

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO POST-VENTA PARA LOS  
PRODUCTOS DISTRIBUIDOS POR LA EMPRESA COLLISION SCS HACIENDO  
USO DE HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES PARA EL MANEJO DE  
INFORMACIÓN.**

**MARIA FERNANDA RODRÍGUEZ ÁNGEL  
YEFERSON TOLOZA CAMPOS**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICO- MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA  
2016**

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO POST-VENTA PARA LOS  
PRODUCTOS DISTRIBUIDOS POR LA EMPRESA COLLISION SCS HACIENDO  
USO DE HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES PARA EL MANEJO DE  
INFORMACIÓN.**

**MARIA FERNANDA RODRÍGUEZ ÁNGEL  
YEFERSON TOLOZA CAMPOS**

**Trabajo de grado para optar por el título de  
INGENIERO MECÁNICO**

**Director  
ISNARDO GONZALEZ JAIMES  
Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICO- MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA  
2016**

A mis padres Marlon y María Eugenia, mis hermanas Yuly y Lizeth y sobrinos Thomas y Samuel por estar a mi lado, brindarme su apoyo, amor y compañía, por estar a mi lado en cada logro y tropiezo.

A mis amigos que contribuyeron y apoyaron en la realización de este logro.

**Mafe**

*Para mis padres Isabel y Reynaldo,  
agradeciendo su apoyo y la bendición de Dios por tenerlos a mi lado  
en cada etapa de este proceso de formación.*

*Para mis hermanas Ingrid y Danna.*

*Para Paula, mi amiga y compañera.*

*Yefer*

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores expresan sus agradecimientos a:

A Dios por darnos la oportunidad de culminar con esta etapa en nuestras vidas.

A nuestros familiares y amigos por brindarnos su apoyo incondicional.

Al Ingeniero Isnardo González Jaimes por sus asesorías y conocimiento brindado, en la realización de este proyecto.

Al Ingeniero Franklin Prieto y su empresa COLLISION S.C.S por permitirnos hacer uso de la información y realizar nuestro proyecto de grado, aportando nuestros conocimientos en el área de mantenimiento para mejorar los servicios ofrecidos por la empresa.

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	23
1. PERFIL DE LA EMPRESA COLLISION S.C.S.	25
1.1 HISTORIA DE LA EMPRESA COLLISION S.C.S.	25
1.2 MISION DE COLLISION S.C.S.	25
1.3 VISION DE COLLISION S.C.S.	26
1.4 GESTION DE CALIDAD	26
1.5 OBJETIVOS DE CALIDAD	26
1.6 SISTEMA DE GESTIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO (SG-SST)	27
1.7 ESTRUCTURA FÍSICA	28
1.8 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	28
1.9 UBICACIÓN	30
1.10SERVICIOS PRESTADOS	30
1.11CONTACTO	31
2. ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO	32
2.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA	32
2.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO	36
2.2.1 Objetivo General.	36
2.2.2 Objetivos específicos.	36

3.	GENERALIDADES Y FUNDAMENTOS DEL MANTENIMIENTO	38
3.1	TIPOS DE MANTENIMIENTO	38
3.1.1	Mantenimiento Correctivo.	39
3.1.2	Mantenimiento Preventivo.	40
3.1.2.1	Ventajas del Mantenimiento Preventivo.	41
3.2	COSTOS DE MANTENIMIENTO	42
3.2.1	Costos directos de mantenimiento.	43
3.2.2	Costos de parada de equipo.	44
3.3	PROGRAMA DE MANTENIMIENTO	45
3.3.1	Lista de equipos.	46
3.3.2	Codificación de equipos.	46
3.4	SISTEMA DE INFORMACIÓN	48
4.	DIAGNOSTICO Y ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE COLLISION S.C.S.	50
4.1	ANÁLISIS DE PARETO	50
4.1.1	Objetivos del análisis de Pareto.	50
4.1.2	Análisis de Pareto realizado a la empresa RENAULT SOFASA S.A.	51
4.2	ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LOS COMPONENTES DE LOS EQUIPOS	56
4.3	METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD	57
4.4	RESULTADOS DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD	58
5.	CODIFICACION DE LOS EQUIPOS Y COMPONENTES DE LA EMPRESA COLLISION S.C.S.	64
5.1	CODIFICACIÓN DE EQUIPOS Y COMPONENTES	65

5.1.1	Codificación de los equipos.	65
5.1.2	Codificación de los componentes.	70
6.	TAREAS DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	75
6.1	DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO	75
6.2	CRONOGRAMA DEL MANTENIMIENTO A REALIZAR.	78
7.	AUDITORIA DE MANTENIMIENTO ENFOCADA AL SISTEMA DE INFORMACIÓN	83
7.1	FUNCION DE LA AUDITORIA	83
7.2	DESARROLLO DE LA AUDITORIA	83
7.3	RESULTADOS DE LA AUDITORIA DE MANTENIMIENTO	84
8.	DISEÑO Y ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN	90
8.1	REQUERIMIENTOS DE COLLISION S.C.S EN EL SISTEMA DE INFORMACIÓN SAIM	90
8.2	SISTEMA DE INFORMACIÓN SAIM PARA LA EMPRESA COLLISION S.C.S	96
8.2.1	Ingreso a la aplicación.	96
8.2.2	Usuarios.	96
8.2.3	Inicio.	98
8.2.5	Perfil.	98
8.2.6	Orden de Trabajo de Mantenimiento (OTM).	99
8.2.6.1	Lista de OTM.	99
8.2.6.2	Detalle de OTM.	101

8.2.6.3	Otras pestañas del detalle de OTM..	102
8.2.7	Documentos..	102
8.2.8	Hoja de vida de equipos HVE.	102
8.2.8.1	Lista de HVE.	102
8.2.8.2	Detalle de HVE.	104
8.2.9	RGA.	104
8.2.10	Cronograma de Actividades CDA.	104
8.3	PRUEBAS DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN	104
9.	CONTROL DE INVENTARIOS	115
9.1	TIPOS DE INVENTARIOS	115
9.1.1	Sistema punto de orden aplicado a la empresa COLLISION S.C.S..	116
9.2	Proveedores	119
10.	CONCLUSIONES	121
11.	RECOMENDACIONES	123
	BIBLIOGRAFIA	124

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Estructura organizacional de la empresa.	29
Figura 2. Ubicación satelital de la empresa	30
Figura 3. Bancos de enderezado	32
Figura 4. Duplicadores de parqueo.	35
Figura 5. Cabina de pintura.	36
Figura 6. Diagrama de costos totales de mantenimiento	43
Figura 7. Diagrama de los niveles de taxonomía.	45
Figura 8. Diagrama Pareto	51
Figura 9. Diagrama Pareto realizado a la empresa Renault SOFASA S.A	55
Figura 10. Diagrama de orden de trabajo con la información de la criticidad.	62
Figura 11. Diagrama de Flujo del Mantenimiento Actual en la Empresa.	64
Figura 12. Codificación realizada en la empresa COLLISION S.A.S.	65
Figura 13. División de Servicio Técnico de COLLION S.C.S en Colombia	68
Figura 14. Codificación realizada en la empresa COLLISION S.A.S para los componentes.	70
Figura 15. Subsistema 1, del control electrónico y sistema vibratorio de la Balanceadora.	71
Figura 16. . Subsistema 2, despiece COMPUTER BORARD ASSY	71
Figura 17. Subsistema 3, despises de HOOD MOUNTING ASSY	72

Figura 18. Subsistema 4, despiece Accessory box 36mm	73
Figura 19. Resultados de la Auditoría de Mantenimiento	85
Figura 20. Diagrama entrada - salida.	90
Figura 21. Descripción grafica de las entradas de la empresa COLLISION S.C.S	91
Figura 22. Descripción del módulo de salida de la empresa COLLISION S.C.S	91
Figura 23. Salidas del Sistema de Información, que se pueden visualizar en la plataforma.	92
Figura 24. Descripción del módulo de configuración.	92
Figura 25. Descripción del módulo de perfil de usuario.	93
Figura 26. Descripción del módulo de Órdenes de Trabajo.	93
Figura 27. Descripción del módulo de Hoja de Vida de los Activos HVA	94
Figura 28. Descripción del módulo de Reunión de Seguimiento Diario	94
Figura 29. Descripción del módulo Utilidades de Mantenimiento	95
Figura 30. Icono del sistema de Información	96
Figura 31. Ingreso en el sistema de Información	97
Figura 32. Pantalla de Inicio	98
Figura 33. Imagen de las configuraciones	98
Figura 34. Pantalla para editar el perfil.	99
Figura 35. Lista de las órdenes de trabajo	100
Figura 36. Formulario de Orden de Trabajo	101
Figura 37. Formulario de las Hojas de Vida de los Activos	103

