33) en su libro sobre la evaluación de la gestión de mantenimiento, existen básicamente seis etapas, las cuales tienen un orden lógico y efectivo. A continuación, se muestra la relación que tienen cada una con sus principales características.

#### **2.3.1.1 *Estudio y familiarización con la organización objeto de estudio***

Esta etapa consiste en dar un recorrido por toda la planta y conocer sus áreas productivas, sus operarios y equipamiento, además de toda aquella información que permita conocer más a fondo sus instalaciones, esta etapa es muy importante y no se puede pasar por alto, ya que a partir de ese conocimiento se podrá desarrollar el cuestionario. (Acosta Héctor, 2012 p. 34)

#### **2.3.1.2 *Organización del trabajo***

La organización del trabajo nos sirve para poder distribuir adecuadamente el tiempo ya que se elabora un plan de trabajo y un cronograma de ejecución para llevar a cabo la entrevista o encuesta, esta etapa incluirá la participación del líder del departamento. (Acosta Héctor, 2012 p. 34)

#### **2.3.1.3 *Obtención de la información***

En esta tercera etapa se obtendrá a través de técnicas de recolección de datos, como: entrevistas, encuestas, cuestionarios, toda la información necesaria para más adelante evaluar el estado actual de la gestión de mantenimiento en la empresa. (Acosta Héctor, 2012 p. 35)

#### **2.3.1.4 *Evaluación***

Después que se tenga debidamente organizada y clasificada la información obtenida en la etapa anterior producto de las encuestas, entrevistas, observaciones, se procederá a evaluar el trabajo mediante una evaluación cuantitativa o cualitativa. (Acosta Héctor, 2012 p. 35)

### 2.3.1.5 *Análisis de resultados*

Una vez obtenido los resultados a partir de la evaluación, se analiza el estado de la gestión de mantenimiento, se comparan con patrones estándares de líderes en el sector industrial, normativas, libros etc. ya que este análisis permitirá elaborar un informe cuyas recomendaciones permitirán plantear soluciones a los problemas detectados. (Acosta Héctor, 2012 p. 35)

### 2.3.1.6 *Informe final y recomendaciones*

El informe final constará de la evaluación cuantitativa misma que nos indicará en donde se requiere una mayor atención, por lo que se recomendará acciones que ayuden a corregir y mejorar los aspectos más bajos de la evaluación. (Acosta Héctor, 2012 p. 36)

## 2.3.2 *Instrumento de evaluación*

Para que la evaluación de la gestión de mantenimiento sea ajustada a la realidad y muestre resultados verídicos de la empresa, es necesario que se lo realice al personal que conviva en el contexto de los aspectos a evaluar por lo tanto se realizara una encuesta conformada por 8 preguntas basadas en el libro de evaluación de la gestión de mantenimiento de Héctor Acosta.

**Tabla 1-2:** Formato de encuesta para evaluar la gestión de mantenimiento

<b>Preguntas</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
1. ¿La organización cuenta con una planificación y programación de mantenimiento, la cual tiene un plan de acción claro, con objetivos establecidos de cada activo que garanticen la disponibilidad de los sistemas?		
2. ¿La empresa CIAUTO.CIA.LTDA cuenta con un GMAO (Gestión de mantenimiento asistido por ordenador) o software de mantenimiento para llevar una adecuada gestión?		
3. ¿El departamento, a través de la programación de las actividades de mantenimiento, determina el número óptimo de personas que se requieren para el cumplimiento de los objetivos propuestos?		
4. ¿La documentación de mantenimiento (manuales, catálogos, fichas) se encuentra debidamente codificada y es fácil determinar su ubicación?		
5. ¿El departamento de mantenimiento maneja KPI (Indicadores claves de rendimiento) para la toma de decisiones?		
6. ¿El departamento de mantenimiento dispone de mecanismos eficientes para garantizar la utilización de las ordenes de trabajo para controlar y supervisar las actividades?		
7. ¿La organización de mantenimiento cuenta con un stock de materiales y repuestos de buena calidad y con facilidad para su obtención y así evitar tiempos de espera?		
8. ¿La empresa cuenta con equipos y procedimiento para realizar acciones de mantenimiento predictivo de manera organizada en el cual se especifiquen acciones y su frecuencia?		

**Fuente:** (Acosta Héctor, 2012).

**Realizado por:** (Daquilema A; López O, 2021).

#### 2.3.2.1 *Aspecto 01: plan de mantenimiento*

En este primer aspecto se busca determinar si el departamento maneja un plan de mantenimiento, el cual tenga objetivos establecidos para cada activo físico a mantener y además garantice la disponibilidad de los sistemas a evaluar.

#### 2.3.2.2 *Aspecto 02: software de mantenimiento*

El segundo aspecto a evaluar tiene como finalidad identificar si la empresa cuenta con un software de mantenimiento, ya que es fundamental para llevar una correcta gestión y distribuir de manera adecuada los recursos que tiene a su alcance la empresa.

#### 2.3.2.3 *Aspecto 03: asignación de recursos para el mantenimiento*

El tercer aspecto a evaluar busca determinar si el departamento de mantenimiento, a través de la programación de las actividades, determina el número óptimo de personas (horas-hombre), los recursos, materiales y equipos que se requiere para llevar a cabo cualquier tarea de mantenimiento.

#### 2.3.2.4 *Aspecto 04: organización de archivos técnicos de mantenimiento*

El cuarto aspecto tiene que ver sobre la organización de los archivos técnicos de mantenimiento como: manuales, catálogos y fichas técnicas, lo que se busca a través de esta pregunta es identificar qué información tiene la empresa acerca de cada equipo y como la maneja en caso de ser necesario.

#### 2.3.2.5 *Aspecto 05: indicadores clave de rendimiento*

El quinto aspecto ayuda a identificar si el departamento de mantenimiento tiene conocimientos acerca del manejo de KPI o conocidos como indicadores claves de rendimiento ya que es muy importante para una correcta toma de decisiones.

#### 2.3.2.6 *Aspecto 06: documentación de mantenimiento*

El sexto aspecto busca evaluar si los mecanismos que se utilizan actualmente para garantizar el uso de las solicitudes y ordenes de trabajo, ayudan a controlar y supervisar las actividades de mantenimiento eficientemente.

### *2.3.2.7 Aspecto 07: stock de repuestos y materiales*

El séptimo aspecto evalúa si la empresa tiene un stock de materiales y repuestos en bodega de buena calidad y que esté disponibles en el momento que se requiera, para así evitar tiempos de retraso debido a la logística.

### *2.3.2.8 Aspecto 08: mantenimiento basado en la condición*

Este último aspecto determina si el departamento cuenta con equipos y herramientas para realizar tareas de mantenimiento basado en la condición, además, permite conocer si el personal de mantenimiento está capacitado y conoce sobre el procedimiento y manejo de dichos equipos.

## **2.3.3 Criterios o niveles de evaluación**

A partir de las respuestas obtenidas en las entrevistas, las observaciones realizadas en las visitas a las instalaciones, conformarán la evaluación, misma que se ubicará en uno de estos niveles.

### *2.3.3.1 Nivel 5: excelencia*

La organización está atenta continuamente de los sistemas e incorpora mejorías. Es reconocida como líder entre las grandes empresas. (Acosta Héctor, 2012 p. 37)

Su valor debe estar comprendido entre 91 y 100 puntos en la evaluación. (Acosta Héctor, 2012 p. 37)

### *2.3.3.2 Nivel 4: competencia*

La organización ha implementado mejoras en el sistema y mantiene bajo control la gestión de la de mantenimiento. (Acosta Héctor, 2012 p. 37)

Su valor debe estar comprendido entre 81 y 90 puntos en la evaluación. (Acosta Héctor, 2012 p. 37)

### *2.3.3.3 Nivel 3: comprensión*

La organización está desarrollando planes de mejoras para los sistemas, los mismos están siendo incorporados gradualmente. (Acosta Héctor, 2012 p. 37)

Su valor debe estar comprendido entre 71 y 80 puntos en la evaluación. (Acosta Héctor, 2012 p. 37)

#### 2.3.3.4 *Nivel 2: conciencia*

La organización y sus trabajadores se dan cuenta que las prácticas actuales no son adecuadas y que se debe implementar cambios para mejorar el sistema. (Acosta Héctor, 2012 p. 37)

Su valor debe estar comprendido entre 60 y 70 puntos en la evaluación. (Acosta Héctor, 2012 p. 37)

#### 2.3.3.5 *Nivel 1: inocencia*

La organización no se actualiza con nuevas opciones. No hay planes para dar el cambio a prácticas actuales y mejora continua, el sistema no está controlado. (Acosta Héctor, 2012 p. 37)

Su valor debe ser menor a 60 puntos en la evaluación. (Acosta Héctor, 2012 p. 38)

## **2.4 Inventario técnico de equipos**

Un inventario técnico es un listado completo de los activos físicos a mantener que posee una organización o empresa. Su objetivo principal es disponer de un registro o base de datos exacta y actualizada que permita conocer la situación actual de cada equipo en cualquier momento sobre el cual se efectúa el planeamiento, programación, adquisición de partes y la ejecución del servicio de mantenimiento. (Organización Mundial de la Salud, 2012 p. 10)

El control del inventario se ha convertido en la actualidad en una actividad complicada de realizar debido a la gran cantidad de equipos que tienen a cargo las medianas y grandes empresas y más aún si su sistema es manual ya que esto significaría un mayor tiempo en tipiar y registrar datos. (Ramírez & Manotas, 2014 p. 251)

Además un inventario técnico de activos físicos es el primer paso y el más fundamental que se debe realizar para llevar a cabo una correcta gestión y planificación del mantenimiento, es el punto de partida de cualquier proyecto que se vaya a realizar a futuro y así lograr una serie de metas (Bambarén & Alatrística, 2011 p. 65)

Para realizar el levantamiento de información estructurada de cada uno de los equipos es recomendable usar como guía los lineamientos que nos brinda la norma ISO 14224 *“Industrias de petróleo, petroquímicas y de gas natural. Recogida e intercambio de datos de mantenimiento y fiabilidad de los equipos”*. (UNE-EN ISO 14224, 2016 p. 1)

Esta norma es recomendada ya que actualmente las instalaciones industriales poseen equipos similares, por lo que puede ser fácilmente adaptada para su aplicación en cualquier tipo de industria que utilice en sus procesos activos físicos a mantener, de esta manera se puede utilizar esta norma al recopilar la información de los activos físicos. (UNE-EN ISO 14224, 2016 p. 178)

#### **2.4.1 *Gestión de inventarios de activos***

La gestión de inventarios de activos se expresa como la correcta administración y uso de los registros recopilados, ya que un inventario es útil siempre y cuando sea exacto, confiable y se encuentre actualizado.

La gestión de inventarios de activos puede dividirse en tres fases, enumeradas a continuación:

##### **2.4.1.1 *Recopilación inicial de datos:***

Esta etapa es considerada la más importante debido que un grupo de trabajo integrado por una persona que conozca los equipos y un técnico en gestión de inventarios de activos visita todas las áreas de la organización y comprueba cada uno de ellos, registrando todos los datos útiles para el inventario. Los datos recopilados se incorporan a un sistema de gestión computarizado o simplemente en una hoja, este proceso es importante porque muestra la existencia de muchos equipos no reparables, y que pueden ser dados de baja. (Organización Mundial de la Salud, 2012 p. 18)

##### **2.4.1.2 *Actualización de la información***

Un inventario técnico de equipos se actualiza siempre y cuando se realice alguna modificación en la información sobre cualquier ítem del inventario, ya sea que se adquiera un nuevo sistema o equipo, se debe introducir en el inventario antes de que este sea puesto en marcha, o cada vez que los equipos sean dados de baja.

Los datos de los activos físicos a mantener ya incluidos en el inventario deberán actualizarse para reflejar cualquier modificación, como un cambio de ubicación o funcionamiento, en el momento que se requiera. (Organización Mundial de la Salud, 2012 p. 18)

##### **2.4.1.3 *Auditoría o revisión anual***

Es aconsejable que el departamento de mantenimiento realice por lo menos una revisión o ajuste del inventario de activos físicos cada año, con el fin de comprobar que toda la información



registrada esté correcta y actualizada. Cualquier cambio se registra y después se transfiere a la ficha principal del inventario de cada uno de los equipos. (Organización Mundial de la Salud, 2012 p. 18)

#### **2.4.2 *Beneficios de tener un inventario técnico actualizado***

A más de las ventajas mencionadas con anterioridad, tener un inventario técnico de equipos actualizado y estructurado tiene los siguientes beneficios enumerados a continuación:

- a. Identifica el número, diversidad de equipos y máquinas pertenecientes a la empresa, brindando una visión general de la magnitud de la organización.
- b. Además, permitirá conocer la inversión realizada por la empresa en equipamiento e infraestructura. (Organización Mundial de la Salud, 2012 p. 20)
- c. Brinda información adicional e importante ya que ayuda a determinar el tipo de herramientas y equipos necesarios para realizar el mantenimiento, así como también el presupuesto necesario para adquirir mencionados equipos e instrumentos. (Organización Mundial de la Salud, 2012 p. 20)
- d. Permite la recuperación y puesta en marcha de los equipos que se encuentren fuera de servicio. (Organización Mundial de la Salud, 2012 p. 22)
- e. Ayuda a conocer en tiempo real el estado físico, técnico y funcional, así como también la ubicación de cada uno de los activos a mantener pertenecientes a una organización. (Organización Mundial de la Salud, 2012 p. 23)

#### **2.4.3 *Niveles taxonómicos según la norma ISO 14224***

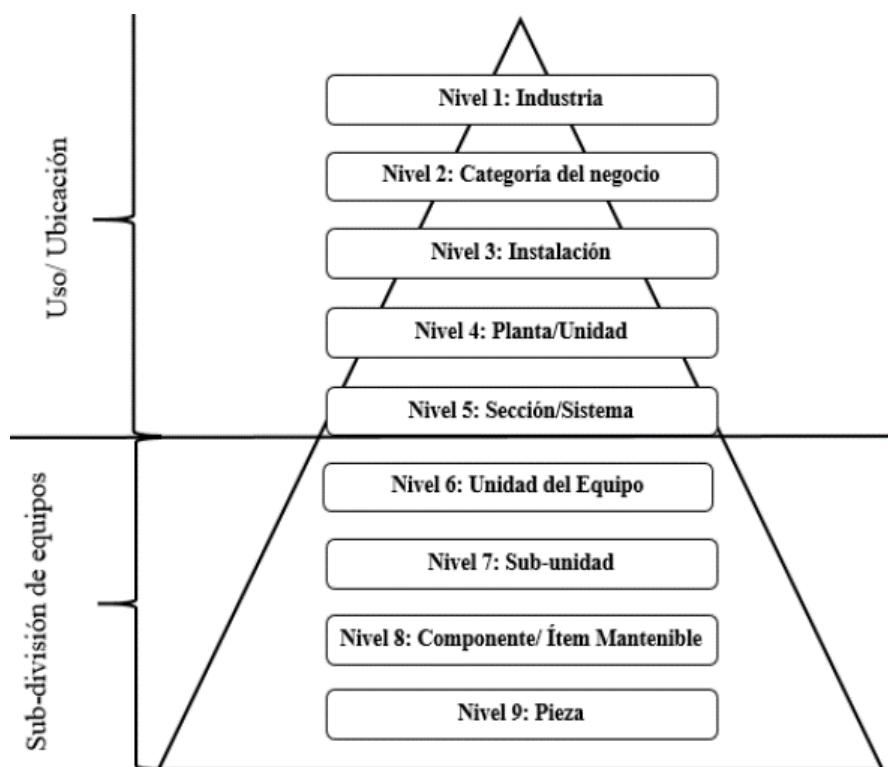
La jerarquización que ofrece esta norma es una clasificación sistemática de sub niveles o grupos genéricos basados en factores y sub divisiones probablemente comunes como su ubicación, clasificación de equipos, etc. (UNE-EN ISO 14224, 2016 p. 5). Se puede definir la palabra jerárquico como el “nivel de subdivisión de un ítem desde el punto de vista de una acción de mantenimiento”. (UNE-EN ISO 14224, 2016 p. 5)

La norma ISO 14224 se enfoca primordialmente en el sexto nivel de la jerarquía taxonómica, es decir, a nivel del activo físico a mantener, con el fin de recolectar datos confiables y que sean útiles para el mantenimiento.

Por lo tanto, las categorías más importantes de la taxonomía facilitada por esta normativa son:

1. Planta industrial
2. Área o etapa
3. Activo físico industrial
4. Equipos

Una clasificación de datos relevantes a recolectar de conformidad con este estándar internacional está representada por una jerarquía como se muestra en la Figura 2-2: Las definiciones para cada segmento se proporcionan más abajo.



**Figura 1-2:** Niveles jerárquicos de acuerdo a la norma ISO 14224

Fuente: (UNE-EN ISO 14224, 2016).

Según la norma ISO 14224 existen 9 niveles jerárquicos mismos que están divididos en 2 categorías, la primera comprende desde el nivel 1-5 que son los datos de uso y localización, la segunda categoría comprende desde el nivel 6-9 que es la subdivisión de equipos, por lo que para el desarrollo del presente trabajo de integración curricular se utilizará como referencia hasta el nivel 4 que vendría a ser equipos de nuestra Tabla 2-2.

A continuación, se detalla específicamente cada uno de los niveles antes revisados: (UNE-EN ISO 14224, 2016 p. 39)

1. **Industria:** Tipo de industria o razón de ser de la organización (petrolera, química).
2. **Categoría del negocio:** Clase de negocio o tipo de procesos que se realizan (refinería).
3. **Instalación:** Tipo de instalación (transportes, petroquímica).
4. **Planta/Unidad:** Clase o nombre de la planta (plataforma, pintura).
5. **Sección/Sistema:** Nombre del sistema de la planta (aire comprimido, destilación).
6. **Equipo:** Existen diferentes clases de equipos (bomba de agua, compresor).
7. **Subunidad de equipo:** Importante para que funcione el equipo. (control, refrigeración).
8. **Componente o parte:** Partes de un Subequipo que son reparables (acoples, rodamientos).
9. **Pieza individual:** Elemento que es considerado individual (sello, perno).

**Tabla 1-2:** Jerarquización de niveles de acuerdo a la norma ISO 14224

NORMA ISO 14224		NIVELES A UTILIZAR	
NIVEL 1	INDUSTRIA	NIVEL 1	PLANTA
NIVEL 2	CATEGORÍA DEL NEGOCIO		
NIVEL 3	INSTALACIÓN		
NIVEL 4	PLANTA/UNIDAD	NIVEL 2	ÁREA/ETAPA
NIVEL 5	SECCIÓN/SISTEMA	NIVEL 3	SISTEMA
NIVEL 6	EQUIPO	NIVEL 4	EQUIPO
NIVEL 7	SUB EQUIPO		
NIVEL 8	COMPONENTE		
NIVEL 9	PARTE		

Fuente: (UNE-EN ISO 14224, 2016)

Realizado por: (Daquilema A; López O, 2021).

## 2.5 Codificación de equipos

*Un inconveniente detectado durante la implementación y aplicación del mantenimiento en las empresas es el uso de un lenguaje común, entre los operadores de los equipos o máquinas y los técnicos del departamento de mantenimiento, lo cual afecta de manera directa al diagnóstico de la falla. (Medrano Márquez et al, 2017 p. 4)*

Un concepto rápido de codificación es asignar a los activos físicos a mantener un código con el cual sea identificado por la empresa, que contenga información correctamente estructurada, que permita llevar un control y conocimiento sobre su información técnica, características, etc.

Una vez obtenido el inventario técnico jerárquico de acuerdo a los estándares que nos da la normativa ISO 14224, es muy importante realizar la codificación de equipos, esta debe ser simple y entendible, para que sea fácil determinar la ubicación de los activos físicos a mantener, y que los trabajadores de la planta puedan acceder y entender fácilmente. (Castro Alvarez, 2006 p. 80)

### 2.5.1 Tipos de codificación

Una adecuada codificación nos permite identificar a los equipos de una manera rápida sin lugar a equivocaciones, cuyo lenguaje debe ser simple, claro y entendible para que cualquier persona que pertenezca a la empresa tenga acceso fácilmente, es por eso que existen dos tipos de codificación básicamente que se enumeran a continuación.