Figura 38. Hoja de vida generada por el sistema de información SAIM, COLLISION S.C.S	104
Figura 39. Continuación de la hoja de vida generada por el sistema de información SAIM	105
Figura 40. Orden de trabajo de COLLISION S.C.S para la empresa SOFASA S.A.	107
Figura 41. Cronograma de actividades de la empresa COLLISION S.C.S, generada por SAIM.	108
Figura 42. Lista de actividades del cronograma de la empresa COLLISION S.A.	108
Figura 43. Reporte de tipos de fallas y zonas de fallas.	109
Figura 44. Continuación del reporte de tipos de fallas y zonas de fallas.	110
Figura 45. Informe de grupos de análisis, indicadores de mantenimiento	111
Figura 46. Continuación del informe de grupos de análisis, indicadores de mantenimiento	112
Figura 47. Continuación del informe de grupos de análisis, indicadores de mantenimiento	113
Figura 48. Ejemplo del reporte de costos que se realizará a la empresa COLLISION S.C.S.	114
Figura 49. Modelo del inventario durante un periodo en una situación típica de fabricar para almacenar	116

## LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Maquinaria de la empresa COLLISION SCS.	33
Tabla 2. Equipos que posee RENAULT SOFASA S.A, la cantidad y la frecuencia de fallas al año.	52
Tabla 3. Frecuencia de falla, frecuencia de falla acumulada, y valores en porcentajes.	54
Tabla 4. Resultado del Pareto realizado a la empresa Renault SOFASA S.A.	56
Tabla 5. Recolecta de la información para la Balanceadora.	59
Tabla 6. Valores de los factores para la criticidad	59
Tabla 7. Ponderaciones para cada factor y resultados de criticidad de la Balanceadora	60
Tabla 8. Selección de la criticidad del análisis de componentes realizado a los equipos (activos) críticos.	61
Tabla 9. Análisis de elementos críticos de los componentes por máquina.	63
Tabla 10. Parte del listado de los clientes de COLLISIONS S.C.S	66
Tabla 11. Parte del listado de los equipos que suministra COLLISION S.C.S	67
Tabla 12. Parte de la codificación de los activos (equipos) de la empresa Renault SOFASA S.A.	69
Tabla 13. Parte de la codificación de los componentes de la Balanceadora de Ruedas 2420.	73
Tabla 14. Descripción de mantenimiento de la balanceadora DST 2420	75
Tabla 15. Descripción de mantenimiento el elevador doble columna 9000 lbs XPR-9	76
Tabla 16. Descripción de mantenimiento del elevador doble tijera STRATOS S36-S39	77

Tabla 17. Descripción de mantenimiento del elevador cuatro columnas HD-9AE	77
Tabla 18. Descripción de mantenimiento de cabina de pintura con intercambiador de calor.	78
Tabla 19. Cronograma de mantenimiento de la balanceadora de ruedas 2420	78
Tabla 20. Cronograma de mantenimiento de la desmontadora de llantas R-980XR	79
Tabla 21. Cronograma de mantenimiento de la cabina de pintura con intercambiador de calor	79
Tabla 22. Cronograma de mantenimiento del elevador doble columna 9000 lbs XPR-9	80
Tabla 23. Cronograma de mantenimiento de la zona de preparación abierta AP6-1 EP	80
Tabla 24. Cronograma de mantenimiento del elevador de doble tijera S36	81
Tabla 25. Cronograma de mantenimiento del elevador cuatro columnas HDS-14 LSX RJ7 con Rolling Jack	81
Tabla 26. Cronograma de mantenimiento del elevador de doble tijera S39	82
Tabla 27. Resultado de la auditoria de mantenimiento.	85
Tabla 28. Auditoria de mantenimiento- Organización de servicio técnico	85
Tabla 29. Auditoria de mantenimiento- Herramientas	86
Tabla 30. Auditoria de mantenimiento - Mantenimiento preventivo	87
Tabla 31. Auditoria de mantenimiento- Mantenimiento correctivo	87
Tabla 32. Auditoria de mantenimiento- Sistema de información	88
Tabla 33. Auditoria de mantenimiento- Stock	88
Tabla 34. Auditoria de mantenimiento- Reacción de personal	89
Tabla 35. Calculo EOQ para el análisis de inventarios de la empresa COLLISION S.C.S	118

Tabla 36. Información de equipos, proveedores y tiempo de importación.

120

## LISTA DE ANEXOS<sup>1</sup>

Anexo A. Recolecta de información de los activos críticos del Pareto realizado

Anexo B. Resultados de la criticidad de componentes.

Anexo C. Listado de clientes de la empresa COLLISION S.C.S

Anexo D. Listado de maquinaria de la empresa COLLISION S.C.S

Anexo E. Codificación de los activos de la empresa Sofasa S.A.

Anexo G. Encuestas realizadas al personal de mantenimiento de la empresa Sofasa S.A

Anexo H. Información de proveedores y tiempos de importación

Anexo I. Manuales de mantenimiento de las maquinas criticas

---

<sup>1</sup> Ver anexos en carpeta adjunta en el CD

## RESUMEN

**TITULO:** PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO POST-VENTA PARA LOS PRODUCTOS DISTRIBUIDOS POR LA EMPRESA COLLISION SCS HACIENDO USO DE HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES PARA EL MANEJO DE INFORMACIÓN.\*

**AUTORES:** MARIA FERNANDA RODRÍGUEZ ÁNGEL  
YEFERSON TOLOZA CAMPOS\*\*

**KEY WORDS:** MANTENIMIENTO, INFORMACIÓN, SISTEMA.

La realización de un plan de mantenimiento preventivo post-venta, como solución a los problemas de COLLISION S.C.S. una empresa dedicada a la importación y distribución de equipos y maquinaria especializada y enfocada hacia el mantenimiento automotriz.

El estudio empieza con la recopilación de la información, haciendo una auditoría de mantenimiento, la cual consta de una encuesta a diferentes personas de la empresa, enfocando al personal encargado de realizar los mantenimientos, en donde se identifica cuáles son las áreas con falencias en la empresa. Se realiza un análisis de los clientes de la empresa COLLISION S.C.S, encontrando que la empresa Sofasa S.A. es la que mayor maquinaria ha adquirido, permitiendo observar un comportamiento de falla de los quipos vendidos, luego se realiza un análisis de Pareto a la maquinaria de SOFASA S.A con el fin de conocer cuáles máquinas son las más críticas. Posteriormente se crea una codificación para reconocer desde los clientes hasta cada máquina que poseen, esta codificación se analizó teniendo en cuenta tres regiones en las cuales COLLISION presta sus servicios a nivel nacional.

Se hace un análisis complementario que muestre cuales de esas piezas que existen en los despieces, son las más críticas, para facilitar el estudio que se debe aplicar al manejo del inventario de la empresa. Se hace uso de un sistema de información para el manejo de los datos de la empresa COLLISION S.C.S. llamado SAIM.

---

\* Trabajo de grado

\*\* Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Director: Isnardo González Jaimes, Ingeniero Mecánico

## ABSTRACT

**TITLE:** AFTER SALES PREVENTIVE MAINTENANCE PLAN FOR COLLISION'S DISTRIBUTED EQUIPMENT USING COMPUTATIONAL TOOLS FOR INFORMATION MANAGEMENT.\*

**AUTHORS:** MARIA FERNANDA RODRÍGUEZ ÁNGEL  
YEFERSON TOLOZA CAMPOS\*\*

**KEY WORDS:** MAINTENANCE, INFORMATION, SYSTEM.

The realization of an after sales preventive maintenance plan as a solution to the COLLISION'S problem. This company is dedicated to importation and distribution of equipment and specialized machinery, all focused on automotive maintenance sector.

The investigation starts with the collection of all the details and historical information, after that it was applied a maintenance audit, which was composed by a complete survey answered by different collision's employees, focused mainly on maintenance technicians, in order to identify the business areas with more failures. Then, it was performed an analysis of all collision's customers list, it was found that SOFASA S.A. is the one with more quantity of equipment, after that could be determined a trend or behavior of machines failures.

Later, a Pareto chart was done to all Sofasa equipment with the purpose of establish the most critical machines.

Afterwards a codification was made in order to easily identify each customer with all their machines associated; this codification was created taking into account the 3 regions where Collision offers services.

Due to the large quantity of information that Collision has to manage (each machine has a considerable number of independent parts) it was needed a complementary analysis that allowed to identify which of all the parts in the multiples cutting machines are the truly critical, in order to provide a better way to inventory management.

It was used an information system named SAIM for Collision SCS data management.

---

\* Bachelor Thesis

\*\* Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Director: Isnardo González Jaimes, Ingeniero Mecánico

## INTRODUCCIÓN

COLLISION S.C.S. es una empresa dedicada a la importación de equipos y maquinaria especializada y enfocada hacia el mantenimiento automotriz, es representante nacional de algunas de las marcas más reconocidas tales como BEND PAK, SNAP-ON, LAGOS, entre otras.

Actualmente la empresa posee un número considerable de clientes a nivel nacional y es la encargada de brindar mantenimiento a todos los equipos vendidos, es por ello que se ve la necesidad de aplicar los conocimientos de ingeniería y responder eficientemente a los cambios y exigencias que el mercado competitivo presenta.