#### 2.5.1.1 Sistemas de codificación no significativos

En esta tipología de codificación se asignan a los equipos dígitos numéricos secuenciales, siendo la principal ventaja de este método la brevedad con la que se designa un código al activo físico a mantener, además, la simpleza y corta extensión del código que tendría, una desventaja de este sistema es que no aporta mayor información sobre los equipos y también la dificultad que conllevaría determinar su ubicación. (García Garrido, 2010 p. 13)

#### 2.5.1.2 Sistemas de codificación significativos

En este método el código aporta información adicional que es útil e importante para la empresa como el tipo de equipo, la familia a la que pertenece, además que se puede determinar de una manera más fácil la ubicación del equipo, una desventaja es que al añadir mayor información nos daría como resultado un código extenso. Actualmente este tipo de codificación es muy usado en las industrias ya que maneja una estructura arbórea o niveles de taxonomía, en donde se refleja la relación de dependencia que existen entre cada uno. (García Garrido, 2010 p. 13)

### 2.5.2 Clasificación de equipos de acuerdo a la familia que pertenece

Para fines de este proyecto técnico, los equipos se clasificarán de acuerdo a familias o grupos dependiendo los conocimientos que requiera realizar cualquier actividad y así sea más fácil poder determinar el tipo de técnico especialista que se requiera, clasificándolos de la siguiente manera:

**Tabla 2-2:** Familia de equipos

FAMILIAS DE EQUIPOS	EJEMPLOS
AUTOMOTRÍZ	CAMIONES-MONTACARGAS
CIVIL	INFRAESTRUCTURAS-CISTERNAS
INFORMÁTICO	COMPUTADORAS-IMPRESORAS
ELÉCTRICO	TABLEROS DE CONTROL-MOTORES ELÉCTRICOS
ELECTRÓNICO/INSTRUMENTACIÓN	PANTALLAS TÁCTILES-CONTROLADORES
MECÁNICO	BOMBAS-COMPRESORES

Realizado por: (Daquilema A; López O, 2021).

#### 2.5.2.1 *Equipos automotrices*

En este grupo de equipos se encuentran aquellos que convierten la energía de los combustibles en trabajo, siendo los automotores los equipos pertenecientes a esta división en la empresa a inventariar, motivo por el cual se ha considerado el nombre automotriz, ya que su mantenimiento se lo debe realizar con conocimientos del área o por técnicos especializados.

#### 2.5.2.2 *Equipos civiles*

Estos tipos de equipos hacen referencia a cualquier obra o infraestructura civil que han sido diseñadas por ingenieros, arquitectos o constructores por lo que para realizar cualquier actividad de mantenimiento se necesitan previos conocimientos en esta área.

#### 2.5.2.3 *Equipos informáticos*

Este género de equipos generalmente conforma un ordenador o CPU por lo que para su mantenimiento se necesita de técnicos que tengan conocimientos en sistemas informáticos.

#### 2.5.2.4 *Equipos eléctricos*

Esta familia de equipos se caracteriza por utilizar la energía de una fuente eléctrica, son los más comunes en la actualidad ya que proporcionan un mínimo de esfuerzo para realizar una actividad, sin embargo, estos conllevan un mayor riesgo para el operador. Para realizar su mantenimiento se requiere de equipos de mayor tecnología y personal capacitado en electricidad.

#### 2.5.2.5 *Equipos electrónicos o de instrumentación*

Esta clase de equipos funcionan en base a principios eléctricos/electrónicos y son utilizados en equipos de control y monitoreo. Este tipo de equipos tienen la particularidad de tener una alta confiabilidad, sin embargo, al momento de realizar la reparación y mantenimiento se requieren altos conocimientos en esta rama, por lo que para realizar cualquier actividad se recomienda ser llevados a cabo por un técnico especialista.

#### 2.5.2.6 *Equipos mecánicos*

Este grupo de equipos comprende el conjunto de mecanismos simples que cambian la dirección y sentido de las fuerzas para simplificar el esfuerzo al realizar una actividad, tienen una menor

probabilidad de falla debido a la simplicidad de su funcionamiento y también requieren de mínimo mantenimiento, con actividades que no requieren de un mayor conocimiento.

## **2.6 Análisis de criticidad de sistemas**

El análisis de criticidad es una herramienta que nos permite jerarquizar ya sea instalaciones, áreas, sistemas y equipos de acuerdo al impacto que tiene para la producción, con el fin de facilitar cuando se tenga que tomar decisiones, ya que la importancia de cada equipo varía en función de su influencia económica, seguridad y medio ambiente en el proceso; con ello se dará prioridad a los equipos más importantes y justifica la designación de recursos como mano de obra, materiales y repuestos etc.

El objetivo principal de llevar a cabo un análisis de criticidad a los sistemas es definir una metodología que sirva como herramienta de análisis en la determinación de la jerarquía de sistemas y equipos de una empresa, permitiendo clasificarlos en grupos que puedan ser manejados de manera controlada.

En la actualidad no es justificable que el mantenimiento en las industrias recaiga sobre un solo tipo de mantenimiento ya sea este correctivo, preventivo o mejorativo, aunque algunos equipos sean similares en su diseño y características ocupan una posición diferente en el proceso productivo lo que lo hace diferente del resto, incluso de equipos de igual principio de funcionamiento. (García Garrido, 2010 p. 7)

*Una bomba o un motor pueden necesitar de unas tareas de mantenimiento, mientras que otra bomba y otro motor similares pueden necesitar de otro tipo de tareas muy distintas. Si queremos optimizar, ya no es suficiente con pensar en el tipo de instalación o en las características del equipo.* (García Garrido, 2010 p. 7).

Si se quiere mejorar como se lleva el mantenimiento en la empresa es necesario tener en cuenta muchos factores como: que equipo afecta más a la producción si en algún momento llega a fallar y los costos que esto implica, la influencia que tiene a la seguridad de los operadores, y el costo directo de la reparación del equipo, estos aspectos nos van ayudar a determinar las actividades de mantenimiento más convenientes para cada uno. (García Garrido, 2010 p. 7)

Viéndolo de esta manera, el trabajo previo que se debe llevar a cabo en una planta antes de elaborar un plan de mantenimiento es muy grande, ya que se debe recolectar la información más

importante de cada equipo que constituye la empresa con cierto nivel de detalle para su posterior análisis, esto nos ayudara a determinar que tareas o actividades de mantenimiento son rentables y cuáles no.

### **2.6.1 *Criterios para determinar los niveles de criticidad.***

Existe una amplia variedad de criterios que permiten determinar la criticidad de un activo físico a mantener, dependiendo del objetivo que se plantea la empresa, los criterios para definir los equipos críticos se pueden adaptar, dándole mayor o menor importancia a criterios tales como: (Parra & Crespo, 2012 p. 58)

- Flexibilidad operacional.
- Como incide en la calidad final del producto.
- Efecto en la seguridad, higiene y medio ambiente.
- Costos de mantenimiento anuales.
- Frecuencia de fallas anual.
- Disponibilidad de recursos para el mantenimiento. (Parra & Crespo, 2012 p. 58)

### **2.6.2 *Métodos para calcular el nivel de criticidad***

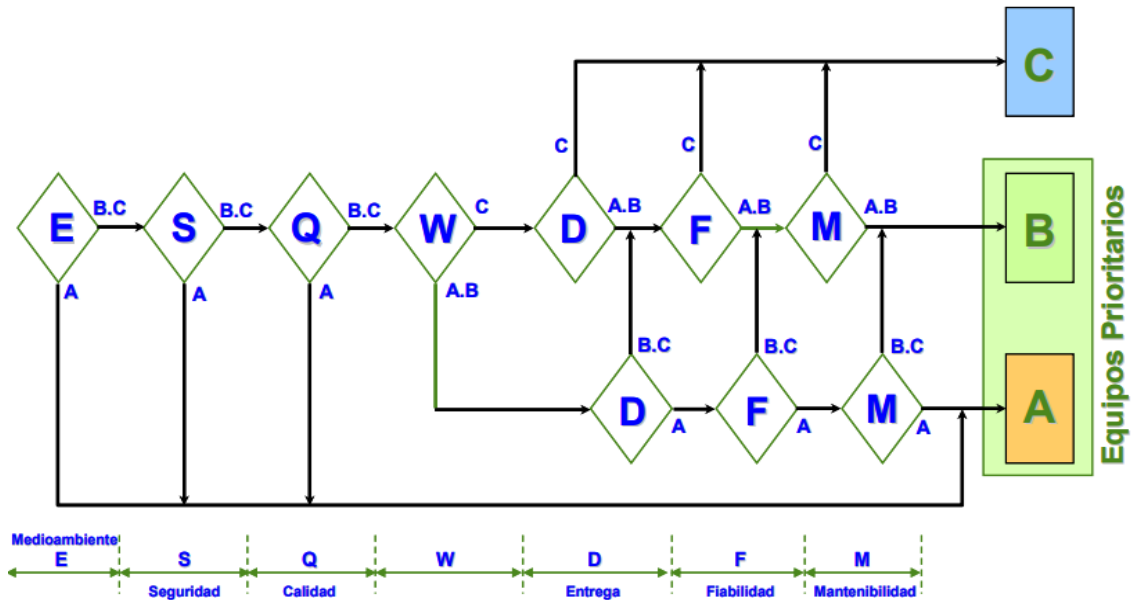
Existen algunos métodos muy utilizados para el cálculo del análisis de criticidad, los cuales son: cualitativos, cuantitativos y semicuantitativos, los mismos que están basados principalmente en la evaluación del riesgo en la producción. A continuación, se explica cada uno de ellos.

#### **2.6.2.1 *Análisis de criticidad cualitativo o método del flujograma***

Esta técnica hace relación a un análisis de criticidad netamente cualitativo, que como producto final se obtiene una división de los equipos en tres grupos o jerarquías las cuales son A, B y C con un nivel de criticidad alta, media y baja respectivamente, llegando a esta división por medio de cuestionamientos y preguntas secuenciales referentes a la calidad, producción, seguridad y medio ambiente. El orden juega un papel importante al momento que se analiza cada uno de los aspectos para poder establecer una prioridad. De alguna forma, el orden en la secuencia marca el peso que damos en nuestra gestión a cada uno de los atributos, a continuación, se detalla cada uno de ellos:

- Medio ambiente (E)
- Seguridad (S)

- Calidad (Q)
- Trabajo de un activo (W)
- Entrega o servicio (D)
- Fiabilidad (F)
- Mantenibilidad (M) (Parra & Crespo, 2012 p. 58)



**Figura 2-2:** Modelo del flujograma de criticidad

Fuente: (Parra & Crespo, 2012).

### 2.6.2.2 Análisis de criticidad cuantitativo o AHP (Proceso de análisis jerárquico)

Es una herramienta importante y de mucha ayuda para la toma de decisiones, utilizada en problemas en los cuales necesitan evaluarse aspectos tanto cualitativos como cuantitativos. Ayuda a organizar los aspectos críticos de un problema en una estructura jerárquica reduciendo las decisiones complejas a una serie de comparaciones que permiten la jerarquización de los aspectos evaluados. (Parra & Crespo, 2012 p. 65)

Para realizar este proceso se debe ejecutar los siguientes pasos:

1. Definir los criterios de decisión en forma de objetivos jerárquicos, iniciando con la definición del objetivo principal, luego se establecen los criterios, subcriterios y al final, en el nivel más bajo se describen las demás alternativas. (Parra & Crespo, 2012 p. 65)
2. Evaluar los factores de los dos niveles bajos en función de su importancia. Criterios ya sean cualitativos o cuantitativos son comparados usando juicios para establecer preferencias en



una escala de puntuación como se puede ver en la Tabla 4-2, esta técnica utiliza simples comparaciones para determinar su valor. (Parra & Crespo, 2012 p. 65)

**Tabla 3-2: Puntuación de los juicios**

Juicios	Puntuación
Igual	1
	2
Moderado	3
	4
Fuerte	5
	6
Muy fuerte	7
	8
Extremo	9
	10

**Fuente:** (Parra & Crespo, 2012).

**Realizado por:** (Daquilema A; López O, 2021).

- El método analítico AHP evalúa la congruencia de los juicios con la inconsistencia (IR). Para determinar una inconsistencia, primero se debe estimar el índice de consistencia (CI) de una matriz n x m, donde CI se expresa de la siguiente forma: (Parra & Crespo, 2012 p. 65)

$$CI = \frac{\lambda_{\text{máx}} - n}{n - 1} \quad (1)$$

Dónde  $\lambda_{\text{máx}}$  es el máximo valor de la matriz, de esta forma IR es definido por:

$$IR = \frac{CI}{RI} \quad (2)$$

Dónde RI es un número aleatorio promedio de CI para una matriz n x m. Los valores de RI se muestran en la siguiente Tabla 5-2: (Parra & Crespo, 2012 pp. 65-66)

**Tabla 4-2: Valores de RI para matrices n x m**

N	1	2	3	4	5	6	7
<b>RI</b>	0	0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35

**Fuente:** (Parra & Crespo, 2012).

**Realizado por:** (Daquilema A; López O, 2021).

- Y por último se calcula el nivel de preferencia sobre una escala comprendida entre 0 y 1, obteniendo como resultado alternativas ordenadas en función de los criterios de decisión. (Parra & Crespo, 2012 p. 66)

### 2.6.2.3 Análisis semicuantitativo CTR (criticidad total por riesgo)

Este método es práctico y puede ser adaptable a cualquier industria, por lo que ha sido escogido para realizar el presente trabajo, ya que utiliza una valoración por medio de cuestionamientos referente a criterios antes mencionados, y por medio de ecuaciones se puede valorar la criticidad, que dará como resultado de multiplicar la frecuencia de fallo por la severidad del mismo. (Parra & Crespo, 2012 pp. 60-61). A continuación, se muestra la ecuación de criticidad total por riesgo (CTR):

$$CTR = FF \times C \quad (3)$$

- **FF:** Frecuencia de fallos
- **C:** Consecuencia de fallos

El valor de la consecuencia de fallos se obtiene de la expresión (4) y remplazando la ecuación (4) en (3) se obtiene la ecuación final (5):

$$C = ((IO \times FO) + CM + SHA) \quad (4)$$

- **IO:** Factor de impacto en la producción
- **FO:** Factor de flexibilidad operacional
- **CM:** Factor de costos de mantenimiento
- **SHA:** Factor de impacto a la seguridad, higiene y medio ambiente

$$CTR = FF \times ((IO \times FO) + CM + SHA) \quad (5)$$

### 2.6.3 Ponderación de factores

Busca establecer una valoración de los diferentes aspectos a analizar, ya que son importantes para la producción y para el mantenimiento, por lo que veremos a continuación en las siguientes tablas:

**Tabla 5-2:** Ponderación de frecuencia de fallas

Frecuencia de Fallas (FF)	Valor
¿Qué tan frecuente son las fallas ocurridas?	
Excelente: ninguna falla por año	1
Bueno: 1 falla por año	2
Promedio: 2 y 3 fallas por año	3
Frecuente: más de 3 fallas por año	4

Fuente: (Parra & Crespo, 2012).

Realizado por: (Daquilema A; López O, 2021).

**Tabla 6-2:** Ponderación del impacto en la producción

<b>Impacto en la Producción (IO)</b>	<b>Valor</b>
¿Cuál es el impacto en la producción?	
Pérdidas de producción menor al 10 %	1
Pérdidas de producción entre el 10% y 24%	3
Pérdidas de producciones entre el 25% y el 49%	5
Pérdidas de producción entre el 50% y el 74%	7
Pérdidas de producción mayores al 75%	10

**Fuente:** (Parra & Crespo, 2012).

**Realizado por:** (Daquilema A; López O, 2021).

**Tabla 7-2:** Ponderación de la flexibilidad operacional

<b>Flexibilidad operacional (FO)</b>	<b>Valor</b>
¿Cuál es la flexibilidad operacional de los equipos?	
Se cuenta con unidades de reserva en línea, tiempos de reparación y logística pequeños	1
Se cuenta con unidades de reserva que logran cubrir de forma parcial el impacto de producción, tiempos de reparación y logística intermedios	2
No se cuenta con unidades de reserva para cubrir el impacto de producción, tiempos de reparación y logística muy grandes	4

**Fuente:** (Parra & Crespo, 2012).

**Realizado por:** (Daquilema A; López O, 2021).

**Tabla 8-2:** Ponderación de costos de mantenimiento

<b>Costos de mantenimiento (CM)</b>	<b>Valor</b>
¿Cuál es el costo anual del mantenimiento del equipo?	
Costos de reparación, materiales y mano de obra inferiores a \$2 500 dólares	1
Costos de reparación, materiales y mano de obra superiores a \$2 500 dólares	2

**Fuente:** (Parra & Crespo, 2012).

**Realizado por:** (Daquilema A; López O, 2021).

**Tabla 9-2:** Ponderación del impacto a la seguridad, higiene y medio ambiente

<b>Seguridad, higiene y medio ambiente (SHA)</b>	<b>Valor</b>
¿Cuál es la lesión más significativa que puede presentarse en la operación del equipo?	
No existe ningún riesgo de pérdida de vida, afección a la salud ni daños ambientales	1
Riesgo mínimo de pérdida de vida y afección a la salud, incidente ambiental menor, derrames fáciles de contener y fugas repetitivas	3
Riesgo medio de pérdida de vida, daños importantes a la salud, incidente ambiental de difícil restauración	6
Riesgo alto de pérdida de vida, daños graves a la salud del personal, incidente ambiental mayor, que exceden los límites permitidos	8

**Fuente:** (Parra & Crespo, 2012).

**Realizado por:** (Daquilema A; López O, 2021).

## 2.6.4 Niveles de criticidad según el método CTR

Según menciona (Parra & Crespo, 2012) en su libro “*Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicada en la gestión de activos*” existen tres divisiones de los sistemas y equipos de acuerdo a su nivel de criticidad:

- Sistemas críticos (C): Son Aquellos cuyo paro, avería o mal funcionamiento afecta significativamente a la producción de la empresa, existiendo grandes pérdidas.
- Sistemas medios críticos (MC): Aquellos cuyo paro, avería o mal funcionamiento afecta a la producción de la empresa, pero las consecuencias no son tan significativas.
- Sistemas no críticos (NC): Aquellos cuyo paro, avería o mal funcionamiento no afecta a la producción, provoca una pequeña incomodidad o costo adicional insignificante.

#### 2.6.4.1 Matriz para el análisis CTR

Para seleccionar los valores que corresponde a cada uno de los factores mostrados anteriormente, se realiza una entrevista con la participación de diferentes personas de preferencia que conozcan el contexto operacional del sistema o equipo que se está analizando y que sepan acerca del proceso o la influencia que tiene en el mismo. (Parra & Crespo, 2012 p. 62)

Para calcular el nivel de criticidad de los sistemas se toman los valores totales de la frecuencia de fallos y la consecuencia de los fallos y se ubican en la matriz de la Figura 3-2; el valor de frecuencia de fallos (FF) se ubica en el eje vertical y el valor total de las consecuencias de los fallos se ubica en el eje horizontal, obteniéndose así el valor de la criticidad del equipo.

A continuación, se puede apreciar en la Figura 3-2 la matriz CTR que nos permite jerarquizar los sistemas o equipos en tres grupos diferentes:

- Sistemas o equipos no críticos (NC)
- Sistemas o equipos de media criticidad (MC)
- Sistemas o equipos críticos (C)

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				

**Figura 3-2:** Matriz de criticidad a utilizar

Fuente: (Parra & Crespo, 2012).

## **2.7 Organización de la documentación de mantenimiento**

El mantenimiento como cualquier otro departamento de una empresa necesita llevar toda su documentación actualizada y debidamente organizada ya que el volumen y tamaño de documentos que se maneje, va ser directamente proporcional al número de activos físicos a mantener que posee la empresa.

La organización de archivos técnicos surge como la necesidad de obtener información que sea útil para el mantenimiento y permita registrar información del mismo, por lo que es necesario tener toda la documentación debidamente ordenada y vinculada al equipo al que pertenece. Una correcta organización nos permite que los documentos de mantenimiento recolectados de cada equipo nos sirvan como fuente de información por lo que debe estar actualizado para que su ubicación sea fácil y de una manera rápida para cualquier integrante del departamento, además que esté disponible en el momento que se requiera.

*El archivo técnico debe contener, adecuadamente ordenados, los diversos proyectos de las instalaciones y los manuales de todos los equipos. En ocasiones también contiene libros, documentación de cursos, catálogos de proveedores e información de carácter general que puede interesar al mantenimiento. (García Garrido, 2010 p. 272)*

### **2.7.1 Tipos de documentación de mantenimiento**

Documentación de mantenimiento es el conjunto de documentos e información a considerar en la adquisición de cualquier instalación, equipo, sistema o subsistema, con el objetivo de hacer posible la organización del mantenimiento. (UNE EN 13460, 2009 p. 8)

La norma UNE EN 13460 “*Documentos para el mantenimiento*” clasifica a los documentos de mantenimiento en dos tipos:

- Documentos de la fase preparatoria: Se conoce como fase preparatoria al periodo de vida del elemento correspondiente a su concepción, diseño, fabricación, montaje y puesta en servicio. (UNE EN 13460, 2009 p. 7) Entre los principales documentos encontramos: fichas técnicas, manual de operación, manual de mantenimiento, etc.
- Documentos de la fase operativa: La fase operativa es el periodo de tiempo que comienza cuando un equipo se pone en marcha y finaliza con el retiro o fuera de servicio definitivo.