Para cumplir con el objetivo de la empresa y brindar oportunamente un servicio completo a estos equipos, se plantea en el presente proyecto de grado, implementar un plan de mantenimiento preventivo que no solo maneje la información técnica necesaria de los procesos y equipos, sino que implemente un sistema de información capaz de mostrar en tiempo real cuales de los mantenimientos tienen prioridad, y en base a eso poder hacer una programación y efectuar una orden de trabajo como soporte tanto para la empresa COLLISION como para la empresa cliente. Por otra parte, el sistema cuenta con la base de datos de clientes y sus respectivos equipos con su hoja de vida. En el sistema también se encuentra la información básica técnica y sus respectivos despieces acompañados de una codificación.

El estudio empieza con la recopilación de la información, haciendo una auditoría de mantenimiento, la cual consta de una encuesta a diferentes personas de la empresa, enfocando al personal encargado de realizar los mantenimientos.

Posteriormente y teniendo la información de los sectores más relevantes para analizar, se hace un estudio de criticidad inicialmente a los equipos y luego a las partes de aquellos que resultaron más críticos.

Se realiza un análisis de Pareto aplicado a las máquinas de la empresa Sofasa S.A. con el fin de conocer cuáles de estas máquinas son las más críticas. Posteriormente se crea una codificación para reconocer desde los clientes hasta cada máquina que posee cada uno de estos, esta codificación se analizó teniendo en cuenta tres regiones en las cuales COLLISION presta sus servicios a nivel nacional.

Como la información que maneja la empresa es muy extensa, puesto que cada máquina posee un número considerable de partes, se hace un análisis complementario que muestre cuales de esas piezas que existen en los despieces, son las más críticas, para facilitar el estudio que se debe aplicar al manejo del inventario de la empresa.

## **1. PERFIL DE LA EMPRESA COLLISION S.C.S.**

COLLISION es una empresa dedicada a la importación y distribución de equipos especializados en el sector automotriz, facilitando procesos de ensamble, chapa, pintura, diagnóstico automotriz, información de reparación y soluciones profesionales.

Los productos y servicios incluyen herramientas hidráulicas, herramientas de mano, herramientas eléctricas y electrónicas, software especializado de gestión que solucionan problemas a concesionarios de vehículos y talleres de reparación.

COLLISION asesora y suministra soluciones a problemas de productividad en los talleres del sector automotor, Cuenta con más de 200 empresas clientes a las cuales presta servicio de mantenimiento y soporte técnico en línea directa con fabricantes, con un número considerable de máquinas vendidas, COLLISION suministra repuestos originales y mano de obra especializada a la hora de brindar soluciones técnicas a sus máquinas.

### **1.1 HISTORIA DE LA EMPRESA COLLISION S.C.S.**

Desde 1995 se consolida en el mercado colombiano atendiendo concesionarios, talleres, centros de diagnóstico automotor, ensambladoras, aseguradoras y fabricantes de carrocerías industriales y autobuses. Atendiendo también el mercado de países vecinos como: Guatemala, Costa Rica, Panamá y Ecuador.

### **1.2 MISION DE COLLISION S.C.S.**

Suministrar a nuestros clientes productos con tecnología de punta y servicios oportunos de alto nivel, que les permita mejorar sus procesos, calidad y

productividad, en un entorno de responsabilidad social, cuidado del medio ambiente y mejora en las condiciones de trabajo de su personal.

### **1.3 VISIÓN DE COLLISION S.C.S.**

COLLISION S.C.S. será la empresa líder, rentable y consolidada en el mercado nacional, asesorando y suministrando equipos de última tecnología, contando con el mejor servicio al cliente, enfocado en identificar, cumplir y garantizar, los requerimientos de la industria, gestionando de forma rentable la organización.

### **1.4 GESTIÓN DE CALIDAD**

COLLISION S.C.S. se compromete a brindar un servicio enfocado en el cumplimiento de los plazos, compra, entrega y calidad de los productos, de acuerdo a los requerimientos establecidos por la ley y sus clientes, generando un alto nivel de servicio y certificando así la referenciación en el mercado nacional e internacional que lo ha hecho ser reconocido.

### **1.5 OBJETIVOS DE CALIDAD**

- Gestionar los procesos de forma adecuada para brindar productos y servicios pertinentes, cumpliendo con los requerimientos de los clientes internos y externos de la organización.
- Cumplir con los plazos, condiciones y calidad en la entrega de los productos y servicios, generando una cualidad de confianza para cada uno de los agentes que intervienen en los procesos establecidos por COLLISION S.C.S.

- Mejorar la estructura organizacional y funcional constantemente, logrando un mayor nivel en el trabajo, siendo una de las mayores referencias en la comercialización de equipos para el sector industrial.
- Certificar la calidad de los proveedores y sus respectivos productos, permitiendo la entrega de bienes garantizados desde su elaboración.

## **1.6 SISTEMA DE GESTIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO (SG-SST)**

Actualmente la empresa COLLISION S.C.S. busca implementar el sistema SG-SST siguiendo los lineamientos establecidos por la ley colombiana con el Decreto único del sector trabajo 1072 de 2015.

El sistema SG-SST está enfocado en cuidar, proteger y controlar la integridad física del trabajador creando una cultura de autocuidado y conciencia al momento de realizar actividades que puedan comprometer la salud de este. Para poder realizar esta implementación, se requiere aplicar la teoría PHVA (Planifica, Hacer, Verificar y Actuar), la cual garantiza que se cumplan las medidas de prevención, cabe resaltar que en la industria nacional existe mucho desacato por parte de los empleados, pues no se evidencia algún interés por controlar aquellas acciones que se consideran un riesgo a mediano o largo plazo, a continuación se resaltan los objetivos del SG-SST aplicados a la empresa COLLISION S.C.S:

- Identificar de forma oportuna las condiciones inseguras de trabajo y salud que pudieran propiciar incidentes, accidentes y enfermedades laborales.
- Desarrollar actividades para la prevención de enfermedades laborales y accidentes de trabajo que permitan la disminución de la accidentalidad y aparición de enfermedades laborales.
- Promover una cultura preventiva y de autocuidado a través de programas de estilos de vida y trabajos saludables minimizando el ausentismo por enfermedad común u otras causas.

- Estructurar un plan de capacitación que permita afianzar los conocimientos en seguridad y salud en el trabajo.
- Realizar y vigilar las evaluaciones medicas ocupacionales necesarias para que se garantice el monitoreo de las condiciones de salud de los trabajadores a través de sistemas de vigilancia epidemiológicas.
- Desarrollar un plan de prevención, preparación y respuesta ante emergencias que garantice una actuación adecuada de los trabajadores en caso de presentarse alguna emergencia.
- Garantizar el cumplimiento de la normatividad legal vigente aplicables a la empresa en materia de seguridad y salud en el trabajo.