(UNE EN 13460, 2009 p. 7) Entre los principales documentos de esta fase tenemos: solicitud de trabajo, requisición de material, orden de trabajo, historial de mantenimiento. etc.

Por lo que a continuación veremos más detalladamente algunos de los documentos de la fase preparatoria que maneja el departamento de mantenimiento de la empresa CIAUTO.CIA. LTDA.

### 2.7.1.1 Ficha técnica

Estos documentos contienen información proporcionada por el fabricante y nos sirve de soporte para llevar una correcta gestión, ya que registra los datos técnicos más importantes de un equipo y que pudieran ayudar al mantenimiento como: fecha de fabricación, fotografía, marca, modelo, serie, dimensiones, peso, capacidad, vida útil, datos de operación, y toda la información que apoye al departamento de mantenimiento. (UNE EN 13460, 2009 p. 9) A continuación, en la Tabla 11-2 se muestra el modelo de ficha técnica que actualmente maneja la empresa.

**Tabla 10-2:** Formato de ficha técnica de equipos de la empresa CIAUTO

		<b>FICHAS TÉCNICAS DE EQUIPOS EMPRESA "CIAUTO"</b>		<b>CÓDIGO</b>	
				<b>VERSIÓN</b>	
		<b>SOP-04 GESTION DE MANTENIMIENTO</b>		<b>FECHA EMISIÓN</b>	
<b>MÁQUINA</b>		<b>ESPECIFICACIONES GENERALES</b>			
<b>CÓDIGO</b>				<b>NOVEDADES</b>	
<b>FOTOGRAFÍA DEL EQUIPO</b>		<b>TIPO</b>			
		<b>NÚMERO DE SERIE</b>			
		<b>FABRICANTE</b>			
	<b>PERÍODO DE INSTALACIÓN</b>				
				<b>NOVEDADES</b>	
		<b>DESDE</b>			
		<b>HASTA</b>			
	<b>CARACTERÍSTICAS SISTEMA ELÉCTRICO</b>				
				<b>NOVEDADES</b>	
		<b>ALIMENTACIÓN</b>			
		<b>POTENCIA</b>			
		<b>CONSUMO</b>			
		<b>MODELO</b>			
		<b>SERIE</b>			
	<b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS</b>				
				<b>NOVEDADES</b>	
		<b>AÑO DE FABRICACIÓN</b>			
		<b>ESTADO DEL EQUIPO</b>			
		<b>TIEMPO DE VIDA ÚTIL</b>			
		<b>UBICACIÓN</b>			
	<b>PROCEDENCIA</b>				
	<b>CAPACIDAD</b>				

Fuente: (CIAUTO, 2020).

Realizado por: (Daquilema A; López O, 2021).

### 2.7.1.2 *Manual de operación*

Según la norma (UNE EN 13460, 2009 p. 9) define al manual de operación como una serie de instrucciones o procedimientos técnicos para conseguir un correcto desempeño funcional de acuerdo con sus características técnicas y factores de riesgo.

En dicho documento deberá constar información imprescindible como: fecha de edición, detalles técnicos del equipo, descripción funcional, puesta a punto, esquemas de diseño, seguridad, régimen de operación, limitaciones, documentos legales y reglamentos etc., además cabe recalcar que este documento es proporcionado por el proveedor del equipo.

### 2.7.1.3 *Manual de mantenimiento*

Un manual de mantenimiento comprende todas las instrucciones técnicas destinadas a conservar un elemento en un estado en el que pueda desarrollar las funciones requeridas, o restituirle a tal estado. (UNE EN 13460, 2009 p. 9) Este manual debe tener información importante para el mantenimiento como: fecha de edición, diagramas y esquemas, plan de mantenimiento, procedimientos, herramientas, repuestos, equipos de seguridad y protección para cada actividad.

## **2.8 Gestión de mantenimiento asistido por ordenador (GMAO)**

Poseer un sistema informático es muy importante y vital para el mantenimiento de cualquier empresa ya que facilita la planificación y ejecución de las actividades relacionadas al mantenimiento. Actualmente existe una variedad de programas que nos permite dar seguimiento a dichas actividades, por ejemplo CMMS (Computerized Maintenance Management System), SiSMAC (Sistema de Mantenimiento Asistido por Computador), Easy Maint, etc. (Medrano Márquez et al, 2017, pp. 16-17) De acuerdo a la (Organización Mundial de la Salud, 2012, p. 19) un sistema computarizado de gestión de mantenimiento (CMMS) es una herramienta que potencia la planificación del mantenimiento ya que la información que contiene va desde inventarios de equipos hasta indicadores de gestión.

### **2.8.1 *Ventajas del GMAO***

Para una empresa es muy importante tener un software de mantenimiento ya que ayuda a tener una base de datos sólida en la que se puede guardar información de todos sus equipos, como su inventario, ubicación, documentación, datos técnicos, manuales, planes de mantenimiento, lo que facilita la realización de estas tareas de manera segura, rápida y eficaz, además, de simplificar la

toma de decisiones al utilizarlo como una herramienta de gestión, a continuación se muestra en la Tabla 12-2 otros beneficios adicionales:

**Tabla 11-2:** Beneficios de utilizar un software de mantenimiento

<b>Beneficios</b>
1. Permite una rápida y constante actualización de los datos
2. Ayuda a mejorar la gestión de mantenimiento de la empresa
3. Se tiene una mayor supervisión y control del mantenimiento
4. Ayuda a controlar el inventario de equipos
5. Notificaciones y alertas automáticas
6. Registra y controla el cumplimiento de las actividades
7. Ayuda en la planificación y asignación de recursos

**Fuente:** (Medrano Márquez et al, 2017).

**Realizado por:** (Daquilema A; López O, 2021).



## CAPÍTULO III

### 3. INVENTARIO TÉCNICO Y CODIFICACIÓN DE ACTIVOS FÍSICOS A MANTENER

#### 3.1 Descripción de la empresa



**Figura 1-3:** Ubicación de la empresa CIAUTO CIA. LTDA

Fuente: (Google Maps, 2021).

La empresa Ciudad del Auto “CIAUTO.CIA.LTDA” se encuentra ubicada en la provincia de Tungurahua, parroquia Unamuncho, en la vía Camino Real, y nace de una visión empresarial comprometida con el Ecuador, aportando al cambio de la matriz productiva y a la sustitución de importaciones. Es una organización dedicada al ensamblaje de vehículos que inicia sus operaciones en febrero del año 2013 bajo un nuevo modelo de gestión empresarial lo que convierte al proceso de ensamblaje en una cadena productiva. (CIAUTO, 2020)

Por medio de un acuerdo comercial con China, mediante uno de los mayores fabricantes de vehículos asiáticos; CIAUTO ensambla vehículos de las reconocidas marcas Great Wall, Shineray, Haval, lo que ha logrado un gran crecimiento comercial por lo que se ubica como la cuarta marca más vendida en el país. (CIAUTO, 2020)

Su producción se basa principalmente en la fabricación de vehículos Haval M4, Great Wall Wingle 5 cabina simple y doble cabina, Great Wall Wingle S, Great Wall Wingle 7, motor a diésel o gasolina, y furgonetas Shineray, las cuales pasan por los procesos de soldadura, pintura, y ensamblaje, mismos que son los nombres de las plantas en que se divide la empresa. Su fabricación ha sido de gran acogida en el mercado, siendo Ambacar su principal comercializador.(CIAUTO, 2020)

### **3.1.1 *Política de calidad***

Es una empresa dedicada al ensamblaje de partes y vehículos automotores de calidad, comprometidos con el cumplimiento de los requisitos de la norma ISO 9001 que permite mantener la integridad y eficacia del sistema de gestión, así como su mejora continua. (CIAUTO, 2020)

### **3.1.2 *Misión***

CIAUTO es una empresa dedicada al ensamblaje de partes y vehículos automotores de calidad. Fomentando el desarrollo de la Provincia y el País, así como también el crecimiento de nuestra gente generando al mismo tiempo la rentabilidad necesaria para asegurar la continuidad y desarrollo de la organización. (CIAUTO, 2020)

### **3.1.3 *Valores***

- Integridad: Hacemos lo que decimos que vamos a hacer.
- Honestidad: Transparencia en todo lo que hacemos.
- Solidaridad: No sirve de nada llegar alto si llegas solo.
- Trabajo en equipo: Somos flexibles con nuestras funciones para contribuir con el logro de los objetivos de la empresa.
- Orientación a resultados: Damos lo mejor y requerimos lo mejor para lograr nuestros objetivos.
- Humildad: Escuchamos para aprender y estamos dispuestos siempre a mejorar.
- Confianza en Dios (CIAUTO, 2020).

### **3.1.4 *Objetivos estratégicos de la organización***

- Impulsar el desarrollo de nuestro equipo humano logrando su competencia compromiso y satisfacción con la organización.
- Mantener procesos de ensamblaje innovadores, confiables, seguros y competitivos que nos permiten ensamblar vehículos de calidad.
- Fomentar el desarrollo de la industria a través del crecimiento paulatino del número de unidades que ensamblamos y del tipo de partes locales que instalamos en nuestros vehículos.
- Lograr clientes entusiasmados con nuestros productos asegurando el crecimiento y sustentabilidad de nuestro negocio.

- Tener una Organización que genera la rentabilidad adecuada para asegurar la continuidad y desarrollo de nuestra empresa. (CIAUTO, 2020)

### 3.1.5 *Infraestructura de la empresa*



**Figura 2-3:** Plantas pertenecientes a la empresa CIAUTO

Fuente: (CIAUTO, 2020).

La empresa CIAUTO CIA. LTDA cuenta actualmente con una moderna y extensa infraestructura, como se puede apreciar en la Figura 2-3, hoy en día existen cuatro naves, en las cuales se divide los diferentes procesos de la empresa, tres naves o plantas son para producción (soldadura, pintura y ensamblaje) y una nave para abastecimiento o bodega de autopartes y componentes. Además, de un parque automotor para almacenamiento y exhibición de las unidades termina

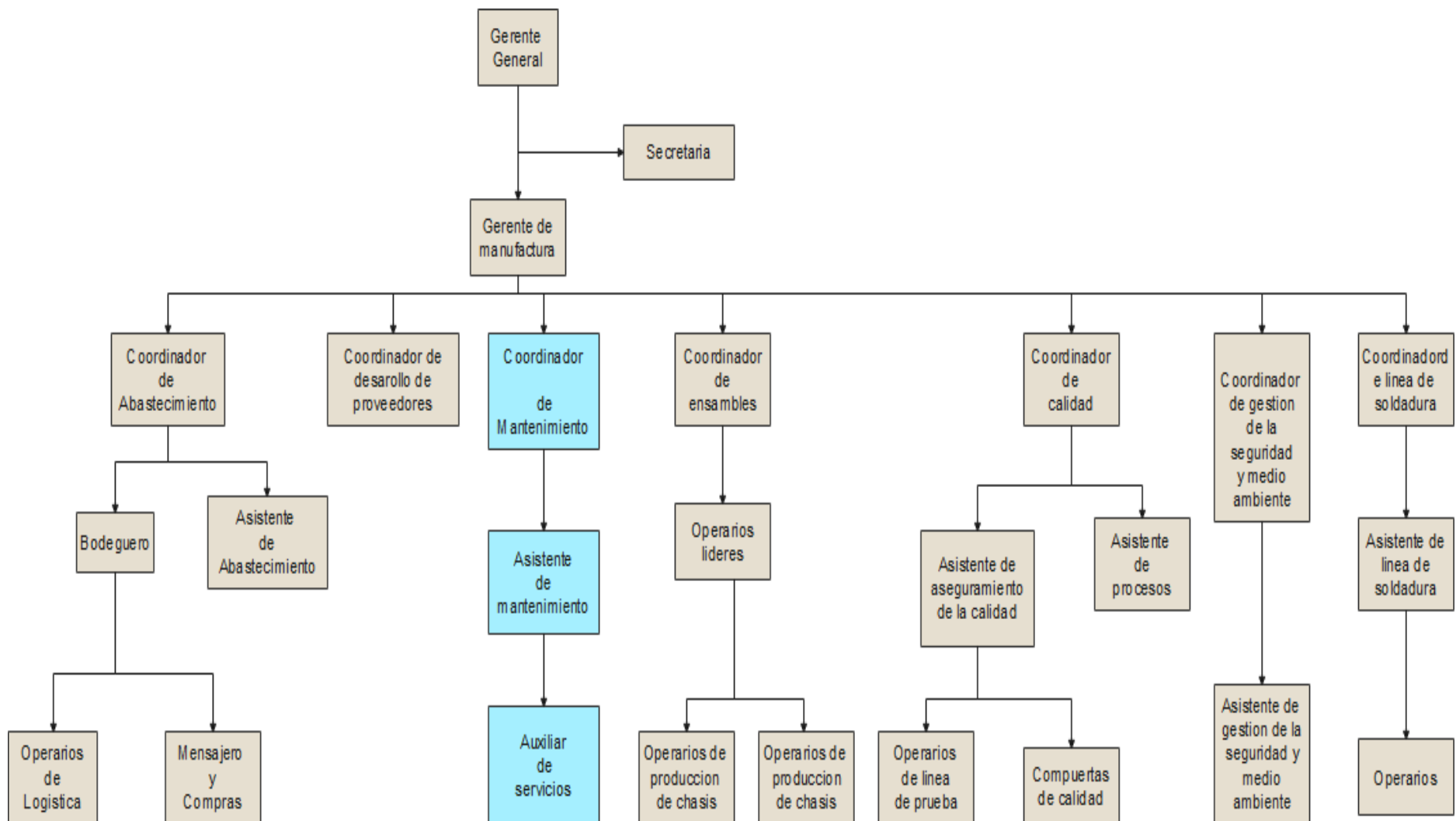
### 3.2 **Estructura funcional de la empresa**



**Figura 3-3:** Logo empresa CIAUTO CIA.LTDA

Fuente: (CIAUTO, 2020).

A continuación, en la Figura 4-3 se presenta el organigrama funcional de la empresa, el mismo que se ha realizado en base a una estructura vertical, en el cual se enlistan todos los departamentos y cargos, así como también las relaciones de dependencia que tienen cada uno de ellos actualmente en la empresa CIAUTO CIA.LTDA.



**Gráfico 1-3:** Organigrama funcional de la empresa CIAUTO CIA LTDA

Fuente: (CIAUTO, 2020).

### 3.2.1 *Área de abastecimiento o bodega*



**Figura 4-3:** Abastecimiento de autopartes

**Fuente:** (CIAUTO, 2020).

La fabricación de automotores en la empresa CIAUTO empieza con el proceso de abastecimiento de autopartes o componentes denominadas CKD`s (Completely Knocked Down), mismas que son traídas desde china.

Esta área está dividida en dos secciones para tener una mayor facilidad a la hora de ensamblar los vehículos, la primera sección se encuentra junto a la planta de soldadura, denominada de autopartes, ya que está equipada con componentes de vehículos como: puertas, capot, guardafangos, mascarillas, baldes para camionetas, etc. para facilitar su transportación y logística para el proceso de soldadura como se muestra en la Figura 4-3, y la otra sección llamada bodega ubicada conjuntamente a la planta de ensamble; en esta bodega tienen almacenado repuestos e insumos como: frenos, faros, radiadores, etc. todo lo que sea necesario al momento de ensamblar los vehículos, mismos que son entregados con su respectiva inspección con el fin de evitar problemas en el proceso de producción.

### 3.2.2 *Planta de soldadura*



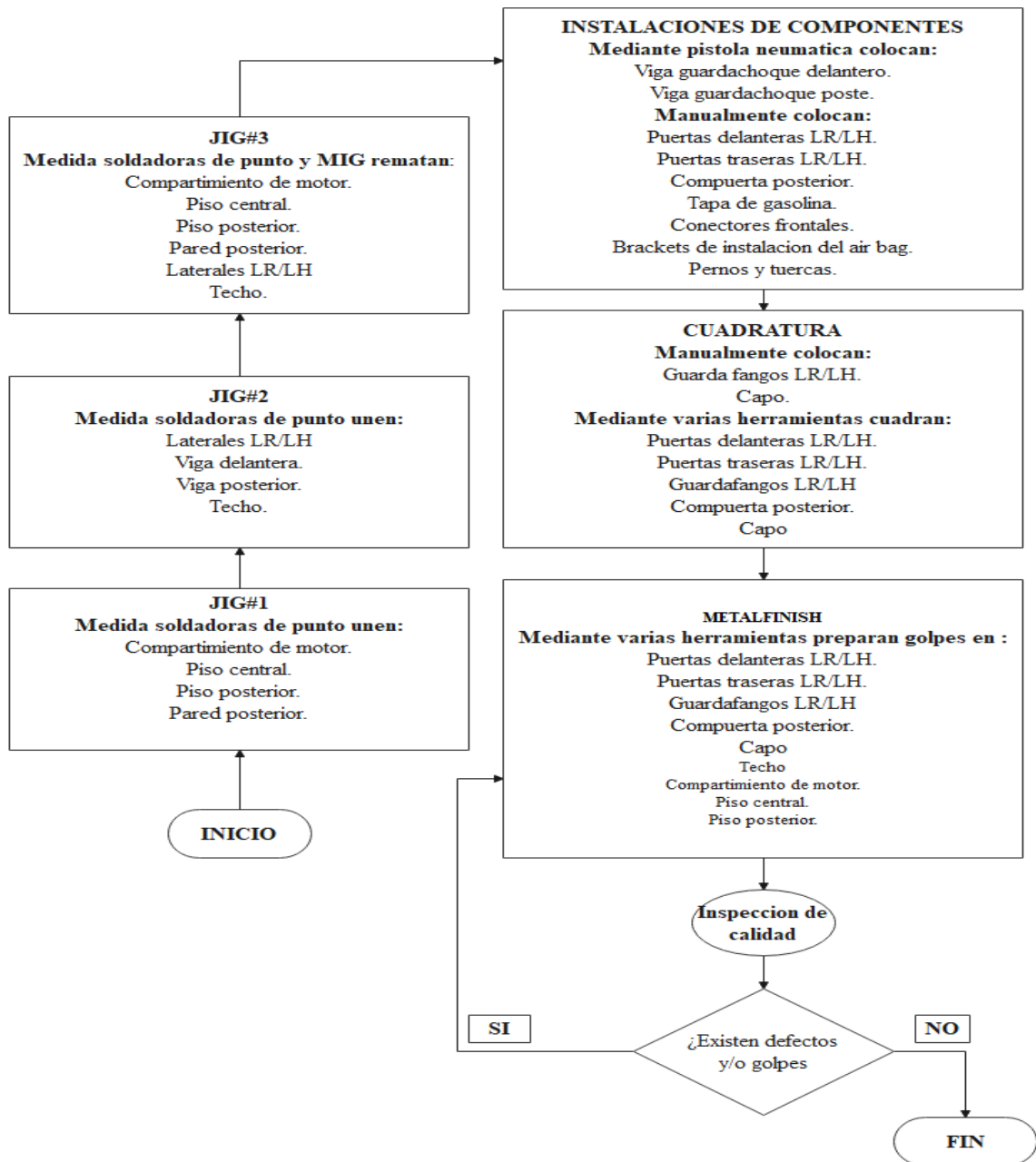
**Figura 5-3:** Proceso de soldadura por puntos

**Fuente:** (CIAUTO, 2020).

En esta área se realiza la unión de las partes metálicas o también conocidos como CKD`s por medio de soldadura por resistencia de puntos y soldadura MIG, donde demanda el uso de

dispositivos conocidos como JIG (dispositivo de ensamblaje), además, pistolas de soldadura calibradas para ser usadas en los diferentes componentes que forman parte de la carrocería.

En esta planta los elementos son transportados y unidos mediante soldadura, proceso que culmina con la respectiva inspección de calidad. Esto es repetido para las demás partes que conforman la estructura de la carrocería, para posterior pasar a cuadratura y a la unión del chasis - carrocería. No existe un orden determinado para el paso por las estaciones de soldadura, siendo el modelo del vehículo a ensamblar el que determine porque estaciones debe pasar.



**Gráfico 2-3:** Líneas del proceso de soldadura

Fuente: (CIAUTO, 2020).

Realizado por: (Daquilema A; López O, 2021).

Como se observa en la Figura 7-3 los trabajos que se realizan en cada estación de soldadura.

La planta de soldadura está compuesta por seis áreas de trabajo como se muestra en el ANEXO A, y esta a su vez se encuentra dividida en dos bloques que son:

- Bloque A; JIG 01, JIG 02, JIG 03.
- Bloque B: Instalación de componentes, Cuadratura, Metalfinish.

Los equipos y herramientas que se utilizan en el proceso de soldadura son neumáticos y eléctricos en su mayoría; entre los neumáticos tenemos los JIG's de soldadura, bombas de sellante, limadoras, lijadoras y pulidoras; taladros, pistolas, etc. así mismo entre los eléctricos tenemos las soldadoras de punto, soldadoras MIG, máquina extractora de golpes (spotter), grabadora de VIN para chasis etc.