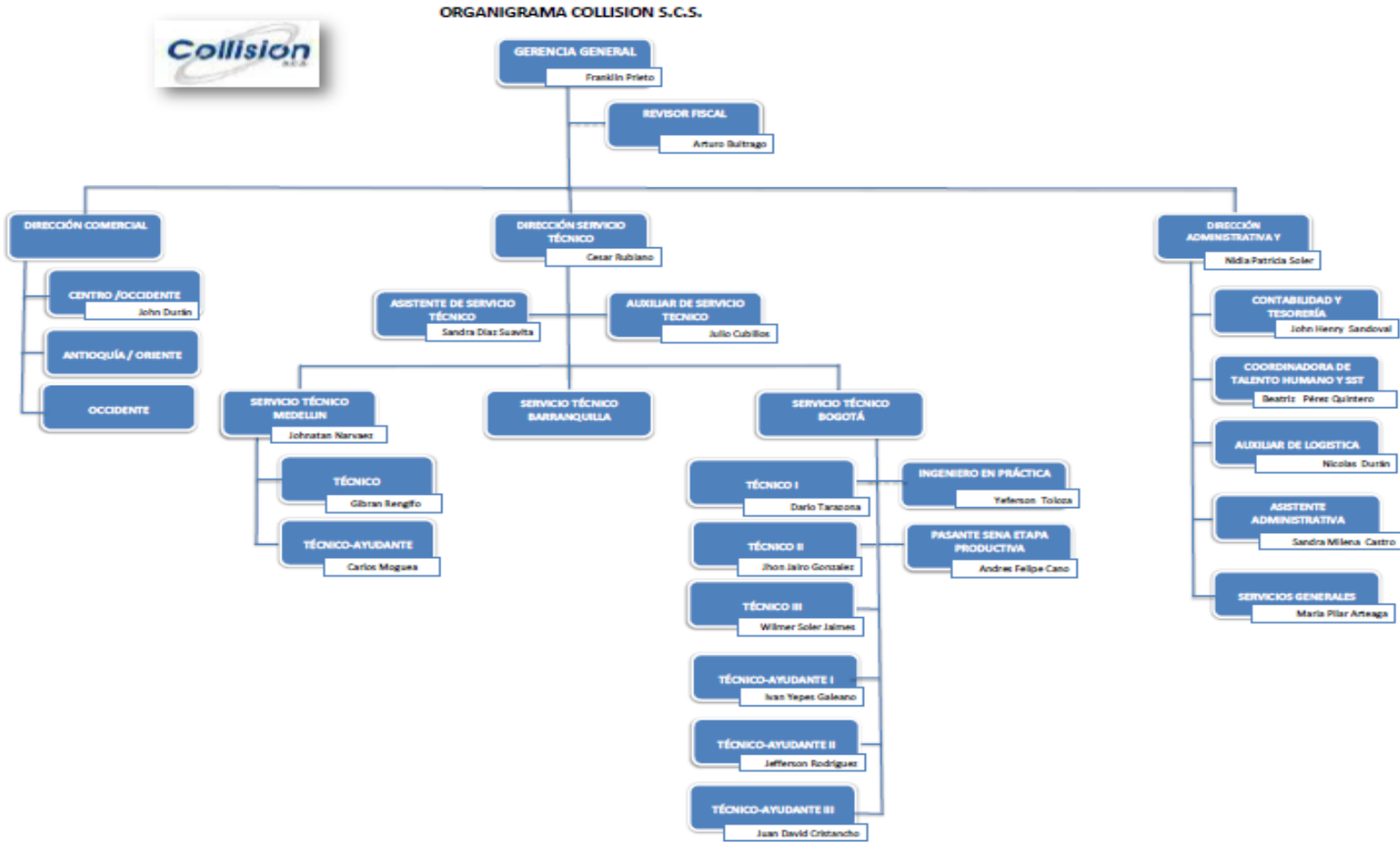
## **1.7 ESTRUCTURA FÍSICA**

COLLISION S.C.S. cuenta con una oficina principal en la ciudad de Bogotá, la cual maneja una bodega bien equipada, encargada de distribuir piezas, repuestos y maquinaria a las diferentes ciudades del país, esta oficina es la sede principal de la empresa, y cuenta con los implementos tecnológicos necesarios como, computadores, impresoras, teléfonos, escritorios, internet banda ancha y los elementos necesarios en el área administrativa. También cuenta con dos sedes de servicio técnico en la ciudad de Medellín y Barranquilla, encargadas de atender diferentes sectores del país ya debidamente seleccionados.

## **1.8 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL**

En la figura 1 se puede observar la estructura organizacional de la empresa COLLISION S.C.S. Donde se identifican las secciones de la empresa y se indica el personal encargado de estas secciones. Las cuales dan servicio de post-venta a toda Colombia, Guatemala, Costa Rica, Panamá, Venezuela y Ecuador.

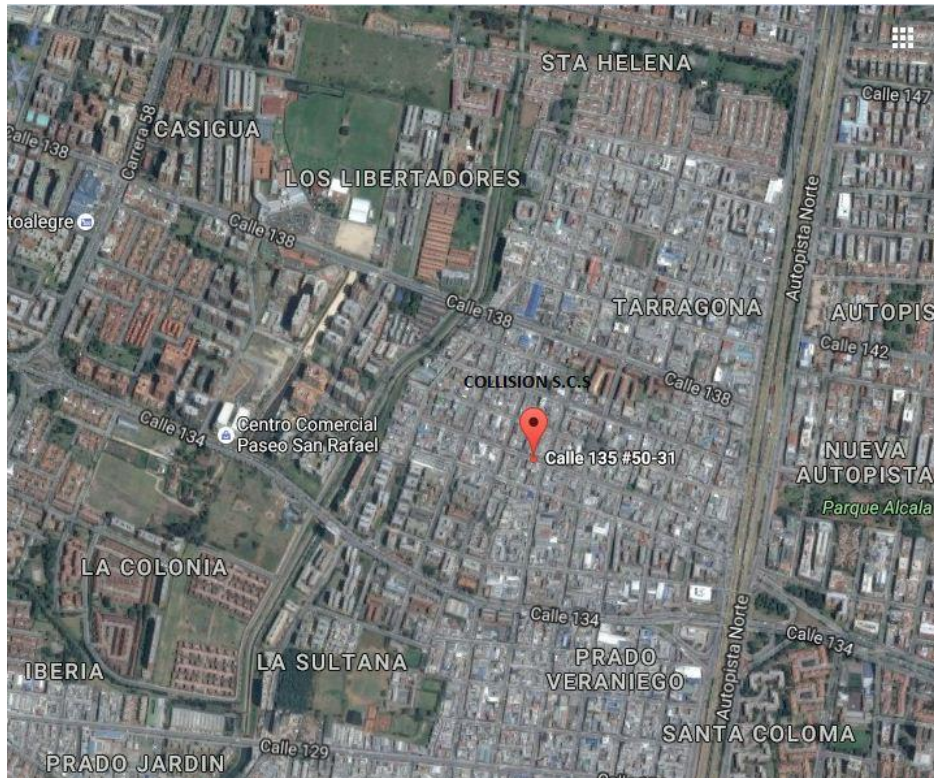
Figura 1. Estructura organizacional de la empresa.



## 1.9 UBICACIÓN

COLLISION S.C.S. se encuentra ubicada en la ciudad de Bogotá D.C. en el departamento de Cundinamarca, Colombia, en la calle 135 # 50-31 barrio Spring. En la figura 2 se ubica satelitalmente el sitio.

Figura 2. Ubicación satelital de la empresa



## 1.10 SERVICIOS PRESTADOS

COLLISION S.C.S cuenta con 3 enfoques principales, en primer lugar, brindar asesoría a sus clientes en adecuación, obras civiles y distribución eficiente del espacio, con el fin de permitir un desarrollo adecuado de sus proyectos de ingeniería, desde la idea inicial hasta el producto final. Por otra parte, se encarga de la importación, instalación, adecuación y pruebas de las máquinas requeridas para cumplir con su objetivo. Por último, ofrece el servicio completo de mantenimiento a estas máquinas, contando con un departamento de ingeniería

y soporte técnico que trabaja de la mano y directamente con los fabricantes, los cuales proveen repuestos, software, actualizaciones y partes originales.

### **1.11 CONTACTO**

Oficina: Calle 135 # 50-31 barrio Spring Bogotá D.C.

Teléfonos de contacto: Tel: (571) 627 8488 - (571) 627 8492

Fax: (571) 627 8492

Correo electrónico: [gerencia@collision-co.com](mailto:gerencia@collision-co.com)

Dirección WEB: [www.collision-co.com](http://www.collision-co.com)

Contacto comercial: [Soporte@collision-co.com](mailto:Soporte@collision-co.com), [comercial@collision-co.com](mailto:comercial@collision-co.com)

## 2. ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO

### 2.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA

COLLISION SCS es una empresa del sector automotor, que se consolida en el mercado colombiano desde 1995 ubicada en Bogotá en la calle 135 # 50 - 31. Esta empresa se dedica a la importación y distribución de maquinaria hidráulica que facilita los trabajos del sector automotriz, vende maquinaria la cual hace referencia a la tabla 1; y atiende concesionarios, talleres, centros de diagnósticos automotor, ensambladoras, aseguradoras y fabricantes de carrocerías industriales y autobuses; su enfoque es brindar a sus clientes las mejores oportunidades para aumentar la productividad de dichas empresas, ofreciendo tecnología de punta de acuerdo a las necesidades de estas.

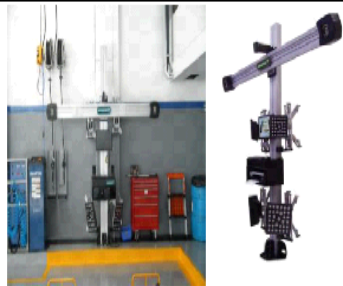



Figura 3. Bancos de enderezado






COLLISION SCS. Cuenta con los recursos y el personal adecuado para expandirse no solo a nivel nacional, sino internacional, trabajando con empresas en Guatemala, Costa Rica, Panamá, Venezuela y Ecuador.

Tabla 1. Maquinaria de la empresa COLLISION SCS.

O	MODELO	CARACTERISTICAS	MAQUINA																																																		
Duplicador de parqueo	PL-7000XR	<table border="1"> <tr> <td>Capacidad de Carga</td> <td>7,000 Lbs. / 3175 Kg.</td> </tr> <tr> <td>A - Altura Total:</td> <td>131" / 3327 mm.</td> </tr> <tr> <td>B - Elevación:</td> <td>85" / 2159 mm.</td> </tr> <tr> <td>Longitud Total</td> <td>173-1/2" / 4405 mm.</td> </tr> <tr> <td>Longitud de Plataforma</td> <td>157-1/2" / 4001 mm.</td> </tr> <tr> <td>Ancho Total</td> <td>93" / 2489 mm.</td> </tr> <tr> <td>Ancho de Plataforma</td> <td>82-1/2" / 2094 mm.</td> </tr> <tr> <td>Velocidad de Elevación</td> <td>30 Segundos</td> </tr> <tr> <td>Motor</td> <td>220 VAC / 60 Hz. 1Ph.</td> </tr> </table>	Capacidad de Carga	7,000 Lbs. / 3175 Kg.	A - Altura Total:	131" / 3327 mm.	B - Elevación:	85" / 2159 mm.	Longitud Total	173-1/2" / 4405 mm.	Longitud de Plataforma	157-1/2" / 4001 mm.	Ancho Total	93" / 2489 mm.	Ancho de Plataforma	82-1/2" / 2094 mm.	Velocidad de Elevación	30 Segundos	Motor	220 VAC / 60 Hz. 1Ph.																																	
Capacidad de Carga	7,000 Lbs. / 3175 Kg.																																																				
A - Altura Total:	131" / 3327 mm.																																																				
B - Elevación:	85" / 2159 mm.																																																				
Longitud Total	173-1/2" / 4405 mm.																																																				
Longitud de Plataforma	157-1/2" / 4001 mm.																																																				
Ancho Total	93" / 2489 mm.																																																				
Ancho de Plataforma	82-1/2" / 2094 mm.																																																				
Velocidad de Elevación	30 Segundos																																																				
Motor	220 VAC / 60 Hz. 1Ph.																																																				
Cabina de pintura	lagos 7.34	<table border="1"> <tr> <td>Largo interior</td> <td>7200 mm</td> </tr> <tr> <td>Largo exterior</td> <td>7340 mm</td> </tr> <tr> <td>Ancho</td> <td>4080 mm</td> </tr> <tr> <td>Ancho interior</td> <td>4000 mm</td> </tr> <tr> <td>Alto exterior</td> <td>3730 mm</td> </tr> <tr> <td>Medidas emparillado</td> <td>2250x5250 mm</td> </tr> <tr> <td>Capacidad de carga emparillado</td> <td>625 kgxh u ella</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="background-color: #92d050;">GRUPO GENERADOR DE IMPULSION</td> </tr> <tr> <td>Caudal de aire efectivo</td> <td>20000m3/hr - 32000 m<sup>3</sup>/h</td> </tr> <tr> <td>Nº de ventiladores</td> <td>1 doble</td> </tr> <tr> <td>Presión total</td> <td>100mm.c.a.</td> </tr> <tr> <td>Potencia motriz instalada</td> <td>125 Cv, 220V, 3 fases</td> </tr> <tr> <td>Sistema de control</td> <td>Inverter</td> </tr> <tr> <td>Renovación aire interior cabina</td> <td>368r/h</td> </tr> <tr> <td>Velocidad del aire en vado</td> <td>0,31m/seg</td> </tr> <tr> <td>Rumorosidad en el interior</td> <td>77 dB</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="background-color: #92d050;">GRUPO TERMICO</td> </tr> <tr> <td>Temperatura en fase de pintado</td> <td>15-25º C</td> </tr> <tr> <td>Temperatura en fase de secado</td> <td>60-80º C</td> </tr> <tr> <td>Capacidad térmica de la cámara de combustión</td> <td>350.000 Kcal/h</td> </tr> <tr> <td>Combustible de quemador</td> <td>GAS NATURAL</td> </tr> <tr> <td>Intercambiador de calor</td> <td>MODULANTE</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="background-color: #92d050;">GRUPO EXTRACTOR</td> </tr> <tr> <td>Caudal de aire efectivo</td> <td>20000m3/hr - 32000 m<sup>3</sup>/h</td> </tr> <tr> <td>Potencia motriz instalada</td> <td>125 Cv, 220v, 3 fases</td> </tr> </table>	Largo interior	7200 mm	Largo exterior	7340 mm	Ancho	4080 mm	Ancho interior	4000 mm	Alto exterior	3730 mm	Medidas emparillado	2250x5250 mm	Capacidad de carga emparillado	625 kgxh u ella	GRUPO GENERADOR DE IMPULSION		Caudal de aire efectivo	20000m3/hr - 32000 m <sup>3</sup> /h	Nº de ventiladores	1 doble	Presión total	100mm.c.a.	Potencia motriz instalada	125 Cv, 220V, 3 fases	Sistema de control	Inverter	Renovación aire interior cabina	368r/h	Velocidad del aire en vado	0,31m/seg	Rumorosidad en el interior	77 dB	GRUPO TERMICO		Temperatura en fase de pintado	15-25º C	Temperatura en fase de secado	60-80º C	Capacidad térmica de la cámara de combustión	350.000 Kcal/h	Combustible de quemador	GAS NATURAL	Intercambiador de calor	MODULANTE	GRUPO EXTRACTOR		Caudal de aire efectivo	20000m3/hr - 32000 m <sup>3</sup> /h	Potencia motriz instalada	125 Cv, 220v, 3 fases	
Largo interior	7200 mm																																																				
Largo exterior	7340 mm																																																				
Ancho	4080 mm																																																				
Ancho interior	4000 mm																																																				
Alto exterior	3730 mm																																																				
Medidas emparillado	2250x5250 mm																																																				
Capacidad de carga emparillado	625 kgxh u ella																																																				
GRUPO GENERADOR DE IMPULSION																																																					
Caudal de aire efectivo	20000m3/hr - 32000 m <sup>3</sup> /h																																																				
Nº de ventiladores	1 doble																																																				
Presión total	100mm.c.a.																																																				
Potencia motriz instalada	125 Cv, 220V, 3 fases																																																				
Sistema de control	Inverter																																																				
Renovación aire interior cabina	368r/h																																																				
Velocidad del aire en vado	0,31m/seg																																																				
Rumorosidad en el interior	77 dB																																																				
GRUPO TERMICO																																																					
Temperatura en fase de pintado	15-25º C																																																				
Temperatura en fase de secado	60-80º C																																																				
Capacidad térmica de la cámara de combustión	350.000 Kcal/h																																																				
Combustible de quemador	GAS NATURAL																																																				
Intercambiador de calor	MODULANTE																																																				
GRUPO EXTRACTOR																																																					
Caudal de aire efectivo	20000m3/hr - 32000 m <sup>3</sup> /h																																																				
Potencia motriz instalada	125 Cv, 220v, 3 fases																																																				
		<table border="1"> <tr> <td>Elevador de tijera</td> <td>1,4m</td> </tr> <tr> <td>torres de tiro</td> <td>10 Ton,</td> </tr> <tr> <td>Capacidad de carga</td> <td>4200 kg</td> </tr> <tr> <td>Capadad para hacertiros</td> <td>360º</td> </tr> </table>	Elevador de tijera	1,4m	torres de tiro	10 Ton,	Capacidad de carga	4200 kg	Capadad para hacertiros	360º																																											
Elevador de tijera	1,4m																																																				
torres de tiro	10 Ton,																																																				
Capacidad de carga	4200 kg																																																				
Capadad para hacertiros	360º																																																				
ELEVADOR DE 2 COLUMNAS	Mod. BTE3500, marca HOFMANN	<table border="1"> <tr> <td>Capacidad de carga</td> <td>3500 kg</td> </tr> <tr> <td>Altura de levante</td> <td>1980 mm</td> </tr> <tr> <td>Ancho total</td> <td>3402 mm</td> </tr> <tr> <td>Ancho entre columnas</td> <td>2790 mm</td> </tr> </table>	Capacidad de carga	3500 kg	Altura de levante	1980 mm	Ancho total	3402 mm	Ancho entre columnas	2790 mm																																											
Capacidad de carga	3500 kg																																																				
Altura de levante	1980 mm																																																				
Ancho total	3402 mm																																																				
Ancho entre columnas	2790 mm																																																				

ALINEADOR DE DIRECCION	Modelo GEOLINER 600, Marca HOFMANN - USA	EQUIPO DE ALINEACION Inalambrico, con cámaras digitales 3D		
		Lecturas en 3 minutos		
		Ayudas en animación 3D para el operario		
		PC, IMPRESORA, MOUSE compacto sobre la columna		
ELEVADOR DE ALINEACION DE DOBLE TIJERA	Mod. BLA9144, marca HOFMANN (SNAP ON)	Capacidad de Carga	4000 kg	
		Incluye Platos de Alineación y Rolling Jack (gato movil)		
		Altura de trabajo	1830mm	
		Altura mínima	222mm	
		Ancho total	2134mm	
		Largo total	5943m m(con rampas)	
		Largo de plataformas	4610mm	
		Peso del equipo	1900 kg	
BALANCEADORA DE LLANTAS	mod. GEODYNA710 OS, marca HOFMANN, USA	Precisión	0,035 Oz	
		Tiempo de medición	6 seg.	
		Diámetro del eje	40mm	
		Diámetro de llanta	38" max.	
		Ancho de rin	1"- 20"	
		Diámetro de rin	3"- 20"	
		Máximo peso de la rueda	154 Lbs.	
		Angulo de resolución	+0.7°	
DESMONTADORA DE LLANTAS	modelo R-980 X, línea RANGER, marca BEND PAK	Trabaja Rines de Aluminio, Acero y rines de magnesio		
		Diámetro máximo de llanta	48"	
		Máximo ancho de Rin	14"	
		Peso de llanta máximo	348 Kg.	
		Sistema de fijacion y posicionamiento neumático		