#### 3.2.2.1 *JIG 01*

El JIG 01 se encuentra en el bloque A y es por cual inicia el proceso de soldadura, está conformada por dos puestos de trabajo, uno en el lado derecho (LR) y el otro en el lado izquierdo (LH). En esta área se realiza la unión mediante soldadura de punto del compartimento del motor con el piso central, piso central con el piso posterior y piso posterior con la pared posterior, además de la colocación de sellante en las partes soldadas.

#### 3.2.2.2 *JIG 02*

El JIG 02 de igual manera está ubicado en el bloque A, este es el segundo proceso de la línea de soldadura y está conformado por tres puestos de trabajo, cuyos operarios trabajan rotando por toda la carrocería. La principal característica de esta etapa es que mediante soldadura por resistencia de puntos se une el piso con los laterales LR/LH, vigas delanteras/posterior con los laterales LR/LH y techo con las vigas delantera/posterior y laterales LR/LH.

#### 3.2.2.3 *JIG 03*

El JIG de soldadura 03 es la tercera y última estación que se encuentra en el bloque A y está conformada por tres puestos de trabajo, un operario trabaja en el lado derecho (LR), otro en el lado izquierdo (LH), estos dos rematan mediante soldadura por puntos las partes y componentes unidas en los procesos anteriores y el tercero rota alrededor de la carrocería realizando cordones y puntos mediante soldadura MIG.

#### 3.2.2.4 *Instalación de componentes*

El bloque B inicia con la instalación de componentes, es el cuarto puesto de trabajo de la línea de soldadura y está conformado por una sola persona, en el cual el operador rota alrededor de la carrocería. En esta estación se incorporan los pernos, tornillos, tuercas, vigas de guardachoques delantero/posterior, puertas delanteras LR/LH, puertas traseras LR/LH y compuerta posterior de acuerdo al tipo de vehículo a ensamblar.

#### 3.2.2.5 *Cuadratura*

Es la quinta estación de trabajo de la línea de soldadura y se encuentra en el bloque B, está conformada por dos puestos de trabajo, en los cuales se encuentra un operador del lado derecho (LR) y el otro en el lado izquierdo (LH). Aquí se coloca y se cuadra con la carrocería autopartes como: capot, guardafangos LR/LH, puertas delanteras LR/LH, puertas traseras LR/LH, compuerta posterior.

#### 3.2.2.6 *Metal finish*

El metal finish o acabado final es la sexta y última etapa que comprende la planta de soldadura que se encuentra en el bloque B, misma que está conformada por dos puestos de trabajo, en los cuales los operadores trabajan uno en el lado derecho (LR), mientras que otro en el lado izquierdo (LH) de la estación.

En esta etapa por medio de varios equipos y herramientas se reparan y enderezan todos los golpes y fallas que existan en la estructura de la carrocería como: el compartimento de motor, piso central, piso posterior, capot, compuerta posterior, techo, puertas delanteras LR/LH, puertas traseras LR/LH y guardafangos LR/LH.



**Figura 6-3:** Proceso de soldadura de carrocerías

Fuente: (CIAUTO, 2020).



### 3.2.3 Planta de pintura

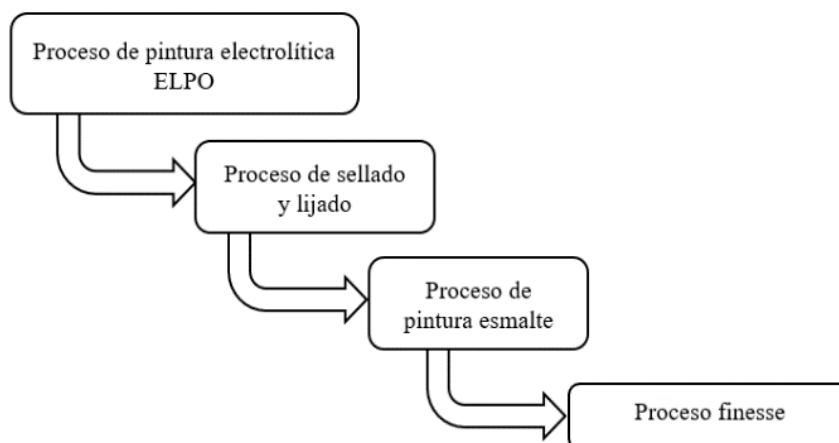


**Figura 7-3:** Proceso de pintura de carrocerías

Fuente: (CIAUTO, 2020).

Una vez que la carrocería ha sido armada y pasado por todos los controles de calidad en el proceso de soldadura, ingresa a pintura, esta planta es la más crítica de todas y está dividida en varias áreas como: ELPO (pintura electrolítica), lijado y sellado, pintura esmalte, y finesse etc. En el ANEXO B se puede observar de una forma más detallada las áreas y procesos que conforman esta planta.

El proceso inicia con la recepción y el ingreso de la carrocería armada a la planta de pintura, para pasar al proceso conocido como ELPO, en este proceso toda la carrocería metálica es sometida a varios tratamientos recibiendo productos protectores. Estas son sumergidas en su totalidad en las cubas o piscinas, después pasa al proceso de lijado y sellado de carrocería, techos, puertas y pisos, posteriormente pasa al proceso de cabina de pintura que es donde se pinta la carrocería metálica de acuerdo a los requerimientos del cliente, para finalmente concluir con la etapa finesse en la cual se inspecciona y verifica que toda la carrocería este correctamente pintada y no exista ningún fallo y en caso de existir se da unos pequeños retoques



**Gráfico 3-3:** Diagrama de procesamiento de pintura

Realizado por: (Daquilema A; López O, 2021).

### 3.2.3.1 Descripción del proceso ELPO



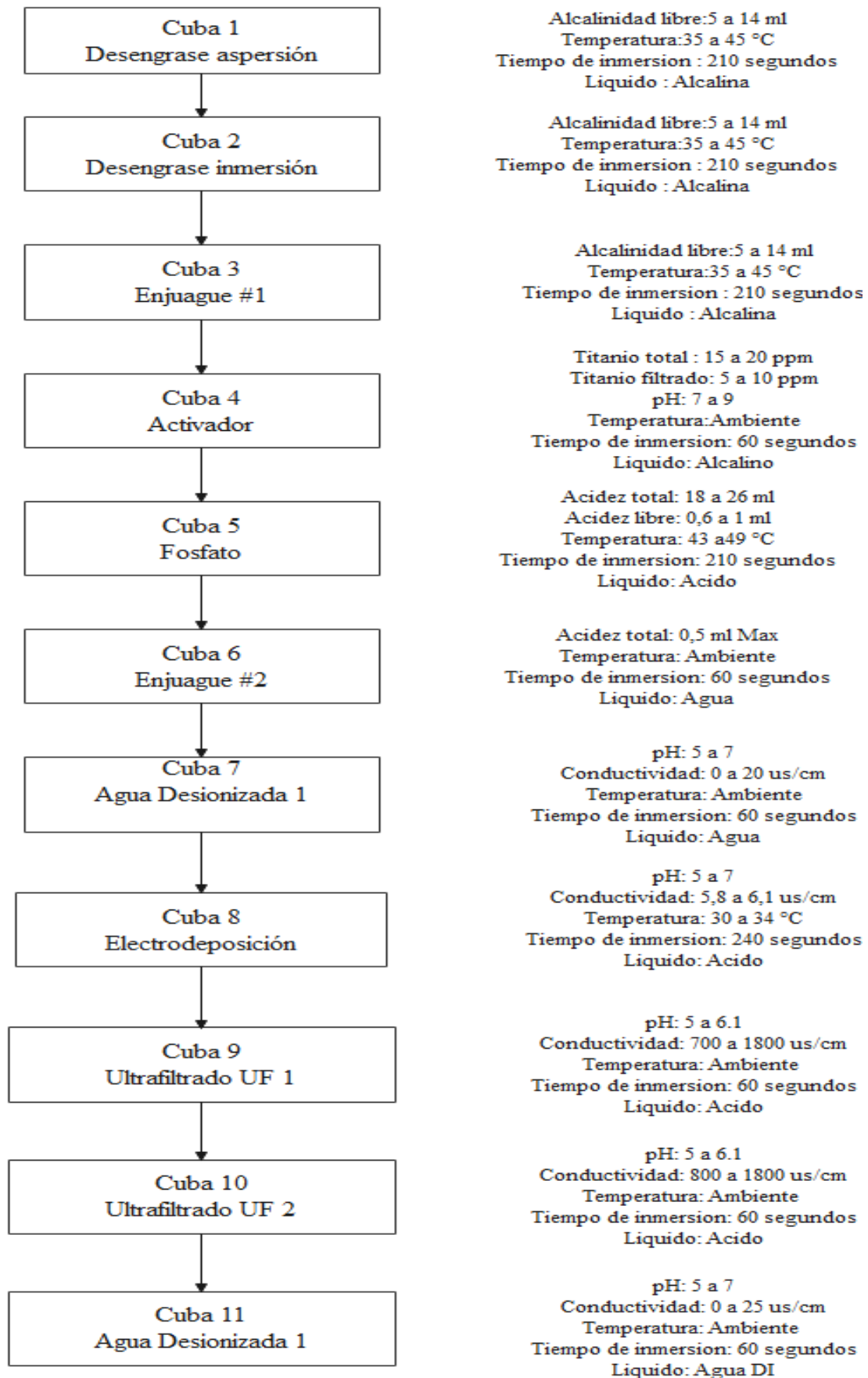
**Figura 8-3:** Cuba de desengrase del proceso ELPO

Fuente: (CIAUTO, 2020).

En este proceso denominado ELPO la estructura metálica es sometida a tratamientos y recubrimientos anticorrosivos a través de una inmersión total de la carrocería en 11 cubas, además, se preparan las superficies para garantizar una perfecta adherencia del fondo y pintura, este proceso se realiza por aspersion y por inmersión. Finalmente, se somete la carrocería a un lavado con agua desmineralizada antes de pasar a la siguiente etapa. Los pasos de este proceso son los siguientes: limpieza y desengrasado es la primera etapa que se realiza, ya que la carrocería viene del proceso de soldadura y puede arrastrar polvo, grasa y suciedad por lo que en este proceso se elimina de la superficie metálica todas estas impurezas.

El fosfatado es un tratamiento químico en el cual la carrocería metálica es sumergida completamente en una cuba, que a su vez está compuesta por una solución de ácido fosfórico y sales de fosfato a una temperatura que bordea los 40 y 50°C, lo que produce que se forme una capa micro cristalina, esta capa es porosa y su estructura cristalina hace que aumente la superficie de contacto, facilitando la adherencia y brindando una protección contra la humedad y corrosión.

La electrolisis es el proceso en el cual se brinda una protección o capa mediante la electrodeposición debido a una corriente que se genera entre la cuba que está conectada al polo positivo y la carrocería que se encuentra conectada al polo negativo a través del cargo bus; su funcionamiento se basa en la aplicación de un voltaje de 100 a 400 voltios, por lo cual las partículas se pegarán a la carrocería debido al principio del magnetismo, a una temperatura de 35° C y un tiempo de 10 minutos con una agitación hasta llegar a un espesor promedio de 20 a 25 micras que es lo adecuado para mantener la calidad. Posteriormente se procede a realizar el enjuague y limpieza de la estructura sumergiéndola en agua anolítica y agua desmineralizada para después secarlo en un horno a una temperatura que oscila los 170-180 ° C. A continuación, se muestra en la Figura 12-3 de una forma más detallada las características de cada una de las cubas pertenecientes al proceso ELPO:



**Gráfico 4-3:** Descripción del proceso de las cubas

Fuente: (CIAUTO, 2020).

### 3.2.3.2 Descripción del proceso de lijado y sellado

A continuación, la carrocería pasa a ser lijada para poder eliminar todos los excesos dejados por el proceso anterior y darle un mejor acabado a la estructura metálica por medio de pulidoras y lijadoras neumáticas, para que así se añada de una mejor manera la pintura, posteriormente se procede a sellar toda la carrocería como: puertas, pisos, techos y cabina para que pueda pasar al siguiente proceso que es el de pintura esmalte.

### 3.2.3.3 Descripción del proceso de pintura esmalte

En este proceso es donde se pintan las carrocerías metálicas aplicando algunas capas como: fondo, pintura y barniz a la carrocería, aquí existe un área conocida como casa de aire cuyo objetivo es que las partículas que no se adhirieron a la carrocería caigan al piso y por un proceso de humificación sean llevadas a una fosa de agua que se encuentra en los exteriores de la planta por medio de recirculación.

La carrocería una vez que ha sido pintada entra al horno de pintura esmalte en donde se realiza un proceso de secado de los productos aplicados anteriormente.

### 3.2.3.4 Descripción del proceso finesse



**Figura 9-3:** Proceso de pintura finesse

Fuente: (CIAUTO, 2020).

Y finalmente pasa al proceso denominado finesse que es en el cual se realiza un control de calidad y supervisión de la carrocería, una vez que ha sido pintada se procede a verificar que no exista ningún tipo de fallas, suciedades o rugosidades dejadas en cualquiera de los procesos anteriores de pintado, lijado o sellado, en el caso de existir alguna falencia si es pequeña se realiza un retoque en esta etapa y si la falla es más grande, la estructura regresa al inicio del proceso nuevamente.

### 3.2.4 *Planta de ensamble*



**Figura 10-3:** Proceso de ensamble de chasis

Fuente: (CIAUTO, 2020).

El ensamble de automotores en la empresa CIAUTO se encuentra dividido en cuatro diferentes etapas: línea compactos, línea chasis, línea cabina, y la línea de control de calidad y pruebas.

Cada una de las estaciones de trabajo está conformada por personal previamente entrenado y calificado para ejecutar las diferentes operaciones, además de una dotación de equipos y herramientas de trabajo con la más alta calidad y tecnología.

Para el ensamble de vehículos se utiliza tecnología semiautomática para realizar conexiones mecánicas eléctricas, electrónicas y demás procesos, empleando herramientas y equipos como: elevadores, pistolas neumáticas, torquímetros entre otros.

Una vez que la carrocería ha sido pintada y previamente ha pasado por todas las pruebas de calidad en pintura, el proceso de ensamble de componentes puede empezar; aquí se coloca el motor, embrague, caja de transmisión, radiador, sistema de frenos, dirección, suspensión, tablero, asientos, vidrios de las puertas, parabrisas, soportes, cinturones de seguridad, retrovisores, forros de asientos, los interiores del piso, faros, batería, tanque de combustible, etc.

Cuando el vehículo está totalmente armado se procede a realizar un cierto número de pruebas a las diferentes partes y sistemas, por ejemplo, a los neumáticos se los alinea y balancea, se revisan las conexiones eléctricas, luces delanteras, posteriores y de salón, tablero, radio, frenos, dirección, suspensión, además se somete al vehículo a un sistema de simulación de lluvia para verificar que no ingrese agua al interior de la cabina. Después de haber pasado todas estas pruebas y controles de calidad está listo para pasar al patio automotor y posteriormente ser vendido.

En el ANEXO C se encuentra un diagrama con todo el proceso explicado anteriormente.

### 3.3 Evaluación a la gestión de mantenimiento

Con el paso del tiempo la empresa poco a poco se ha ido incrementando tanto en personal como en maquinaria, por lo que el departamento de mantenimiento se ha visto en la necesidad de incrementar su mantenimiento tanto en el campo como en la parte de gestión, todo esto sin llevar indicadores de mantenimiento ni realizar una autoevaluación que determine la calidad de mantenimiento que se realiza.

Es muy importante determinar y evaluar el estado en el que se encuentra actualmente la gestión de mantenimiento para así poder identificar los puntos en los que tiene que mejorar la empresa. Por lo que se utilizó el instrumento de evaluación expuesto en el capítulo II, en este caso se realizó una encuesta dirigida al coordinador del departamento de mantenimiento, misma que está conformada por 8 preguntas de aspectos importantes, la cual tiene como objetivo determinar un valor porcentual que permita medir en una escala del 1-100 su eficiencia.

**Tabla 1-3:** Encuesta dirigida al coordinador de mantenimiento de la empresa CIAUTO

Preguntas	SI	NO
1. ¿La organización cuenta con una planificación y programación de mantenimiento, la cual tiene un plan de acción claro, con objetivos establecidos de cada activo que garanticen la disponibilidad de los sistemas?		X
2. ¿La empresa CIAUTO.CIA.LTDA cuenta con un GMAO (Gestión de mantenimiento asistido por ordenador) o software de mantenimiento para llevar una adecuada gestión?		X
3. ¿El departamento, a través de la programación de las actividades de mantenimiento, determina el número óptimo de personas que se requieren para el cumplimiento de los objetivos propuestos?		X
4. ¿La documentación de mantenimiento (manuales, catálogos, fichas) se encuentra debidamente codificada y es fácil determinar su ubicación?		X
5. ¿El departamento de mantenimiento maneja KPI (Indicadores claves de rendimiento) para la toma de decisiones?	X	
6. ¿El departamento de mantenimiento dispone de mecanismos eficientes para garantizar la utilización de las ordenes de trabajo para controlar y supervisar las actividades?	X	
7. ¿La organización de mantenimiento cuenta con un stock de materiales y repuestos de buena calidad y con facilidad para su obtención y así evitar tiempos de espera?	X	
8. ¿La empresa cuenta con equipos y procedimiento para realizar acciones de mantenimiento predictivo de manera organizada en el cual se especifiquen acciones y su frecuencia?	X	

**Fuente:** (Acosta Héctor, 2012).

**Realizado por:** (Daquilema A; López O, 2021).

#### 3.3.1 Evidencias de la encuesta realizada al departamento de mantenimiento

Para verificar la validez de cada una de las respuestas obtenidas en la encuesta, se procedió a sustentar cada una de ellas, por lo cual a continuación se argumenta con evidencias escritas detallando además, el estado actual que se encuentra.

Analizando el primer aspecto se comprobó la existencia de un plan de mantenimiento preventivo, el cual no se encuentra actualizado, por lo que no es muy útil para la empresa para el cumplimiento de actividades.

El segundo aspecto analizado es el software de mantenimiento el cual se comprobó la inexistencia del mismo, ya que toda la información del mantenimiento se encuentra almacenado en la herramienta Microsoft Excel.

De acuerdo al tercer aspecto evaluado se determinó que el departamento no asigna de una manera adecuada los recursos para el mantenimiento, ya que no se cuenta con un análisis para priorizar que equipos necesitan mayor atención.

El cuarto aspecto analizado sobre los archivos técnicos de mantenimiento se encontró que la empresa no lleva una correcta organización y codificación de archivos físicos y digitales.

Evaluando el quinto aspecto se verifico que el departamento analiza indicadores de mantenimiento (costos, disponibilidad) antes de tomar una decisión respecto a los equipos.

El sexto aspecto sobre la documentación de mantenimiento se constató que el departamento maneja documentación como requisición de materiales, solicitud de trabajo, órdenes de trabajo etc, las cuales después de ser cumplidas son archivadas para su verificación.

Analizando el séptimo aspecto se pudo observar que la empresa tiene un stock de repuestos y materiales de calidad en bodega, las cuales están a disposición del departamento en el momento que se requiera.

El octavo y último aspecto evaluado se determinó que el departamento de mantenimiento tiene a su disposición equipos para realizar análisis termográfico, análisis de vibraciones sin embargo no se realiza mediciones muy seguidas debido que el departamento tiene poco conocimiento del procedimiento que se debe seguir para su utilización.

### **3.4 Inventario técnico de los activos físicos a mantener**

Para la elaboración del inventario de los activos físicos a mantener de la empresa CIAUTO se utilizará los cuatro niveles detallados anteriormente en el capítulo II, los cuales han sido tomados en base a la normativa ISO 14224, esta norma brinda información sobre el proceso, recolección y verificación de datos confiables, identificando la taxonomía y estructura de datos.

### 3.4.1 Niveles jerárquicos

#### 3.4.1.1 Nivel I: planta o instalación

En el primer nivel jerárquico se encuentran las plantas o instalaciones con las que cuenta la empresa CIAUTO, mismas que se detallan a continuación en la Tabla 2-3:

**Tabla 2-3:** Nivel jerárquico I - lista de plantas

NIVEL I	
PLANTAS	SOLDADURA
	PINTURA
	ENSAMBLE
	PARQUE AUTOMOTOR

Realizado por: (Daquilema A; López O, 2021).

#### 3.4.1.2 Nivel II: área o etapa

En este nivel se indican las áreas o etapas que tiene cada una de las plantas pertenecientes a la empresa, a continuación, se muestra en la Tabla 3-3 un ejemplo de las áreas con las que cuenta la planta de pintura.

**Tabla 3-3:** Nivel jerárquico II - lista de áreas de la planta de pintura

NIVEL II	
ÁREAS	PINTURA ELECTROLÍTICA (ELPO)
	LIJADO Y SELLADO
	CABINA DE PINTURA
	SALA DE MEZCLAS
	FINESSE
	SALA DE MÁQUINAS
	TRATAMIENTO DE AGUA Y LAGUNAS

Realizado por: (Daquilema A; López O, 2021).