LAVADORA DE PISTOLAS	Mod. BOXER DOUBLE SOLVENT DB 25, marca DRESTER (Suecia)	Dos pistolas: 1 solvente, 1 base agua		
		Se pueden lavar dos pistolas simultáneas o independiente para:		
		* Lavado automático con solvente reciclado		
		* Lavado final automático con solvente limpio		
		* Lavado de limpieza manual con cepillo y chorro solvente		
		* Lavado manual con manguera de solvente limpio		
CENTRAL DE ASPIRACION	Mod. ECO 75, marca CAV ITALY	Potencia	75 KW	 
		Capacidad	8 Lijadoras simultaneas	
		2 centrales de aspiracion sencilla		
		2 tomas de aire comprimido (seco, lubricado)		
		1 toma de aspiración		
		1 toma 110 V		
		regulador y manometro		
		6 centrales de aspiracion dobles		
		3 tomas de aire comprimido (1 seco, 2 lubricado)		
		2 toma de aspiración		
2 toma 220 V				
regulador y manometro				
8 mangueras de aspiracion de lijado en seco con mangueras de aire comprimido				

Sin embargo, carece de un programa de mantenimiento preventivo que permita tener el control de cada máquina, suministrando a los clientes los respectivos documentos que especifiquen tiempo de parada de la máquina, costos e información del personal encargado del respectivo trabajo. Un punto importante para resaltar de la empresa, es que son los mismos distribuidores de los repuestos de las máquinas, pero ocasionando problemas de inventario para cumplir con los mantenimientos en las fechas establecidas.

Figura 4. Duplicadores de parqueo.



Estos inconvenientes, generan la necesidad de aplicar un plan de mantenimiento post-venta, solucionando los problemas en la organización, ya que permite tener actualizada estos datos en un sistema de información. Este sistema permite que los clientes puedan revisar las fechas establecidas de los mantenimientos preventivos de las máquinas, y permite a la empresa controlar el inventario de las maquinarias, llevar un registro de los repuestos críticos, obteniendo un adecuado funcionamiento de los equipos y una buena función de la empresa, ya que al ser distribuidor, requiere mantener un stock, repuestos por garantía y hojas de vida.

Figura 5. Cabina de pintura.



## 2.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO

**2.2.1 Objetivo General.** Establecer un vínculo entre la Universidad Industrial de Santander y los talleres del sector automotor, en la generación y adecuación de conocimientos, contribuyendo con la misión de la escuela de Ingeniería Mecánica, en la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo post-venta que brinde eficiencia a las máquinas vendidas por COLLISION S.C.S.

### 2.2.2 Objetivos específicos.

- Clasificar la información referente a los tipos de máquinas, manejo de inventarios de piezas, repuestos, material e información de los clientes que permita planear el mantenimiento preventivo/correctivo de la maquinaria,

contando con la disposición de los elementos y del personal para las fechas establecidas.

- Realizar un estudio de criticidad de las máquinas y componentes vendidas por la empresa, obteniendo información específica de las principales piezas de la máquina.
- Establecer un plan de mantenimiento preventivo post-venta para los equipos críticos.
- Diseñar un sistema de información que implemente el plan concebido por la empresa COLLISION SCS. Que cuente con los siguientes módulos:

*Historial* de demanda y ventas, de los productos ofrecidos por la empresa y que generen una tendencia general del comportamiento económico de la actividad de la empresa.

*Registro* consolidado de proveedores y clientes de la empresa.

*Hoja de vida* de las máquinas *Manuales* para el manejo de la interfaz y facilitar la capacitación del personal de la empresa.

*Planeación y programación* de los mantenimientos preventivos a realizar.

*Repuestos* de las piezas críticas.

*Estadísticas* se muestra la recopilación de la información de la empresa como tiempo de falla de piezas, piezas más vendidas, piezas de garantía que más fallan y costos.

Implementar el plan de mantenimiento de la empresa COLLISIONS S.C.S mediante el uso del sistema de información SAIM.

### 3. GENERALIDADES Y FUNDAMENTOS DEL MANTENIMIENTO<sup>2</sup>

Mantenimiento es la actividad científica cuyo desarrollo permite la más alta disponibilidad con calidad de todos los bienes. Mantener es obtener utilidades, porque es la única forma de conservar los equipos y las plantas en el más alto grado de productividad y competencia. Retarda la compra de bienes nuevos, prolongando la vida útil de los actuales, sin descartar la utilización de tecnologías más eficaces y rentables.

Mantener bien o mantener con calidad es: utilizar inteligentemente la planeación, la programación y el control, de manera que mejoren la efectividad y la productividad, disminuyan las paradas y los costos de mantenimiento sean mínimos logrando una rentabilidad óptima de la función del mantenimiento.

Mantener bien es ejercer un estricto control sobre los siguientes factores:

- Las Reparaciones de emergencia se deben minimizarlas.
- Los Tiempo muerto en producción imputable a mantenimiento: se deben minimizar.
- Los Materiales empleados en las reparaciones y modificaciones: se deben optimizar.
- La mano de obra de mantenimiento, conforme al volumen de mantenimiento: se deben optimizar.
- La depreciación del equipo y edificios: se deben retardar, incrementando su vida.

#### 3.1 TIPOS DE MANTENIMIENTO<sup>3</sup>

---

<sup>2</sup> BORRAS. Carlos. Ingeniería de Mantenimiento Material Docente. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2013.

<sup>3</sup> BOTERO, Camilo. Manual de Mantenimiento. Bogotá: Servicio Nacional de Aprendizaje, 1991.

Existen diversas formas de realizar el mantenimiento a un equipo de producción, cada una tiene sus propias características, en este proyecto se trabajará con mantenimiento correctivo y preventivo.

**3.1.1 Mantenimiento Correctivo.** Como su nombre lo indica, es un mantenimiento encaminado a corregir una falta que se presente en determinado momento. Es el equipo quien determina las paradas. Su función principal es poner en marcha el equipo lo más rápido posible.

Las etapas a seguir cuando se presenta un problema de mantenimiento correctivo, pueden ser las siguientes:

- Identificar el problema y sus causas.
- Estudiar las diferentes alternativas para su reparación.
- Evaluar las ventajas de cada alternativa y escogerla óptima.
- Planear la reparación de acuerdo con personal y equipos disponibles.
- Clasificar y archivar la información sobre tiempos, personal y repuesto de la labor realizada, así como las diferentes observaciones al respecto.

Este tipo de mantenimiento presenta una serie de inconvenientes en diversas áreas de la empresa.

- *Personal:* cuando el equipo es nuevo es necesario un reducido grupo de técnicos para atender las fallas que se presentan, pero con el transcurrir del tiempo, el desgaste del equipo será mayor y traerá como consecuencia un incremento en el número de fallas, que ya no podrán ser atendidas por el mismo grupo de personas, lo cual hace necesario que se contrate más personal de mantenimiento para atender todos los daños
- *Maquinaria:* una pequeña deficiencia que no se manifiesta, puede con el tiempo hacer fallar otras partes del mismo equipo, convirtiéndose así, un arreglo pequeño en una reparación mayor que incrementa los costos debido al aumento y el tiempo de parada del equipo. Esto se podría haber evitado efectuando a tiempo el cambio del elemento, daño que hubiera sido detectado durante una revisión preventiva.
- *Inventario:* casi podría afirmarse que el repuesto requerido para solucionar una falla no se encuentra en ese momento en el almacén, por no existir la información de la clase y cantidad de repuestos necesarios. La consecución de

estos elementos exteriormente hace que la demora sea mayor y se incrementen los costos.

- *Seguridad*: la seguridad se verá afectada si la falla coincide con un evento inaplazable en la producción y se obliga a los equipos a trabajar en condiciones de riesgo tanto para el personal, como para la maquinaria.
- *Calidad*: por último, la calidad del producto se verá seriamente afectada, ya que el desgaste progresivo de los equipos ocasionará una caída de esta, lo cual dará como resultado un aumento en la calidad de "segundas" al final del proceso.

**3.1.2 Mantenimiento Preventivo.** El mantenimiento preventivo es aquel que se hace mediante un programa de actividades (revisiones y lubricación), previamente establecido, con el fin de anticiparse a la presencia de fallas en instalaciones y equipo.

Este programa se fundamenta en el estudio de necesidades de servicio de un equipo, teniendo en cuenta cuáles de las actividades se harán con el equipo detenido y cuáles cuando está en marcha. Además, se estima el tiempo que se toma cada operación y la periodicidad con que se efectúa, con el fin de poder determinar así las horas-hombre que requiere una tarea de mantenimiento, al igual que las personas que se van a emplear en determinados momentos del año.

El éxito de un programa de mantenimiento preventivo, estriba en el análisis detallado del programa de todas y cada una de las máquinas y en el cumplimiento estricto de las actividades, para cuyo efecto se debe realizar un buen control.

Las actividades a realizar en el mantenimiento preventivo se dividen en tres grupos: operaciones de lubricación y limpieza, revisiones preventivas y correcciones programadas.

- *Revisiones preventivas*: esta es una labor sistemática en la cual se fundamenta el éxito del mantenimiento preventivo y consiste en recoger información sobre el estado de las partes de instalaciones y equipos con el fin de detectar posibles puntos de falla o partes descompuestas. Dicha información

será utilizada bien para programar una parada de corrección (reposición o reparación) o para generar una orden de mantenimiento correctivo, en cuyo caso se debe ser flexible y si el personal que está haciendo las revisiones está capacitado, se podrá realizar seguidamente la tarea de mantenimiento correctivo, así como los ajustes que permitan un mejor funcionamiento del equipo.

- *Correcciones programadas:* también se les llama correctivo programado y en la mayoría de los casos es una consecuencia de haber realizado una revisión preventiva en la cual se determinó la necesidad de reparar o reponer algún elemento del equipo.
- *Lubricación:* El primer paso es hacer una lista de los lubricantes requeridos por los equipos de la planta, según recomendaciones de los fabricantes o experiencia de los peritos. Luego, basándose en los lubricantes que existen en el mercado y mediante un diagrama de VISCOSIDAD vs. TEMPERATURA de la A.S.T.M. e ISO que los contenga, reducir la cantidad inicial de lubricantes, escogiendo uno entre los que posean iguales características. Dicha reducción no debe ser excesiva, ni deberá hacer peligrar la correcta lubricación de la maquinaria.

**3.1.2.1 Ventajas del Mantenimiento Preventivo.** El mantenimiento preventivo en comparación con los otros mantenimientos presenta las siguientes ventajas:

- Con un adecuado mantenimiento preventivo, el equipo se conservará en óptimas condiciones de trabajo, permitiendo que la producción continúe su flujo normal sin interrupciones. Los niveles de productividad subirán considerablemente.
- Las personas que laboran con estos equipos se sentirán más satisfechas y trabajarán con un alto grado de motivación.
- Los equipos no sufrirán un deterioro mayor cuando han sido sometidos continuamente a un mantenimiento preventivo.
- Habrá menos desperdicio de materia prima, al no ocurrir daños inesperados.

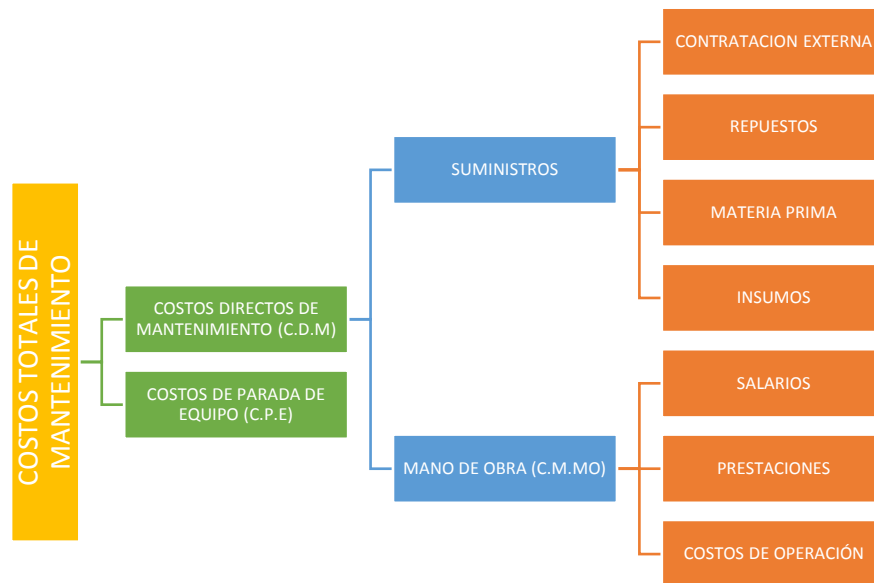
- Se cumplirá con las fechas de entrega ofrecidas a los clientes, los cuales estarán satisfechos con el cumplimiento y la calidad.
- La fuerza de ventas estará más contenta y motivada para realizar más ventas.
- Al reducirse la improductividad de los equipos, los costos por máquina se reducirán también, pudiéndose fijar precios más competitivos.
- Por otro lado, se podrán hacer los presupuestos Y proyecciones con más exactitud.
- En cuanto al inventario se refiere, se podrá establecer fácilmente la cantidad máxima y mínima de repuestos, lo cual es más racional. Se podrán adquirir los repuestos con la debida anticipación.
- Se dispondrá de las herramientas necesarias.
- Se podrá programar el trabajo del personal de mantenimiento; esto facilita el que se tenga el necesario para cumplir con las labores previstas.
- Se evitará en lo posible que fallas pequeñas, que no se manifiesten, ocasionen daños mayores. Se podrán planear las reposiciones o reparaciones generales del equipo de acuerdo con producción.
- Se podrán establecer índices para los costos de mantenimiento.
- En conjunto, se disminuirán los costos por una adecuada distribución de los recursos humanos, físicos y financieros.

### **3.2 COSTOS DE MANTENIMIENTO**

Los costos de mantenimiento tienen una gran importancia cuando se trata de medir su eficiencia. Con la ayuda de la contabilidad de costos, se puede estudiar el cumplimiento de los presupuestos tanto de operación como de obra, esto permitirá comparar la labor del departamento de mantenimiento con la de los demás departamentos de la empresa, a su vez permite dar énfasis en aquellos repuestos que se deben fijar en el inventario y que tienen gran impacto en el desarrollo del mantenimiento para cumplir con el tiempo previsto.

**3.2.1 Costos directos de mantenimiento.** Los costos directos de mantenimiento se definen como el valor del conjunto de bienes y servicios que se consumen para adelantar una tarea de mantenimiento. Se encuentran conformados por los costos de suministros y los costos de mano de obra que incluyen los costos de operación.

Figura 6. Diagrama de costos totales de mantenimiento



- Costos de suministros: son todos aquellos costos de los elementos físicos que son imprescindibles durante una tarea de mantenimiento. Resulta conveniente aclarar que dos los suministros no son repuestos. Estimar el costo real de un repuesto determinado es una labor difícil, debido a un sin número de factores tales como inflación, devaluación, depreciación y los costos por inventario excesivo.
- Es una política muy común en el manejo de los costos el incluir dentro de los suministros, los contratos externos que tengan como fin una tarea de mantenimiento, ya que éstos generalmente requieren de equipo y material para ser adelantados, emitiéndose entonces una factura única que se carga como un suministro. Estos contratos por lo regular son: mano de obra, servicios, asesorías, montajes, etc...

- **Costos de mano de obra (C.M.O):** se refiere al salario más las prestaciones sociales devengados por los técnicos del departamento asignados a una labor de mantenimiento. Además, se incluyen como C.M.O., los costos de operación, que son aquellos que no pueden ser clasificados ni como suministros ni como mano de obra y cuya cuantificación atribuida a una determinada labor de mantenimiento. Por lo tanto, la valorización de estos costos se hace en un período particular de tiempo

**3.2.2 Costos de parada de equipo.** Al hallarse una máquina o equipo en estado improductivo se incurrirá en unos costos debido a la tarifa horaria que tenga la máquina.

En ocasiones la obsolescencia de equipos hace imposible conseguir repuestos y es necesario practicar modificaciones a la máquina; esto puede ocasionar que la máquina disminuya su capacidad productiva y a esta pérdida se le denomina costo por falla.

Debido a que algunos de los costos se basan en el tiempo de duración de una tarea de mantenimiento y en la estimación del costo actual de un repuesto, es muy difícil dar valores exactos.

Deben cuestionarse permanentemente los costos del departamento de mantenimiento, sin descuidar los costos que, por una buena o deficiente atención, se estén generando en el sector de producción.

Un punto importante es definir el costo óptimo del mantenimiento; esto no se logra sino mediante una revisión permanente de los costos, lo cual es posible si se tiene la información correcta y oportuna. Para esto deben definirse tareas claras y prácticas tanto para la cuantificación del costo de parada de equipo como para la evaluación del costo del mantenimiento preventivo, reparaciones en el mantenimiento correctivo, reparaciones mayores, montajes y diseños para el mejoramiento o alteración de maquinaria; es decir, la tarifa de la máquina.

### 3.3 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

Se entiende como programa de mantenimiento preventivo un listado en el que se muestra con claridad todas las actividades a realizar para alcanzar los objetivos propuestos, donde se indique el trabajo se va a realizar, cuando se empieza y termina, para así coordinar los recursos a utilizar. Para realizarlo un mantenimiento se requiere conocer detalladamente la información de la empresa, tales como la maquinaria y servicios que ofrece, el personal disponible, y la disponibilidad y rapidez en resolver un problema.

Toda la información debe estar debidamente organizada, detallada y actualizada, para lograr un buen rendimiento del mantenimiento a realizar.

Figura 7. Diagrama de los niveles de taxonomía.



**3.3.1 Lista de equipos<sup>4</sup>.** Una empresa puede tener una o varias plantas de producción, cada una de las cuales puede estar dividida en diferentes zonas o áreas funcionales. Estas áreas pueden tener en común la similitud de sus equipos, una línea de producto determinada o una función.

Cada una de estas áreas estará formada por un conjunto de equipos, iguales o diferentes, que tienen una entidad propia. Cada equipo, a su vez, está dividido en una serie de sistemas funcionales; los sistemas se descomponen en elementos y los componentes son partes más pequeñas de los elementos.