#### 3.4.1.3 Nivel III: sistema o máquina

A este tercer nivel jerárquico le corresponde todos los sistemas y máquinas que se encuentran en cada una de las áreas o etapas registradas anteriormente en el nivel II. En la siguiente Tabla 4-3 se muestra un ejemplo de algunos de los sistemas que componen el proceso de pintura electrolítica ELPO.



**Tabla 4-3:** Nivel jerárquico III - lista de sistemas del área ELPO de la planta de pintura

NIVEL III	
SISTEMAS	ELEVADOR DE UNIDADES DE INGRESO
	TRANSPORTE DE UNIDADES
	CARGO BUS 00
	CUBA 01: DESENGRASE POR ASPERSIÓN
	FILTRO PRENSA DE LA CUBA 05
	MÓDULO DE ULTRAFILTRADO DE LA CUBA 08 ECOAT
	CHILLER A CUBA 08 ECOAT
	EXTRACTOR DE AIRE 01
	VENTILADOR DE AIRE 01
	CORTINA DE AIRE INGRESO HORNO ELPO M2
	CONVEYOR HORNO ELPO M8
	CABINA HORNO ELPO

Realizado por: (Daquilema A; López O, 2021).

#### 3.4.1.4 Nivel IV: equipo

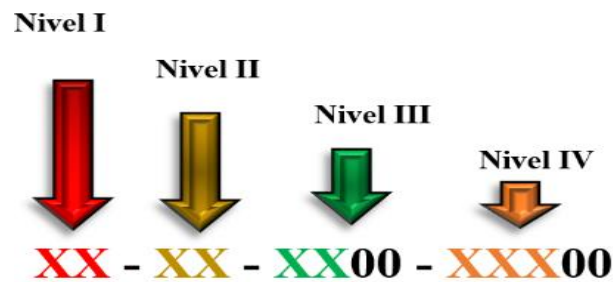
En este último nivel se detallan todos los equipos pertenecientes a cada uno de los sistemas enlistados en el nivel anterior. En la Tabla 5-3 se muestra un ejemplo de los equipos que comprenden el sistema cuba 01 desengrase por aspersión.

**Tabla 5-3:** Nivel jerárquico IV - equipos del sistema cuba 01 de la planta de pintura

NIVEL IV	
EQUIPOS	CUBA DE DESENGRASE POR ASPERSIÓN
	MOTOR ELÉCTRICO DE LA BOMBA CENTRIFUGA DE LA CUBA DE DESENGRASE POR ASPERSIÓN
	BOMBA CENTRÍFUGA DE LA CUBA DE DESENGRASE POR ASPERSIÓN
	INTERCAMBIADOR DE CALOR DE LA CUBA DE DESENGRASE POR ASPERSIÓN
	SERVOVÁLVULA DE CALENTAMIENTO DE LA CUBA DE DESENGRASE POR ASPERSIÓN
	SERVOVÁLVULA DE RECIRCULACIÓN DE LA CUBA DE DESENGRASE POR ASPERSIÓN
	CONTROLADOR DE TEMPERATURA DE LA CUBA DE DESENGRASE POR ASPERSIÓN
	ELECTROVÁLVULA ASPERSIÓN DE LA CUBA DE DESENGRASE POR ASPERSIÓN
	VÁLVULAS, TUBERÍAS, MANÓMETROS Y ACCESORIOS DE LA CUBA DE DESENGRASE POR ASPERSIÓN

Realizado por: (Daquilema A; López O, 2021).

### 3.4.2 Codificación de equipos

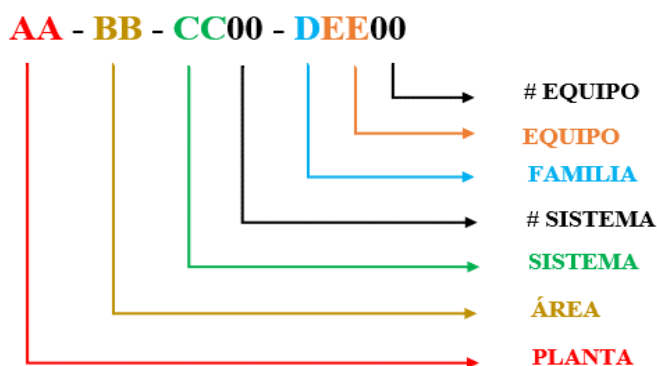


**Figura 11-3:** Niveles jerárquicos

Realizado por: (Daquilema A; López O, 2021).

Antes de iniciar con la codificación de los equipos inventariados, cabe recalcar que se encontró una codificación previa en algunas de las máquinas de la planta de soldadura, dicha codificación fue implementada por producción, por lo cual no se encontraba familiarizado con los demás departamentos de la empresa, la cual no tenía una estructura jerárquica ni relación de dependencia con las áreas de la empresa, además no ayudaba a determinar de manera rápida su ubicación.

La codificación de los dos primeros grupos está conformada por dos dígitos alfabéticos, el tercer grupo está conformado por cuatro dígitos alfanuméricos, dos alfabéticos que pertenecen al nombre del sistema y dos numéricos que representan su secuencia, y el último grupo está compuesto por cinco dígitos alfanuméricos, tres alfabéticos; la primera letra nos indica la familia del equipo, las dos siguientes letras nos sirve para identificar el tipo de equipo y los dos últimos dígitos numéricos nos representa su secuencia, cuyo proceso se describe a continuación:



**Figura 12-3:** Estructura de codificación a utilizar

Realizado por: (Daquilema A; López O, 2021).

Donde:

- **AA:** Planta perteneciente a la empresa.

- **BB:** Área o etapa.
- **CC00** Descripción y número del sistema.
- **D:** Familia a la que pertenece el equipo.
- **EE00:** Descripción y número del equipo.

#### 3.4.2.1 Codificación nivel I: planta o instalación

Para realizar la codificación del nivel I se ha utilizado dos dígitos alfabéticos que indica el nombre de cada planta de la empresa CIAUTO como se puede observar en la Tabla 6-3:

**Tabla 6-3:** Codificación nivel I - lista de plantas

NIVEL I	
CODIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
PS	SOLDADURA
PP	PINTURA
PE	ENSAMBLE
PA	PARQUE AUTOMOTOR

Realizado por: (Daquilema A; López O, 2021).

#### 3.4.2.2 Codificación nivel II: área o etapa

Para la codificación del segundo nivel utilizaremos de igual manera, dos dígitos alfabéticos que indica el nombre de las áreas que compone cada una de las plantas, como se puede observar en la Tabla 7-3.

**Tabla 7-3:** Codificación nivel II - lista de áreas de la planta de pintura

NIVEL II	
CODIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
EL	PINTURA ELECTROLÍTICA (ELPO)
SE	LIJADO Y SELLADO
CP	CABINA DE PINTURA
SM	SALA DE MEZCLAS
FI	FINESSE
MA	SALA DE MÁQUINAS
TR	TRATAMIENTO DE AGUA Y LAGUNAS

Realizado por: (Daquilema A; López O, 2021).

#### 3.4.2.3 Codificación nivel III: sistema o máquina

Para este nivel correspondiente a sistemas, se utilizó una codificación combinada, que está compuesta por cuatro dígitos alfanuméricos; dos dígitos alfabéticos que indica el nombre del

sistema y los dos siguientes dígitos numéricos corresponden al número secuencial del sistema, a continuación, se muestra en la siguiente Tabla 8-3 un ejemplo de dicha codificación:

**Tabla 8-3:** Codificación nivel III - lista de sistemas del área ELPO de la planta de pintura

NIVEL III	
CODIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
EU01	ELEVADOR DE UNIDADES DE INGRESO
TR01	TRANSPORTE DE UNIDADES
CB00	CARGO BUS 00
CU01	CUBA 01: DESENGRASE POR ASPERSIÓN
FP01	FILTRO PRENSA DE LA CUBA 05
MU01	MÓDULO DE ULTRAFILTRADO DE LA CUBA 08 ECOAT
CH01	CHILLER A CUBA 08 ECOAT
EX01	EXTRACTOR DE AIRE 01
VE01	VENTILADOR DE AIRE 01
CE01	CORTINA DE AIRE INGRESO HORNO ELPO M2
CY01	CONVEYOR HORNO ELPO M8
CP01	CABINA HORNO ELPO

Realizado por: (Daquilema A; López O, 2021).

#### 3.4.2.4 Codificación nivel IV: equipo

La codificación de este último nivel está compuesta por una combinación de cinco dígitos alfanuméricos de los cuales tres son alfabéticos y dos son numéricos, la primera letra indica la familia del equipo ver Tabla 9-3, las siguientes dos letras pertenecen al tipo de equipo, y los dos últimos dígitos numéricos corresponden al número secuencial, en la Tabla 10-3 se puede observar un ejemplo.

**Tabla 9-3:** Codificación nivel IV - familia de equipos

CODIGO	FAMILIA
A	AUTOMOTRÍZ
C	CIVIL
D	INFORMÁTICO
E	ELÉCTRICO
I	ELÉCRONICO/INSTRUMENTACIÓN
M	MECÁNICO

Realizado por: (Daquilema A; López O, 2021).


**Tabla 10-3:** Codificación nivel IV-lista de equipos de la cuba 01 desengrase por aspersión

NIVEL IV	
CODIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
MDP01	CUBA DE DESENGRASE POR ASPERSIÓN
EME01	MOTOR ELÉCTRICO DE LA BOMBA CENTRIFUGA DE LA CUBA DE DESENGRASE POR ASPERSIÓN
MBB01	BOMBA CENTRÍFUGA DE LA CUBA DE DESENGRASE POR ASPERSIÓN
MIC01	INTERCAMBIADOR DE CALOR DE LA CUBA DE DESENGRASE POR ASPERSIÓN
MVA01	SERVOVÁLVULA DE CALENTAMIENTO DE LA CUBA DE DESENGRASE POR ASPERSIÓN
MVA02	SERVOVÁLVULA DE RECIRCULACIÓN DE LA CUBA DE DESENGRASE POR ASPERSIÓN
ICT01	CONTROLADOR DE TEMPERATURA DE LA CUBA DE DESENGRASE POR ASPERSIÓN
MVA03	ELECTROVÁLVULA ASPERSIÓN DE LA CUBA DE DESENGRASE POR ASPERSIÓN
MEQ01	VÁLVULAS, TUBERÍAS, MANÓMETROS Y ACCESORIOS DE LA CUBA DE DESENGRASE POR ASPERSIÓN

Realizado por: (Daquilema A; López O, 2021).

El código final del equipo es el resultado de combinar los códigos de los cuatro niveles, cada uno de ellos está dividido por un guion (-) como se puede observar en la siguiente Tabla 11-3:

**Tabla 11-3:** Ejemplo de inventario y codificación de equipos

INVENTARIO Y CODIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS DE LA EMPRESA "CIAUTO. CIA. LTDA"							 <b>CIAUTO</b> <small>Parque Industrial Autopartista</small>
FECHA	FEBRERO 2021		REVISADO	ING. MIGUEL ÁNGEL TAIPE			
POR	DAQUILEMA-LÓPEZ		CARGO	COORDINADOR DE MTO			
NIVEL I	NIVEL II	NIVEL III	NIVEL IV				CÓDIGO EQUIPO
PP	EL	CB01	M	EL	01	TECLE KITO DELANTERO CARGO BUS 01	PP-EL-CB01-MEL01
PP	EL	CB01	E	ME	01	MOTOR ELÉCTRICO TECLE KITO DEL. CARGO BUS 01	PP-EL-CB01-EME01
PP	EL	CB01	M	EL	02	TECLE KITO POSTERIOR CARGO BUS 01	PP-EL-CB01-MEL02

Realizado por: (Daquilema A; López O, 2021)

En los anexos D-E-F-G se encuentra el inventario y codificación de todas áreas, sistemas y equipos de las plantas de soldadura, pintura, ensamble y parque automotor respectivamente.

### 3.5 Levantamiento de evidencias fotográficas de los sistemas

El levantamiento y recolección de sustentos fotográficos es una parte complementaria en la elaboración de un inventario técnico eficaz, ya que al momento de registrar el listado de sistemas y equipos se puede tomar fotografías que, a más de servir como soporte, ayuda a conocer las condiciones en las que opera y el estado actual que se encuentra, además la información técnica recolectada servirá como base para elaborar documentos como: fichas técnicas, manuales, etc.





Otra ventaja es que permite conocer las partes y componentes que lo conforman, siendo así más fácil su identificación de otros equipos similares. Además, tener una evidencia fotográfica servirá como sustento de este proyecto ya que se puede verificar que su contenido es real y confiable.

**Tabla 12-3:** Fotografía del cargo bus 01 de la planta de pintura

LEVANTAMIENTO FOTOGRÁFICO		CIAUTO	
CÓDIGO SISTEMA	PP-EL-CB01	DESCRIPCIÓN SISTEMA	CARGO BUS 01
SISTEMA		PLACA MOTOR	
			
TABLERO DE CONTROL			
			

Realizado por: (Daquilema A; López O, 2021).

**Tabla 13-3:** Fotografía del generador eléctrico de la planta de pintura

LEVANTAMIENTO FOTOGRÁFICO		CIAUTO	
CÓDIGO SISTEMA	PP-MA-GE01	DESCRIPCIÓN SISTEMA	GENERADOR ELÉCTRICO
SISTEMA		PLACA MOTOR	
			
TABLERO DE CONTROL			
			

Realizado por: (Daquilema A; López O, 2021).

En el anexo H-I-J-K se encuentran los sustentos fotográficos de los sistemas de las plantas de soldadura, pintura, ensamble y parque automotor pertenecientes a la empresa CIAUTO.

### 3.6 Análisis de criticidad a los sistemas mediante el método CTR

Con la ayuda del análisis de criticidad aplicado a todos los sistemas se pretende jerarquizar y conocer cuáles son los más críticos para la empresa, y así establecer una prioridad al momento de seleccionar el modelo de mantenimiento que corresponde a cada máquina y poder justificar los recursos asignados. Para el análisis de criticidad de los diferentes sistemas de la empresa se utilizó el método semicuantitativo denominado CTR (criticidad total por riesgo), dicho método se encuentra explicado en el capítulo II. A continuación, se muestra un ejemplo del cálculo del nivel de criticidad del elevador de unidades ingreso (PP-EL-EU01):

- FF = 3, tiene un promedio de fallas entre 2 y 3 veces al año.
- IO = 10, en caso de fallar se tiene una pérdida de producción mayor al 75%.
- FO = 4, no cuenta con unidades de reserva para cubrir el impacto de producción, existen tiempos de reparación y logística muy grandes.
- CM = 1, sus costos de reparación, materiales y mano de obra son inferiores a \$2 500 dólares.
- SHA = 8, si falla ocasionaría un riesgo alto de pérdida de vida, daños graves a la salud del personal, incidente ambiental mayor a los límites permitidos.

Al aplicar la ecuación (5) y reemplazando los valores se obtiene los siguientes resultados:

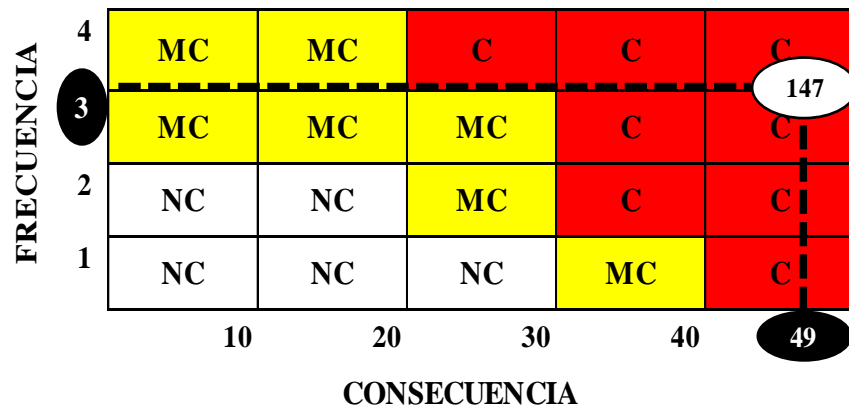
$$CTR = FF \times (IO \times FO) + CM + SHA$$

$$CTR = 3 \times ((10 \times 4) + 1 + 8)$$

$$CTR = 3 \times 49$$

$$CTR = 147$$

Posteriormente ubicamos los valores de los parámetros frecuencia de fallas FF = 3 en el eje vertical y la consecuencia de las fallas C = 49, en el eje horizontal de nuestra matriz, y obtenemos un valor total de 147, lo que arroja como resultado un sistema crítico como se observa en la Figura 17-3:



**Figura 13-3:** Calculo de la criticidad mediante matriz CTR

Realizado por: (Daquilema A; López O, 2021).

**Tabla 14-3:** Ejemplos de nivel de criticidad de los sistemas

PLANTA PINTURA		FACTORES A EVALUAR					TOTAL	NIVEL DE CRITICIDAD
CÓD SISTEMA	DESCRIPCIÓN	FF	IO	FO	CM	SHA		
PP-EL-EU01	ELEVADOR DE UNIDADES INGRESO	3	10	4	1	8	147	CRÍTICO
PP-EL-TR01	TRANSPORTE UNIDADES	2	1	1	1	3	10	NO CRÍTICO
PP-EL-CB00	CARGO BUS 00	3	5	2	2	6	54	MEDIO CRÍTICO
PP-EL-CB01	CARGO BUS 01	3	5	2	2	6	54	MEDIO CRÍTICO
PP-EL-CB02	CARGO BUS 02	3	5	2	2	6	54	MEDIO CRÍTICO

Realizado por: (Daquilema A; López O, 2021).

En los anexos L-M-N-O se encuentra los resultados del análisis de criticidad efectuado a cada uno de los sistemas de las plantas de soldadura, pintura, ensamble y parque automotor de la empresa CIAUTO CIA LTDA.

### 3.7 Descripción actual de los archivos técnicos de mantenimiento

Una vez realizado el inventario y codificación de equipos, el siguiente paso para mejorar la gestión de mantenimiento de la empresa CIAUTO, es recopilar e identificar toda la información existente acerca de los equipos inventariados y separar los documentos que forman parte del trámite administrativo y los que son considerados como documentos técnicos.

El departamento de mantenimiento en cuanto a documentación técnica cuenta con: fichas técnicas, manuales de operación y mantenimiento tanto físicos como digitales, y algunos catálogos proporcionados por los fabricantes. Sin embargo, toda esta documentación no se encuentra clasificada, ni ubicada en un lugar adecuado, encontrando así documentación repetida



y sin ningún tipo de identificación, por lo que se realizó el acopio y organización de los archivos técnicos de acuerdo al tipo de documento, para que así sea más fácil determinar su ubicación y contribuya a la búsqueda de información.

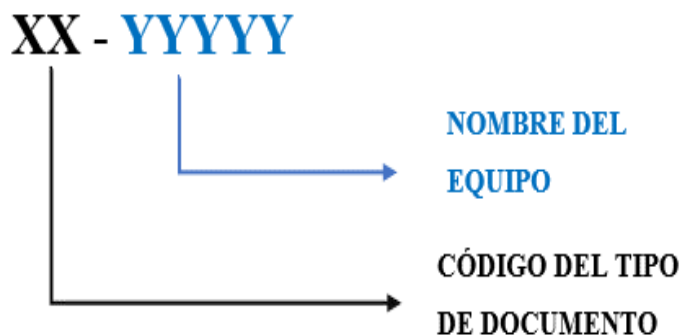
### 3.8 Acopio y codificación de archivos técnicos de mantenimiento

Para realizar la organización de archivos técnicos como primer paso se ha recopilado toda la documentación existente en cada una de las plantas de la empresa y se ha clasificado de acuerdo al tipo de documento, para posteriormente codificar todos estos archivos tanto físicos como digitales, de acuerdo a la Figura 18-3, y finalmente digitalizarlos y ubicarlos en los archivadores o en carpetas digitales compartidas respectivamente.

**Tabla 15-3:** Codificación de archivos técnicos de mantenimiento

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
FT	FICHA TÉCNICA
MO	MANUAL DE OPERACIÓN
MM	MANUAL DE MANTENIMIENTO

**Realizado por:** (Daquilema A; López O, 2021).



**Figura 14-3:** Estructura de codificación a utilizar

**Realizado por:** (Daquilema A; López O, 2021).

Donde:

- **XX:** Código del tipo de documento.
- **YYYYYY:** Nombre del equipo al que pertenece.

Una vez que ha sido recopilada toda la documentación existente en cada una de las plantas y haber separado correctamente los documentos que actualmente sirven y los que no utiliza el

departamento de mantenimiento, finalmente se obtuvo, fichas técnicas, manuales de operación y manuales de mantenimiento.

La clasificación y organización de los documentos de mantenimiento se realizó en dos etapas, la primera para la documentación física y la segunda para la documentación digital, ambas bajo la misma metodología y codificación.

### **3.8.1 Organización de los archivos físicos y digitales de mantenimiento**

Para realizar una adecuada organización de la documentación física se inició clasificando de acuerdo al tipo de documento, y se procedió a guardar dicha información en carpetas y archivadores; posteriormente se codificó utilizando la metodología (ver Figura 18-3) explicada anteriormente.

Seguidamente se ubicó en los estantes que existen en cada una de las plantas de la empresa, para que así sea más fácil para cualquier miembro del departamento determinar su ubicación y la máquina a la que pertenece cada archivo.

En cuanto a la documentación digital, se organizó de igual manera que los documentos físicos, por medio de un computador se ubicó en carpetas denominadas de acuerdo a la codificación usada anteriormente, de este modo se pretende mantener una codificación estándar para evitar confusiones con los equipos de las demás plantas, para que así esté al alcance de todo el personal y en el momento que se requiera.




Además, esto ayudará a llevar una mejor gestión ya que más adelante toda esta información puede ser de mucha ayuda si la empresa requiere implementar un GMAO o software de mantenimiento.

#### **3.8.1.1 Fichas técnicas**

Las fichas de los equipos de la empresa CIAUTO contiene información técnica clara y precisa, pero dichas fichas no se encuentran clasificadas ni actualizadas, ya que existen equipos que han sido dados de baja y otros que han sido repotenciados.

Por lo cual se procedió a la organización de estos archivos, de acuerdo a la codificación explicada previamente le corresponde dos letras FT que son del tipo de documento seguido del nombre del equipo que pertenece. Cabe recalcar que estos archivos son de uso interno de la empresa, por lo que a continuación se muestra un ejemplo en la Tabla 16-3:

**Tabla 16-3:** Ejemplo de codificación de ficha técnica del sistema cargo bus 01

		FICHA TECNICA MAQUINARIA CIAUTO		CÓDIGO	SOP-04-OTR-02
				VERSIÓN	02
		SOP-04 GESTIÓN DE MANTENIMIENTO		FECHA EMISIÓN	2013-11-13
MÁQUINA	FT-CARGO BUS 01	ESPECIFICACIONES			NOVEDADES
		TECLE 1			
		CODE	ER020SD		
		LOTE	ER2A-54SY6750		
		SERIE	192439		
		VELOCIDAD	8,5/1,4 m-min		
		AÑO	2015		
				TECLE 2	
CODE	ER020SD				
LOTE	ER2A-43SY6750				
SERIE	192439				
VELOCIDAD	8,5/1,4 m-min				
AÑO	2014				
				MOTOR INDUCCION 3 F	
		POTENCIA	0,53 HP		
		FRECUENCIA	60 HZ		
		SERIE	17000382		
				TROLLEY	
MODELO	TS2-139				
SERIE	732854				
CAPACIDAD	2 TONELADAS				
PROCEDENCIA	JAPON				

Fuente: (CIAUTO, 2020).

Realizado por: (Daquilema A; López O, 2021).

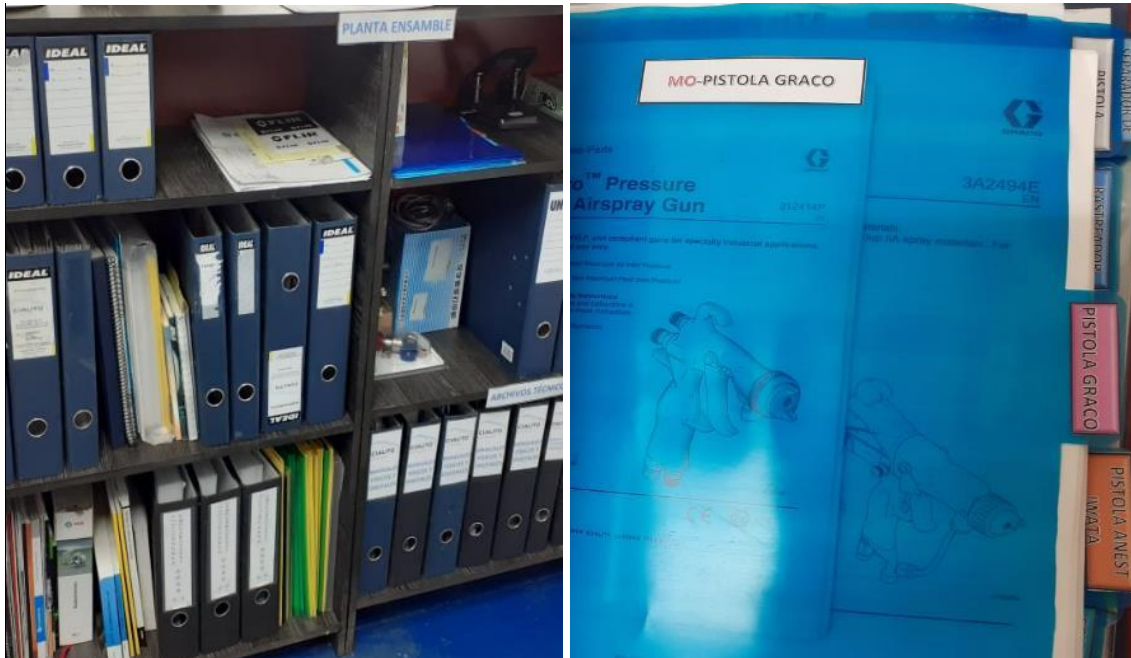
**Tabla 17-3:** Lista de fichas técnicas de los sistemas de la planta de pintura

FT001	ELEVADOR DE UNIDADES INGRESO (PP-EL-EU01)	DEMAG	MAN 184
FT002	CARGO BUS 01 (PP-EL-CB01)	KITO	MAN 185
FT003	CARGO BUS 02 (PP-EL-CB02)	KITO	MAN 186
FT004	CARGO BUS 03 (PP-EL-CB03)	KITO	MAN 187
FT005	CARGO BUS 04 (PP-EL-CB04)	KITO	MAN 188
FT006	CARGO BUS 05 (PP-EL-CB05)	KITO	MAN 189
FT007	CUBA 01 DE DESENGRASE POR ASPERSIÓN (PP-EL-CU01)	JIANGSU DAZHONG	MAN 190
FT008	CUBA 02 DE DESENGRASE POR INMERSIÓN (PP-EL-CU02)	JIANGSU DAZHONG	MAN 191
FT009	CUBA 03 DE ENJUAGE (PP-EL-CU03)	JIANGSU DAZHONG	MAN 192
FT010	CUBA 04 DE PASIVADO (PP-EL-CU04)	JIANGSU DAZHONG	MAN 193
FT011	CUBA 05 DE FOSFATADO (PP-EL-CU05)	JIANGSU DAZHONG	MAN 194
FT012	CUBA 06 DE ENJUAGE (PP-EL-CU06)	JIANGSU DAZHONG	MAN 195
FT013	CUBA 07 DE ENJUAGE (PP-EL-CU07)	JIANGSU DAZHONG	MAN 196
FT014	CUBA 08 ECOAT (PP-EL-CU08)	JIANGSU DAZHONG	MAN 197
FT015	CUBA 09 DE ENJUAGE (PP-EL-CU09)	JIANGSU DAZHONG	MAN 198
FT016	CUBA 10 DE ENGUAJE (PP-EL-CU10)	JIANGSU DAZHONG	MAN 199
FT017	CUBA 11 DE ENGUAJE (PP-EL-CU11)	JIANGSU DAZHONG	MAN 200
FT018	EXTRACTOR DE AIRE 01 (PP-EL-EX01)	CY	MAN 201
FT019	EXTRACTOR DE AIRE 02 (PP-EL-EX02)	CY	MAN 202
FT020	EXTRACTOR DE AIRE 03 (PP-EL-EX03)	CY	MAN 203

Realizado por: (Daquilema A; López O, 2021).

### 3.8.1.2 Manuales de operación

Para realizar la organización de los manuales de operación, se ha desarrollado bajo la metodología explicada anteriormente en la Tabla 15-3. En la Figura 19-3 y Tabla 18-3 se puede observar un ejemplo de la organización de los manuales de operación, a los cuales para su codificación les corresponde las letras MO que hace referencia al tipo de documento, seguido del nombre del equipo al que pertenece.



**Figura 15-3:** Manuales de operación físicos de la planta de ensamble

**Realizado por:** (Daquilema A; López O, 2021).

**Tabla 18-3:** Manuales de operación digitales de la planta de pintura

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	FABRICANTE	ARCHIVO
MO001	MANUAL DE OPERACIÓN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA	PROQUIMARSA	MAN001
MO002	WATER SPECIALIST CI CONTROL VALVE PROGRAMMING AND COVER DRAWING MANUAL	-	MAN002
MO003	MANUAL DE LA VÁLVULA DE CONTROL WATER SPECIALIST 2H	-	MAN003
MO004	WATER SPECIALIST CK AND EQ CONTROL VALVE PROGRAMMING AND COVER DRAWING MANUAL	-	MAN004
MO005	THE ORIGINAL TUBULAR ANODE CELL	EMT	MAN008
MO006	CONTROLLER SIGMA CONTROL 2	KAESER	MAN023
MO007	CONTROLADOR DE TEMPERATURA SERIE AX MANUAL DE INSTRUCCIONES	HANYOUNG	MAN024
MO008	CONTROLADOR DE TEMPERATURA SERIE KX MANUAL DE INSTRUCCIONES	HANYOUNG	MAN025
MO009	CONTROLADOR DE TEMPERATURA SERIE KXN MANUAL DE INSTRUCCIONES	HANYOUNG	MAN026
MO010	CONTROLADOR DE TEMPERATURA SERIE REX C-100 MANUAL DE INSTRUCCIONES	HANYOUNG	MAN027
MO011	ARTIFICIAL INTELLIGENCE TEMPERATURE CONTROLLER	YUDIAN	MAN028
MO012	ARTIFICIAL INTELLIGENCE TEMPERATURE CONTROLLER USER MANUAL AL-508	YUDIAN	MAN029
MO013	ARTIFICIAL INTELLIGENCE TEMPERATURE CONTROLLER USER MANUAL AI-5097	YUDIAN	MAN030
MO014	CONTROLADOR DE TEMPERATURA SERIE NX MANUAL DE INSTRUCCIONES	HANYOUNG	MAN031
MO015	CONTROLADOR DE TEMPERATURA SERIE REX MANUAL DE INSTRUCCIONES	HANYOUNG	MAN032
MO016	CONTROLADOR DE TEMPERATURA SERIE REX C-400 MANUAL DE INSTRUCCIONES	HANYOUNG	MAN033
MO017	JLA ELECTRIC ACTUATOR	JVL	MAN035

**Realizado por:** (Daquilema A; López O, 2021).

### 3.8.1.3 Manuales de mantenimiento

Este documento es de mucha ayuda para realizar cualquier actividad de mantenimiento cuando no se tenga un previo conocimiento, ya que sirve como un instructivo del procedimiento a seguir. Para realizar la organización, se ha utilizado dos letras MM que corresponde a manual de mantenimiento acompañado del nombre del equipo al que pertenece. A continuación, se muestra un ejemplo de manual físico en la Figura 20-3 y manual digital en la Tabla 19-3.



**Figura 16-3:** Manuales de mantenimiento físicos de la planta de pintura

**Realizado por:** (Daquilema A; López O, 2021).

**Tabla 19-3:** Manuales de mantenimiento digitales de la planta de pintura

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	FABRICANTE	ARCHIVO
MM019	TRITON 308 DIAPHRAGM PUMP	GRACO	MAN036
MM020	HUSKY™ 205 AIR-OPERATED DIAPHRAGM PUMPS	GRACO	MAN037
MM021	ACCIONADAS POR AIRE BOMBAS DE DIAFRAGMA	GRACO	MAN038
MM022	HUSKY 307 AIR-OPERATED DIAPHRAGM PUMPS	GRACO	MAN039
MM023	HUSKYT 716 AIR-OPERATED DIAPHRAGM PUMPS	GRACO	MAN040
MM024	BOMBAS HIGH FLO	GRACO	MAN041
MM025	PRESIDENT AIR MOTOR	GRACO	MAN042
MM026	SURGE TANKS	GRACO	MAN043
MM027	PROMIX EASY 310682B	GRACO	MAN044
MM028	PROMIX EASY 310681E	GRACO	MAN045
MM029	PROMIX EASY 309909K	GRACO	MAN046
MM030	DRUM AGITATOR	GRACO	MAN047
MM031	BOMBAS CHECK-MATE 450	GRACO	MAN048
MM032	LOW PRESSURE FLUID FILTERS	GRACO	MAN049
MM033	KIT DE DESCARGA DE DATOS XTREME MIX™, XTREME MIX™ 185, Y PROMIX EASY	GRACO	MAN050
MM034	MOTOR NEUMÁTICO BULLDOG	GRACO	MAN051
MM035	FLUID PRESSURE REGULATORS	GRACO	MAN052
MM036	FLUID PRESSURE REGULATORS 02	GRACO	MAN053

**Realizado por:** (Daquilema A; López O, 2021).

En los anexos P-Q-R-S-T-U-V se encuentra el listado de los archivos digitales que maneja actualmente el departamento como son fichas técnicas, manuales de operación y mantenimiento existentes en cada una de las plantas de soldadura, pintura, ensamble y parque automotor de la empresa CIAUTO CIA LTDA.

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS

#### 4.1 Resultados obtenidos de la evaluación a la gestión de mantenimiento

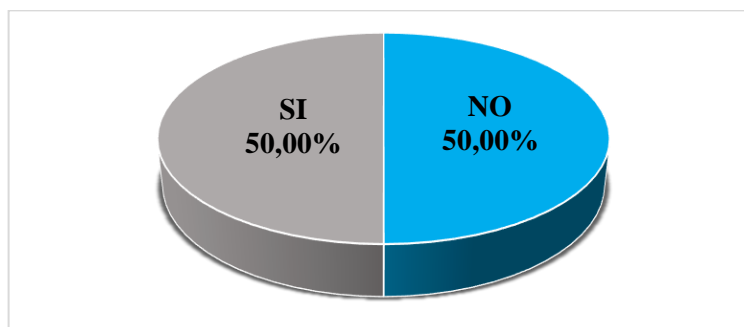
La presente encuesta sobre gestión, se realizó al coordinador del departamento de mantenimiento de la empresa CIAUTO. CIA. LTDA, Ing. Miguel Ángel Taipe, esta encuesta ayudó a determinar en qué nivel se encuentra la gestión de mantenimiento y así tener un punto de partida.

Una vez obtenidas las respuestas de la encuesta, se procedió a tabular los resultados de cada una de las preguntas, para así poder obtener un porcentaje y posteriormente proceder a ubicar en la Tabla 2-4, la cual indica los niveles existentes de la gestión de mantenimiento de acuerdo al libro “Auditoría y evaluación de la gestión de la calidad en el mantenimiento” de Héctor Acosta. A continuación, se muestra en la Tabla 1-4 los resultados arrojados de la encuesta llevada a cabo al departamento de mantenimiento, obteniendo así un total de cuatro respuestas afirmativas que son favorables para la empresa y cuatro negativas que representan el 50% cada una respectivamente.

**Tabla 1-4:** Tabulación de los resultados obtenidos en cada pregunta

PREGUNTA	SI	NO	TOTAL
ASPECTO 01	0	1	1
ASPECTO 02	0	1	1
ASPECTO 03	0	1	1
ASPECTO 04	0	1	1
ASPECTO 05	1	0	1
ASPECTO 06	1	0	1
ASPECTO 07	1	0	1
ASPECTO 08	1	0	1
TOTAL	4	4	8
PORCENTAJE	50,00%	50,00%	100%

Realizado por: (Daquilema A; López O, 2021).



**Gráfico 1-4:** Resultados obtenidos de la encuesta

Realizado por: (Daquilema A; López O, 2021).

**Tabla 2-4:** Niveles de la gestión de mantenimiento.

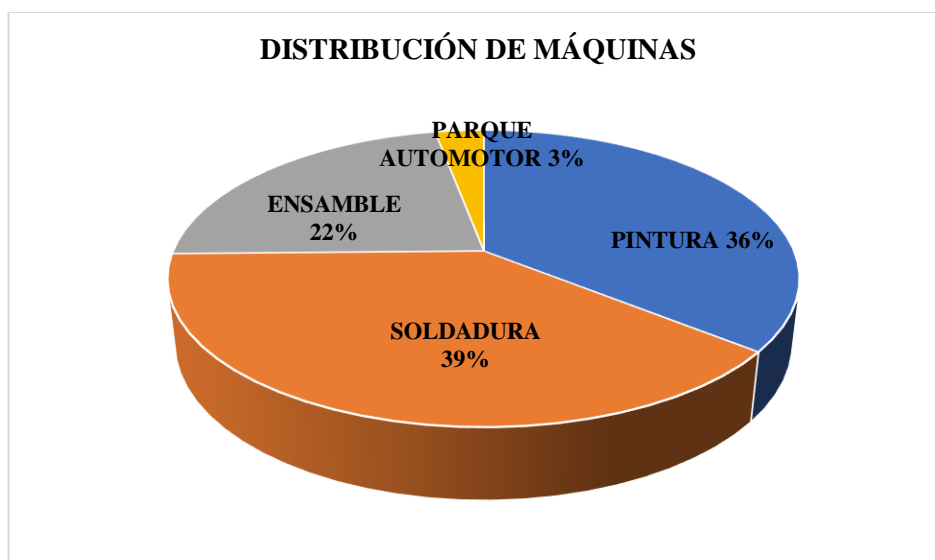
N.º	PORCENTAJE	NIVEL
1	91-100	EXCELENCIA
2	81-90	COMPETENCIA
3	71-80	COMPRENSIÓN
4	61-70	CONCIENCIA
5	0-60	INOCENCIA

Fuente: (Acosta Héctor, 2012).

Realizado por: (Daquilema A; López O, 2021).

Como se puede observar en la Tabla 2-4, los resultados que arrojó la evaluación con las variables y principios básicos definidos anteriormente, se obtuvo un índice del 50% lo cual ubica al departamento de mantenimiento en la etapa de inocencia, determinando que existe una gestión de mantenimiento básica de acuerdo a los niveles de gestión.

#### 4.2 Resultados obtenidos del inventario técnico de activos físicos a mantener



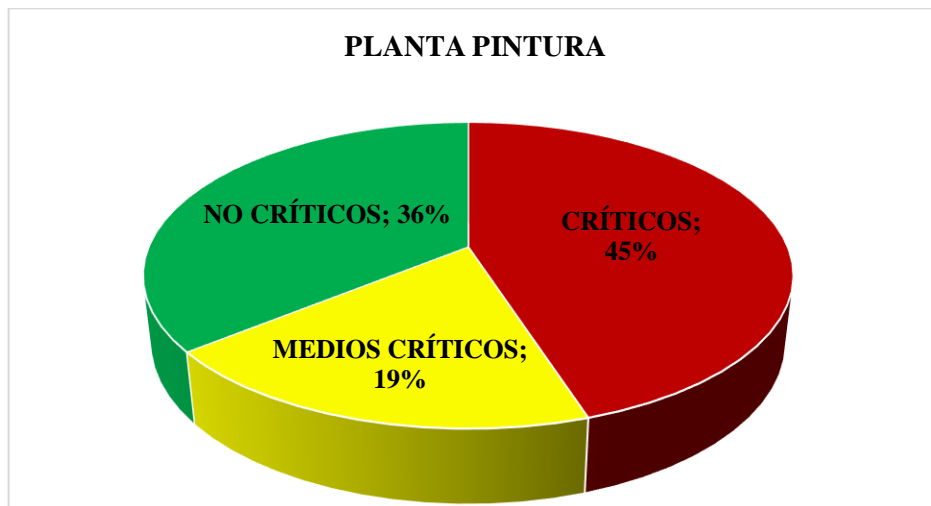
**Gráfico 2-4:** Distribución de las máquinas de la empresa CIAUTO

Realizado por: (Daquilema A; López O, 2021).

El inventario de activos físicos a mantener realizado en la empresa CIAUTO CIA. LTDA. en base a la norma ISO 14224, arrojó un total de 1605 equipos, pertenecientes a 336 activos físicos a mantener los cuales están distribuidos en 69 áreas de las plantas de soldadura, pintura, ensamble y parque automotor. Como se puede observar en el Gráfico 2-4 el mayor número de sistemas pertenecen a la planta de soldadura, existiendo 131 máquinas que representa el 39 %, 120 máquinas en la planta de pintura con un 36 %, 75 máquinas en ensamble con un 22 % y las 10 máquinas restantes pertenecen al parque automotor con apenas el 3 %.



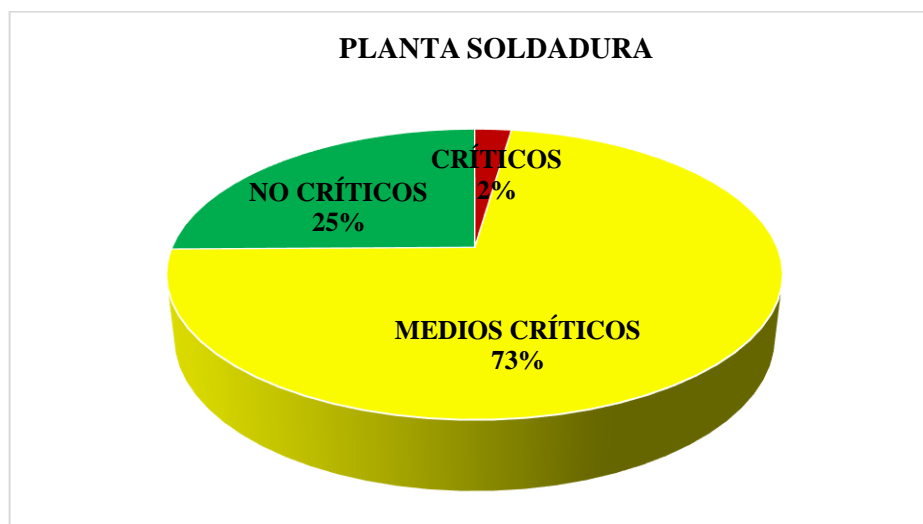
### 4.3 Resultados obtenidos del análisis de criticidad aplicado a los sistemas



**Gráfico 3-4:** Criticidad de las máquinas de la planta de pintura

Realizado por: (Daquilema A; López O, 2021).

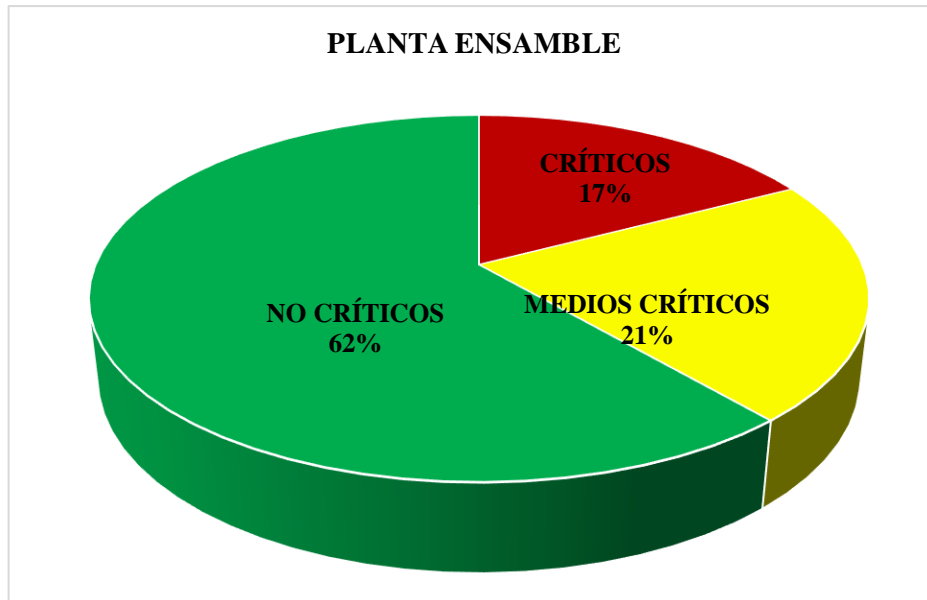
Como se puede observar en el Gráfico 3-4, la planta de pintura tiene 54 máquinas críticas que representa el 45% del total de la planta, 23 máquinas son de media criticidad que representa el 19% respectivamente, mientras que 43 máquinas son no críticas con el 36%.



**Gráfico 4-4:** Criticidad de las máquinas de la planta de soldadura

Realizado por: (Daquilema A; López O, 2021).

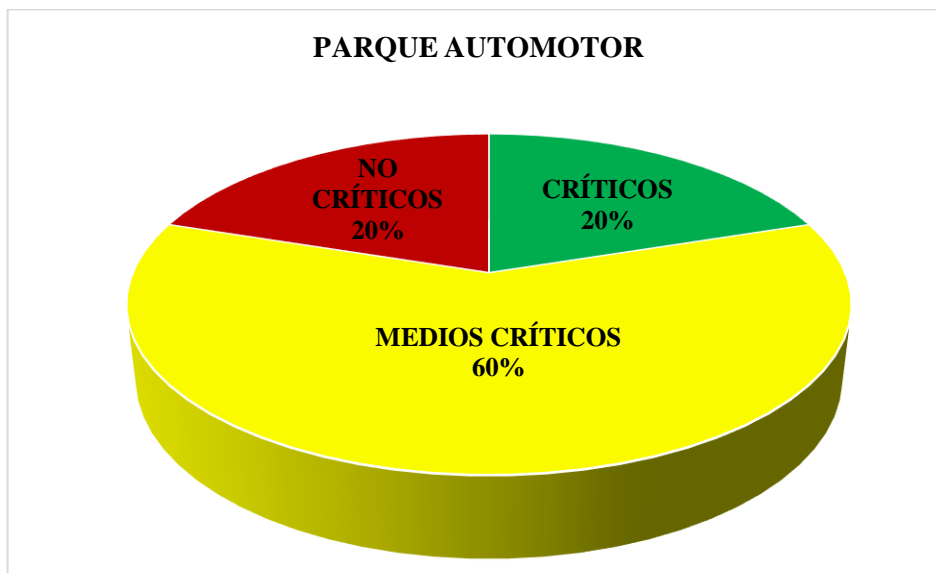
En el Gráfico 4-4 se puede apreciar que más de la mitad de las máquinas de la planta de soldadura pertenecen al nivel de media criticidad con un total de 95 máquinas equivalente al 73%, 3 máquinas son críticas equivalentes al 2% y 33 máquinas son no críticas lo que equivale al 25 % respectivamente.



**Gráfico 5-4:** Criticidad de las máquinas de la planta de ensamble

**Realizado por:** (Daquilema A; López O, 2021).

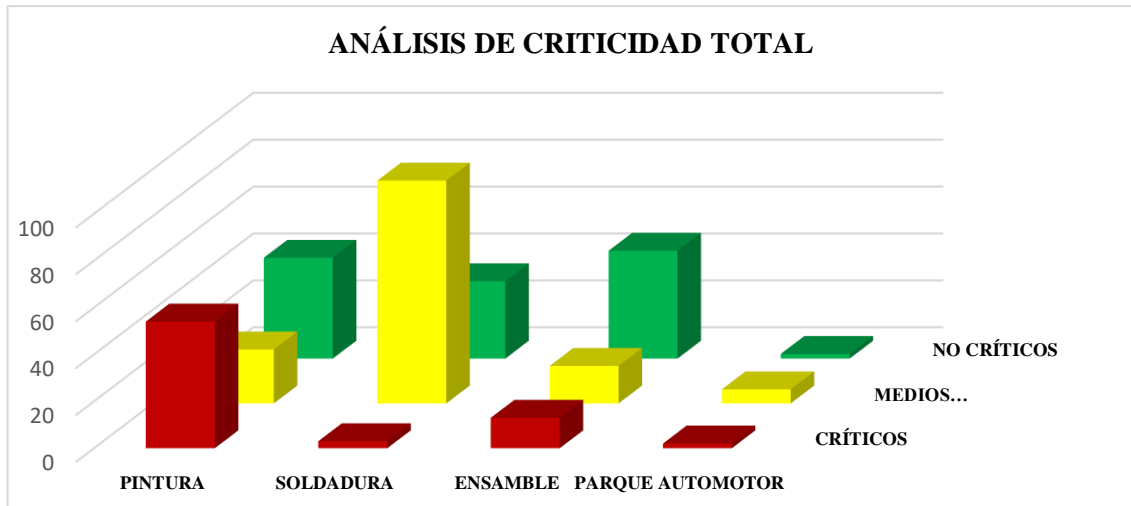
En el Gráfico 5-4 se puede ver la distribución de las máquinas de la planta de ensamble, los cuales en su mayoría son no críticos con 46 máquinas que resulta ser el 62 %, 16 máquinas de media criticidad con un 21 % y 13 máquinas son críticas con el 17% restante.



**Gráfico 6-4:** Criticidad de las máquinas del parque automotor

**Realizado por:** (Daquilema A; López O, 2021).

En el Gráfico 6-4 se puede observar que en el parque automotor existen 6 equipos de media criticidad que representa el 60%, mientras que, existe igual cantidad de equipos críticos y no críticos, con 2 equipos cada uno que representa el 20% respectivamente.

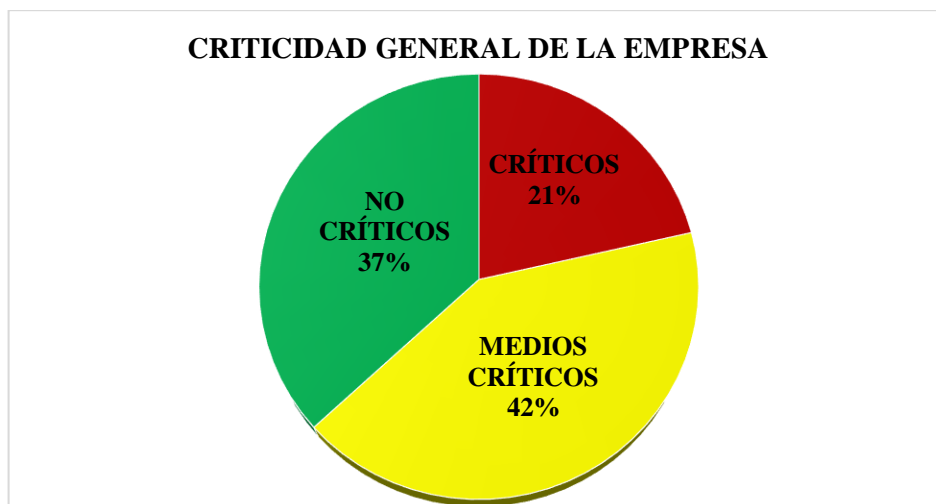


**Gráfico 7-4:** Criticidad de las máquinas de acuerdo a cada planta

Realizado por: (Daquilema A; López O, 2021).

En el Gráfico 7-4 se puede apreciar una comparación general de los porcentajes de criticidad de las máquinas de cada una de las plantas: pintura, soldadura, ensamble y parque automotor. Cabe recalcar que el porcentaje de cada planta es directamente proporcional a la cantidad de máquinas que existen en ella, resultando ser la planta de pintura la más crítica de todas, con 54 máquinas críticas que representa el 16 % del total de activos físicos, de los cuales en su mayoría se encuentran en el área de ELPO.

Por el contrario, la planta de ensamble resulta ser la menos crítica de todas con 46 máquinas que representa un 14 % del total de activos físicos a mantener, y por último la planta de soldadura y parque automotor que en su mayoría tienen máquinas que son de media criticidad con 95 máquinas que representa el 28 % y 6 máquinas que representa el 2 % respectivamente.



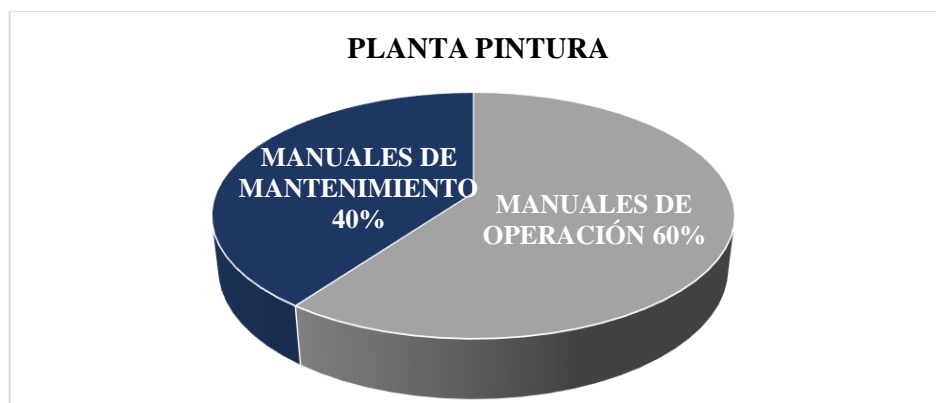
**Gráfico 8-4:** Clasificación general de las máquinas de toda la empresa

Realizado por: (Daquilema A; López O, 2021).

Como se puede observar en el Gráfico 8-4 los resultados obtenidos después de haber realizado el análisis de criticidad general a los 336 activos físicos a mantener inventariados anteriormente, se obtiene como resultado que 124 máquinas resultaron ser no críticas con un porcentaje del 37%, 140 máquinas resultaron de media criticidad que ocupan el 42%, y 72 máquinas resultaron ser críticas que representan el 21 % restante.

#### 4.4 Resultados obtenidos de la organización de archivos técnicos físicos

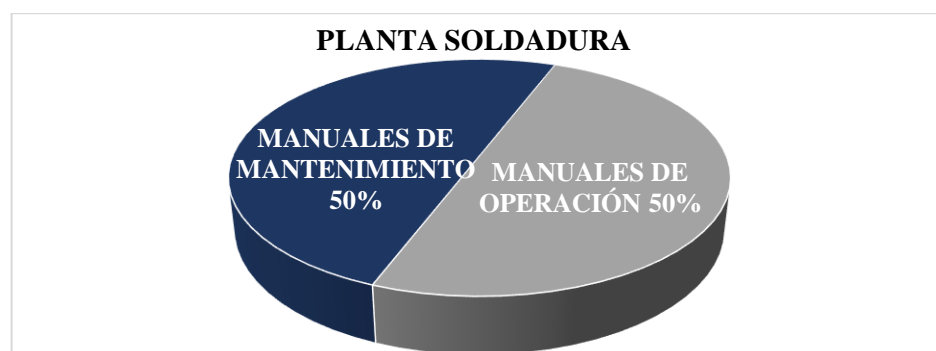
Se obtuvo como resultado la organización de 528 archivos técnicos de los cuales 134 son físicos y 394 digitales distribuidos en cada una de las plantas que conforman la empresa, toda la documentación fue colocada en carpetas y archivadores con sus respectivos nombres del tipo de documento y el equipo al que pertenece, para posteriormente ubicarlos en los estantes.



**Gráfico 9-4:** Archivos técnicos físicos de la planta de pintura

Realizado por: (Daquilema A; López O, 2021).

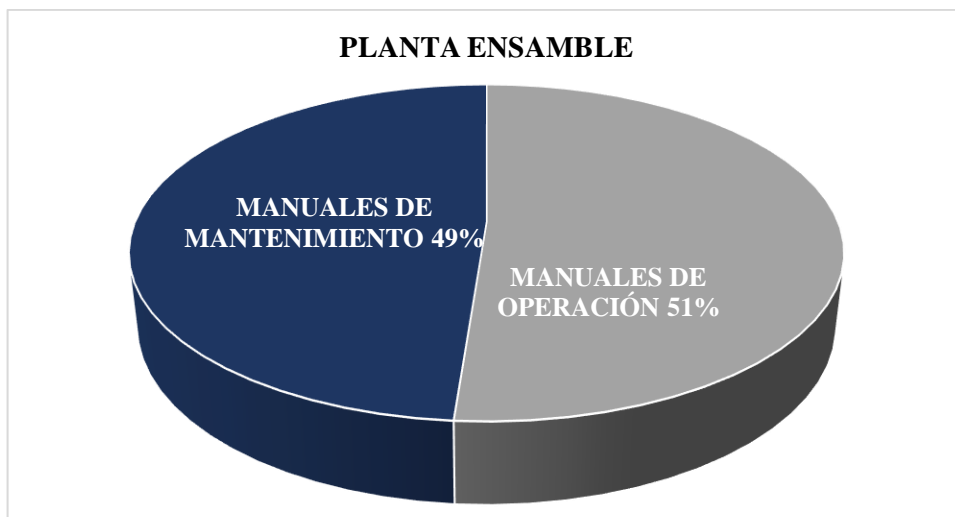
En el Gráfico 9-4 se puede apreciar la distribución de archivos físicos en la planta de pintura, existiendo 18 manuales de operación que representa el 60 %, y 12 manuales de mantenimiento que representa el 40 %, fichas técnicas no existen ya que todas se encuentran en formato digital.



**Gráfico 10-4:** Archivos técnicos físicos de la planta de soldadura

Realizado por: (Daquilema A; López O, 2021).

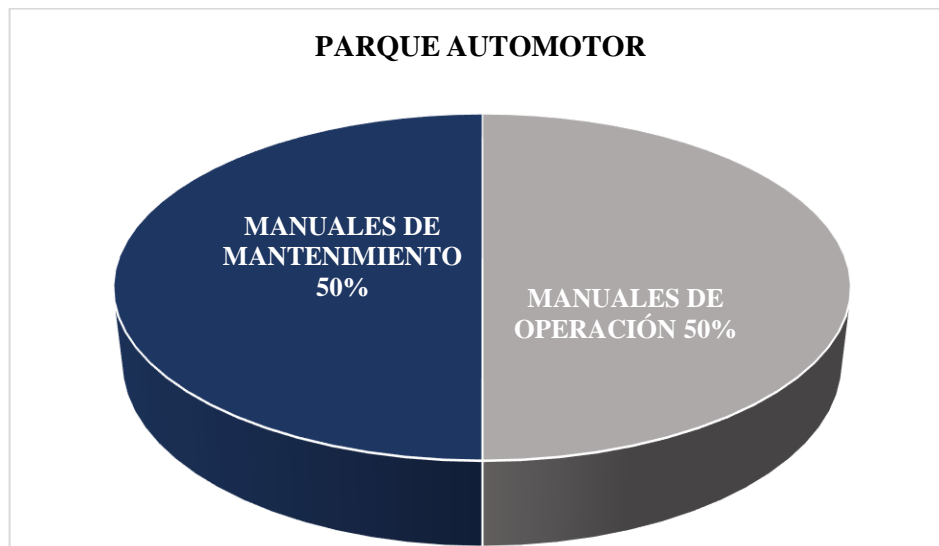
En el Gráfico 10-4 se puede observar que en la planta de soldadura existen 18 manuales de los cuales 9 son de operación y 9 son de mantenimiento, con el 50 % cada uno.



**Gráfico 11-4:** Archivos técnicos físicos de la planta de ensamble

**Realizado por:** (Daquilema A; López O, 2021).

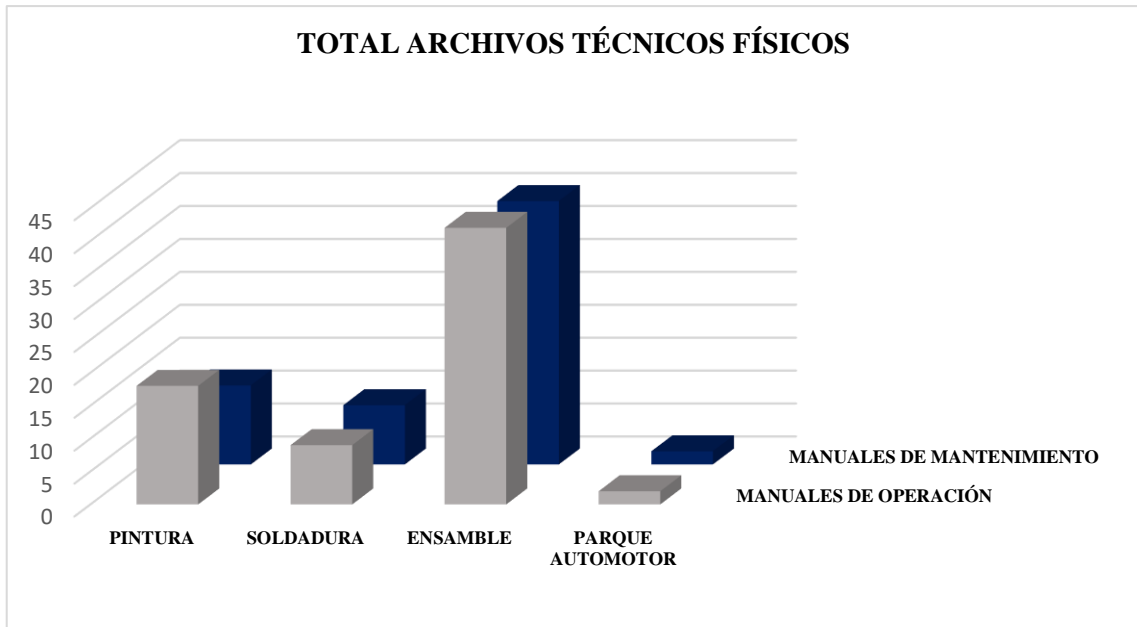
Como se muestra en el Gráfico 11-4 en la planta de ensamble existen 42 manuales de operación que representa el 51 % y 40 manuales de mantenimiento que representa el 49 %.



**Gráfico 12-4:** Archivos técnicos físicos del parque automotor

**Realizado por:** (Daquilema A; López O, 2021).

Como se observa en el Gráfico 12-4 en el parque automotor existen únicamente 2 manuales de mantenimiento que representa el 50 % y 2 manuales de operación que de igual manera representa el 50 % del total de archivos del parque automotor.

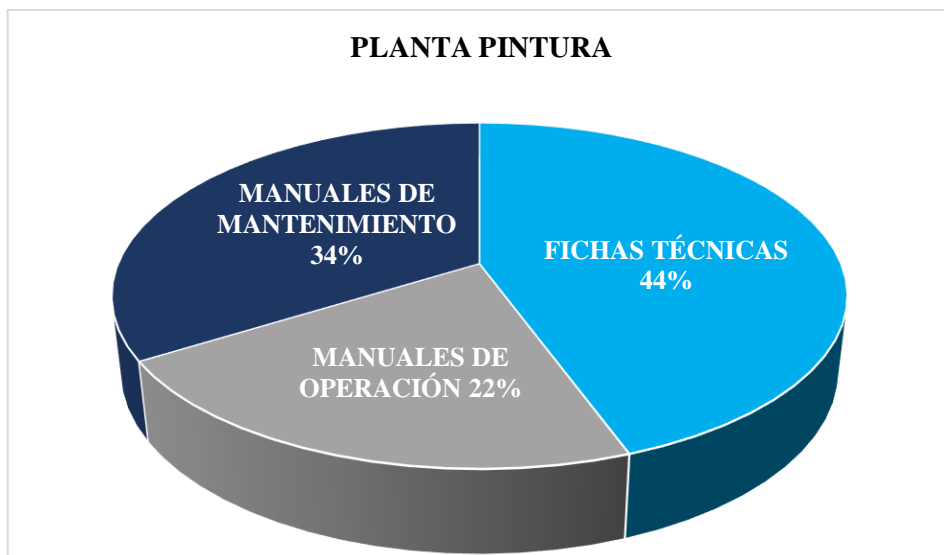


**Gráfico 13-4:** Clasificación general de los archivos técnicos físicos de la empresa

Realizado por: (Daquilema A; López O, 2021).

En el Gráfico 13-4 se puede apreciar un análisis general de los archivos técnicos físicos que existen en toda la empresa, arrojando como resultado que la planta de ensamble es la que más archivos técnicos físicos tiene de sus máquinas y equipos con 82 documentos que representa el 61%, mientras que la planta de soldadura es la que menos documentos tiene con apenas 18 archivos que representa el 13% del total de documentos existentes.

#### 4.5 Resultados obtenidos de la organización de archivos técnicos digitales



**Gráfico 14-4:** Archivos técnicos digitales de la planta de pintura

Realizado por: (Daquilema A; López O, 2021).

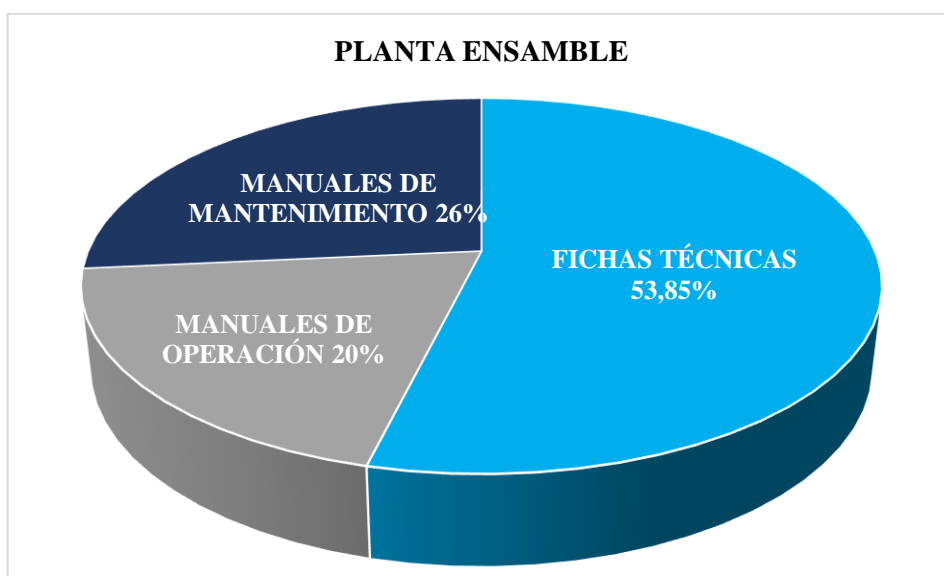
El Gráfico 14-4 representa la distribución de archivos digitales de la planta de pintura existiendo, 84 fichas técnicas de los equipos que resulta un 44%, 41 manuales de operación que resulta el 22%, y 64 manuales de mantenimiento que resulta el 34% del total de archivos de la planta.



**Gráfico 15-4:** Archivos técnicos digitales de la planta de soldadura

**Realizado por:** (Daquilema A; López O, 2021).

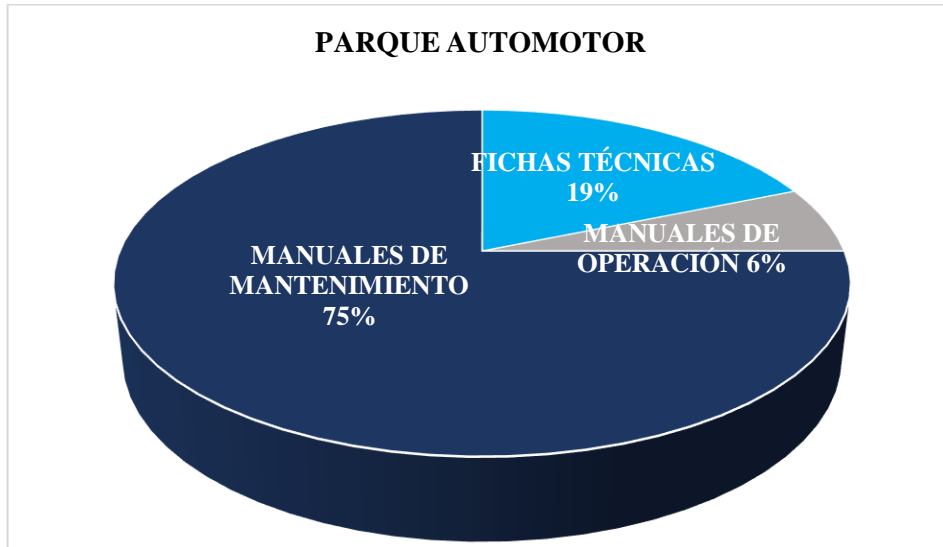
En el gráfico 15-4 se puede ver que en la planta de soldadura existen 49 fichas técnicas de los equipos que representa un 82%, 5 manuales de operación que representa el 8%, y 6 manuales de mantenimiento que representa el 10% del total.



**Gráfico 16-4:** Archivos técnicos digitales de la planta de ensamble

**Realizado por:** (Daquilema A; López O, 2021).

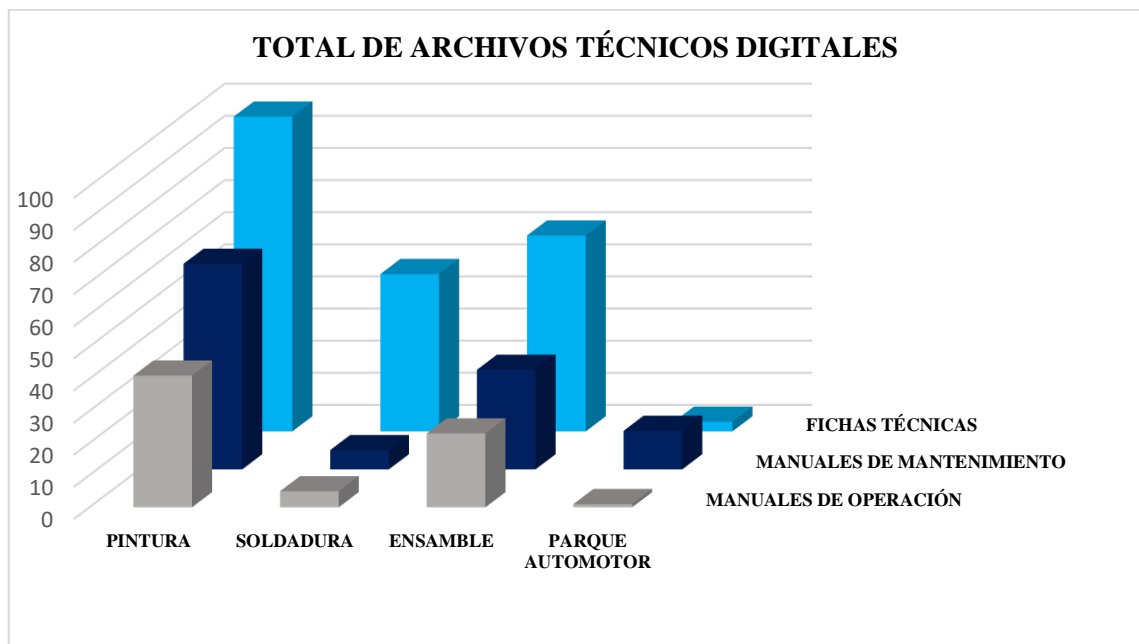
Como se puede observar en el Gráfico 16-4, en la planta de ensamble existen 63 fichas técnicas de los equipos con un 54%, 23 manuales de operación que ocupa el 20%, y 31 manuales de mantenimiento con el 27% de su totalidad.



**Gráfico 17-4:** Archivos técnicos digitales del parque automotor

Realizado por: (Daquilema A; López O, 2021).

En el presente Gráfico 17-4 se puede apreciar que en el parque automotor existen, 3 fichas técnicas de los equipos que representa un 19%, 1 manual de operación que representa el 6%, y 12 manuales de mantenimiento que representa el 75%.



**Gráfico 18-4:** Clasificación general de los archivos técnicos digitales de la empresa

Realizado por: (Daquilema A; López O, 2021).



En el Gráfico 18-4 se puede observar un análisis general de los archivos técnicos digitales que existen en la empresa, arrojando como resultado que la planta de pintura es la que más archivos técnicos digitales tiene de sus máquinas y equipos con 189 documentos que representa el 49%, mientras que la planta de soldadura es la que menos documentos tiene con apenas 60 archivos que representa el 16% del total de documentos existentes.

## CONCLUSIONES

Se determinó la efectividad de la gestión de mantenimiento por medio de una encuesta dirigida al coordinador del departamento, obteniendo un índice del 50%, determinando que existe una gestión de mantenimiento básica, encontrando así muchas oportunidades y aspectos en los que podría mejorar la empresa.

Se elaboró el inventario de los activos físicos a mantener de la empresa usando los lineamientos de jerarquización que proporciona la norma ISO 14224, a un total de 1605 equipos, pertenecientes a 336 sistemas los cuales están distribuidos en 69 áreas de las plantas de soldadura, pintura, ensamble y parque automotor.

Para codificar los equipos se utilizó un sistema de codificación significativo, debido que este método se adapta mejor a la realidad de la empresa, ya que permite incluir en el código información adicional y además se puede determinar de una manera más fácil su ubicación.

Se obtuvo como resultado del análisis de criticidad aplicado a los 336 sistemas, que la planta de pintura es la más crítica con un total de 54 sistemas críticos, que en su mayoría se encuentran en el área ELPO, seguido de la planta de ensamble con 13 sistemas, y finalmente la planta de soldadura con apenas 3 sistemas críticos.

Se recopiló un total de 516 archivos técnicos de mantenimiento, de los cuales 134 son físicos y 382 digitales que maneja actualmente el departamento, además se clasificó y codificó de acuerdo al tipo de documento ya sea ficha técnica, manual de operación o mantenimiento y se organizó en los archivadores o estantes existentes en cada una de las plantas.

## **RECOMENDACIONES**

Realizar evaluaciones periódicas a la gestión de mantenimiento, utilizando el instrumento de evaluación, ya que permitirá encontrar los puntos en donde debe enfocarse la empresa CIAUTO.CIA.LTDA para una mejora continua.

Implementar un proceso de comunicación rápida entre departamentos al momento de reajustar el inventario de equipos, ya sea que se retire de servicio o se realice nuevas adquisiciones dentro de la empresa.

Implementar para la codificación de equipos y documentos de mantenimiento, códigos de barras o QR que ayuden a determinar su ubicación de una manera más sencilla y rápida

Establecer prácticas de organización y limpieza en los lugares destinados para almacenar la documentación de mantenimiento, además socializar la identificación y ubicación de documentos a los integrantes del departamento.

Llevar la información recopilada a un software de mantenimiento para tener una base de datos sólida como respaldo, en la que se pueda guardar información de los activos físicos a mantener de la empresa, como su inventario, codificación, documentación, planes de mantenimiento, etc. para facilitar el cumplimiento estas tareas de manera segura y eficaz.

## BIBLIOGRAFÍA

**ACOSTA PALMER, Héctor.** *Auditoría y evaluación de la gestión de la calidad en el mantenimiento.* [en línea]. La Habana, Cuba: Ediciones Centro de estudios en ingeniería de mantenimiento. 2012. [Consulta: 2020-02-04]. Disponible en: [https://www.academia.edu/27731060/Auditor%C3%ADa\\_y\\_Evaluaci%C3%B3n\\_de\\_la\\_Gesti%C3%B3n\\_de\\_la\\_Calidad\\_en\\_el\\_MANTENIMIENTO](https://www.academia.edu/27731060/Auditor%C3%ADa_y_Evaluaci%C3%B3n_de_la_Gesti%C3%B3n_de_la_Calidad_en_el_MANTENIMIENTO)

**AGUIRRE CONTRERAS, Karol.** Impacto del ensamblaje de vehículos en el ecuador en aplicación de la nueva matriz productiva periodo 2013 – 2014. [en línea] (Tesis). (Postgrado) Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. 2015. pp. 7–9. [Consulta: 2020-12-27]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/47560>

**BAMBARÉN, Celso & ALATRISTA, Socorro.** *Mantenimiento de los establecimientos de salud. Una guía para la mejora de la calidad y seguridad de los servicios.* [en línea]. Lima-Perú: SINCO Editores, 2011. [Consulta: 2020-12-25]. Disponible en: [http://bvs.minsa.gob.pe/local/minsa/ONGS\\_0354.pdf](http://bvs.minsa.gob.pe/local/minsa/ONGS_0354.pdf)

**BUCAY VALDIVIEZO, Juan Carlos, & CARRILLO ALBAN, Marjorie Elizabeth.** Optimización de la gestión de mantenimiento basado en la disponibilidad operacional de equipos en la planta de pintura de la empresa Ciauto Ambato-Ecuador. [en línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) ESPOCH, Riobamba, Ecuador. 2018. pp. 1–4. [Consulta: 2020-12-27]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/9825>

**CASTRO ALVAREZ, Elicer.** Proceso de Codificación de Equipos y Aplicación del Sistema SAP en la Gestión del Mantenimiento en Ampliación de la Planta Arauco Remanufactura Tres Pinos. [en línea] (Trabajo de integración curricular) (Pregrado) Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. 2006. pp. 80. [Consulta: 2021-01-06]. Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2006/bmfic355p/doc/bmfic355p.pdf>

**CIAUTO.** *CIAUTO “La ciudad del auto”.* [blog]. [Consulta: 2020-12-27]. Disponible en: <https://ciauto.ec/>

**CINAE.** “Producción, exportación e importación de vehículos”. Boletín estadístico y autopartes. [En línea], 2020, (Ecuador), pp. 3. [Consulta: 2020-12-27]. Disponible en:

[https://www.cinae.org.ec/wpcontent/uploads/2020/11/BOLETIN\\_ESTADISTICO\\_AUTOPAR\\_TES\\_octubre20-1.pdf](https://www.cinae.org.ec/wpcontent/uploads/2020/11/BOLETIN_ESTADISTICO_AUTOPAR_TES_octubre20-1.pdf)

**DUMAGUALA ENCADALA, Elsa.** Gestión e implementación del plan de mantenimiento en los laboratorios del área de ingeniería mecánica en la universidad politécnica salesiana sede cuenca. [en línea] (Trabajo de integración curricular). (Pregrado). Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador. 2014. Pp. 7-10. [Consulta: 2020-01-02]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6344/6/UPS-CT002910.pdf>

**GARCÍA GARRIDO, Santiago.** *Organización y gestión integral de mantenimiento.* [en línea]. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos, S.A. 2010. [Consulta: 2020-01-04]. Disponible en: [https://elibro.net/es/ereader/epoch/53031?as\\_all=organizacion\\_\\_y\\_\\_gestión\\_\\_integral\\_\\_del\\_\\_mantenimiento&as\\_all\\_op=unaccent\\_\\_icontains&prev=as](https://elibro.net/es/ereader/epoch/53031?as_all=organizacion__y__gestión__integral__del__mantenimiento&as_all_op=unaccent__icontains&prev=as)

**MEDRANO MÁRQUEZ, José, Et al.** *Mantenimiento: técnicas y aplicaciones industriales.* [en línea]. Ciudad de México, México: Grupo Editorial Patria. 2017. [Consulta: 2020-12-29]. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/epoch/40508?page=1>

**MEGO Paola.** *¿Cómo hacer un inventario de equipos para mejorar el Mantenimiento?'*. [blog]. [Consulta: 2020-12-27]. Disponible en: <https://blog.qimiapp.com/inventario-de-equipos-para-mantenimiento>

**NAVARRO ELOLA, Luis, Et Al.** *Gestión integral del mantenimiento.* [en línea]. Barcelona, España: Marcombo. 2009. [Consulta: 2020-01-04]. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/epoch/45905>

**ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD.** *Introducción a la gestión de inventarios de equipo médico.* [en línea]. Madrid, España, Ediciones Diaz de santos. 2012. [Consulta: 2020-01-06]. Disponible en: [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44817/9789243501390\\_spa.pdf;jsessionid=6EE02FDFBCCBA741FFA78173C48B33FB?sequence=1](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44817/9789243501390_spa.pdf;jsessionid=6EE02FDFBCCBA741FFA78173C48B33FB?sequence=1)

**PARRA MÁRQUEZ, C, & CRESPO MARQUEZ, A.** *Métodos de análisis de criticidad y jerarquización de activos.* [en línea]. Segunda edición. Sevilla-España: Editorial Ingeman, 2015. [Consulta: 2020-12-25]. Disponible en: <http://www.mantenimientomundial.com/notas/Metodos-basicos-de-criticidad-activos.pdf>

**RAMÍREZ, Gloria & MANOTAS, Diego.** “Modelo de medición del impacto financiero del mantenimiento de inventario de suministros”. *Scientia et Technica* [en línea], 2014, (Colombia) 19(3), pp-251. [Consulta: 2020-01-05]. ISSN 0122-1701. Disponible en: <https://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/8659>

**UNE-EN 13306.** *Mantenimiento. Terminología del mantenimiento. Parte 2: Términos Fundamentales.*

**UNE EN 13460.** *Mantenimiento. Documentos para el mantenimiento.*

**UNE-EN ISO 14224.** *Gestión de los datos de mantenimiento. Industrias del petróleo, petroquímicas y del gas natural.*

## **ANEXOS**

**ANEXO A:** Esquema funcional de la planta de soldadura.

**ANEXO B:** Esquema funcional de la planta de pintura.

**ANEXO C:** Esquema funcional de la planta de ensamble.

**ANEXO D:** Inventario y codificación de activos físicos a mantener de la planta de soldadura.

**ANEXO E:** Inventario y codificación de activos físicos a mantener de la planta de pintura.

**ANEXO F:** Inventario y codificación de activos físicos a mantener de la planta de ensamble.

**ANEXO G:** Inventario y codificación de activos físicos a mantener del parque automotor.

**ANEXO H:** Sustentos fotográficos de los sistemas de la planta de soldadura.

**ANEXO I:** Sustentos fotográficos de los sistemas de la planta de pintura.

**ANEXO J:** Sustentos fotográficos de los sistemas de la planta de ensamble.

**ANEXO K:** Sustentos fotográficos de los sistemas del parque automotor.

**ANEXO L:** Análisis de criticidad de los sistemas de la planta de soldadura

**ANEXO M:** Análisis de criticidad de los sistemas de la planta de pintura.

**ANEXO N:** Análisis de criticidad de los sistemas de la planta de ensamble.

**ANEXO O:** Análisis de criticidad de los sistemas del parque automotor.

**ANEXO P:** Organización de los archivos técnicos físicos de la planta de soldadura.

**ANEXO Q:** Organización de los archivos técnicos físicos de la planta de pintura.

**ANEXO R:** Organización de los archivos técnicos físicos de la planta de ensamble.

**ANEXO S:** Organización de los archivos técnicos digitales de la planta de soldadura.

**ANEXO T:** Organización de los archivos técnicos digitales de la planta de pintura.

**ANEXO U:** Organización de los archivos técnicos digitales de la planta de ensamble.

**ANEXO V:** Organización de los archivos técnicos digitales del parque automotor.