**3.3.2 Codificación de equipos.** La codificación es dar a las máquinas y equipos una dirección donde ubicarlas y un nombre con el cual identificarlas. Permitiendo tener un control y conocimiento sobre la información técnica y características generales de cada una de las máquinas y equipos que vende la empresa.<sup>5</sup>

Básicamente, existen dos posibilidades a la hora de codificar:

- Sistemas de codificación no significativos: son sistemas que asignan un número o un código correlativo a cada equipo, pero el número o código no aporta ninguna información adicional.
- Sistemas de codificación significativos o inteligentes, en el que el código asignado aporta información.

Información útil que debe contener el código de un ítem, la información que debería contener el código de un equipo es la siguiente:

- Planta a la que pertenece.
- Área al que pertenece dentro de la planta.
- Tipo de equipo

---

<sup>4</sup> BORRAS, Carlos. Ingeniería de Mantenimiento. Taxonomía de equipos ISO14224. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2015.

<sup>5</sup> CARDENAS PARRA, Roberto. Proceso de Codificación de Equipos y Aplicación del Sistema SAP en la Gestión del Mantenimiento en Ampliación de la Planta Arauco Re manufactura Tres Pinos. Pág. 87-90.

<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2006/bmfcic355p/doc/bmfcic355p.pdf>

Los elementos que forman parte de un equipo deben contener información adicional:

- Tipo de elemento.
- Equipo al que pertenecen
- Dentro de ese equipo, sistema en el que están incluidos.
- Familia a la que pertenece el elemento. La clasificación en familias es muy útil, ya que permite hacer listados de elementos.

### 3.4 SISTEMA DE INFORMACIÓN

Es un conjunto de componentes interrelacionados que permiten capturar, procesar, almacenar y distribuir la información para apoyar la toma de decisiones y el control en una empresa.

El uso de un sistema de información como herramienta de mantenimiento mejorará la labor del personal de mantenimiento, reducirá el tiempo muerto de los equipos, hará más exacta la información, identificará rápidamente las variaciones, apoyará la planeación, la organización ejecución y el control.

El sistema de información en el mantenimiento sirve para organizar, controlar y administrar la información que se requiere para la toma de decisiones. Es una herramienta que permite: Documentar la información de los equipos y su localización en la empresa; almacenar manuales de operación, manuales técnicos, diagramas, fotografías, clientes. Documenta el historial de los trabajos realizados y recursos empleados.<sup>6</sup>

Un CMMS por su nombre en inglés Computerized Maintenance Management Software mantiene una base de datos de las operaciones de mantenimiento de una organización. Esta información es para ayudar a los trabajadores de mantenimiento a hacer su trabajo más rápido, determinando que máquinas requieren mantenimiento y administrando las piezas de repuesto y las críticas, ayudando a tomar decisiones con conocimiento de gestión (por ejemplo, calcular el costo de reparación de las máquinas averiadas en comparación con el mantenimiento preventivo para cada máquina, que posiblemente lleve a una mejor asignación de recursos).<sup>7</sup>

Los CMMS permiten dejar documentada toda la información del departamento de mantenimiento, brindando el beneficio que, al momento de haber cambios en

---

<sup>6</sup> BOTERO, Camilo. Manual de Mantenimiento. Bogotá: Servicio Nacional de Aprendizaje, 1991.

<sup>7</sup> MARUZZI, Dario, y CHRISTENSEN, Claudio Hector. Consideraciones sobre CMMS. <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mmnew/bib/articulos/2consideraciones.asp>

el personal de mantenimiento, la información sobre los trabajos a realizar, realizados, las fallas o las hojas de vida de los equipos no se extravíen, y queden grabados en el sistema, garantizando a los clientes una continuidad y oportuno seguimiento de los programas de mantenimiento.

El uso de computadores para el mantenimiento se convirtió en una gran herramienta para el mantenimiento de las empresas, por su gran capacidad para procesar datos, y el mantenerlos actualizados. El computador debe adaptarse a las necesidades de los operarios, y para eso se requiere un lenguaje de programación, el cual consiste en un sistema estructurado de comunicación, que se transforma en un código máquina para ser procesado.

## 4. DIAGNOSTICO Y ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE COLLISION S.C.S.

### 4.1 ANÁLISIS DE PARETO

El análisis de Pareto es un método estadístico para definir las causas más importantes de una determinada situación y, por consiguiente, las prioridades de intervención. También se le conoce como diagrama de Pareto.<sup>8</sup>

Las ventajas del Diagrama de Pareto pueden resumirse en:<sup>9</sup>

- Permite centrarse en los aspectos cuya mejora tendrá más impacto, optimizando por tanto los esfuerzos.
- Proporciona una visión simple y rápida de la importancia relativa de los problemas.
- Ayuda a evitar que se empeoren algunas causas al tratar de solucionar otras y ser resueltas.
- Su visión gráfica del análisis es fácil de comprender y estimula al equipo para continuar con la mejora.

**4.1.1 Objetivos del análisis de Pareto.** En general el análisis de Pareto es una de las herramientas estadísticas de mantenimiento más útiles y sus aplicaciones en el área de mantenimiento sólo están limitadas por el ingenio del analista. Realizar el análisis de Pareto tiene como objetivos:

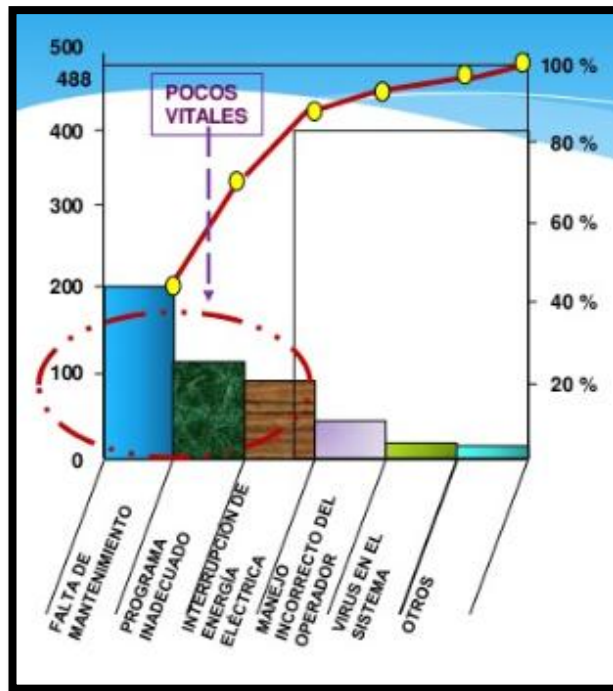
- Identificar oportunidades para llevar a cabo mejoras.
- Identificar un producto o servicio que requiera un análisis más exhaustivo.
- Identificar los sistemas, equipos o elementos que están causando la mayoría de problemas a mantenimiento y/o producción.
- Analizar las diferentes agrupaciones de datos.
- Buscar las causas principales de los problemas y establecer la prioridad de las soluciones.

---

<sup>8</sup> VILLAR CASTILLO, Freddy. Análisis de Pareto <http://de.slideshare.net/freddy1953/5-analisis-de-pareto>

<sup>9</sup> AITECO OCNSULTORES. Diagrama de Pareto- Herramientas de la Calidad. <http://www.aiteco.com/diagrama-de-pareto/>

Figura 8. Diagrama Pareto



Fuente: DION. Diagrama Pareto [en línea]. Agosto 2016. Disponible en: <http://es.slideshare.net/IMarlb0r0l/diagrama-pareto>

- Evaluar los resultados de los cambios efectuados a un proceso (antes y después)
- Expresar los costos que significan cada tipo de falla y los ahorros logrados mediante el efecto correctivo llevado a cabo a través de determinadas acciones.

#### 4.1.2 Análisis de Pareto realizado a la empresa RENAULT SOFASA S.A.

COLLISION S.C.S cuenta con más de 300 clientes a los cuales se les distribuye diferentes equipos, se analizó un criterio de selección tomando la empresa con mayor número de maquinaria adquirida por COLLISION S.C.S. y se decidió trabajar con la empresa Renault SOFASA S.A. que ha adquirido más de 400 equipos en el transcurso de los últimos 6 años, siendo la empresa que tiene más maquinaria y debido a esto se aplican un número considerable de mantenimientos.

Se realiza la recolección de datos basado principalmente en las revisiones de servicio técnico con las que cuenta COLLISION S.C.S obteniendo la cantidad de equipos que posee la empresa seleccionada y la frecuencia de fallas por año, la cual se puede observar en la tabla 2.

Con esta información se procedió a realizar el análisis de Pareto para calcular cuales son los equipos a los cuales se le realizar la criticidad de los componentes, para este análisis se requiere la frecuencia de falla total, frecuencia de falla acumulada, y valores en porcentaje, estos datos se encuentran en la tabla 3 y el diagrama se observa en la Figura 9.

Tabla 2. Equipos que posee RENAULT SOFASA S.A, la cantidad y la frecuencia de fallas al año.

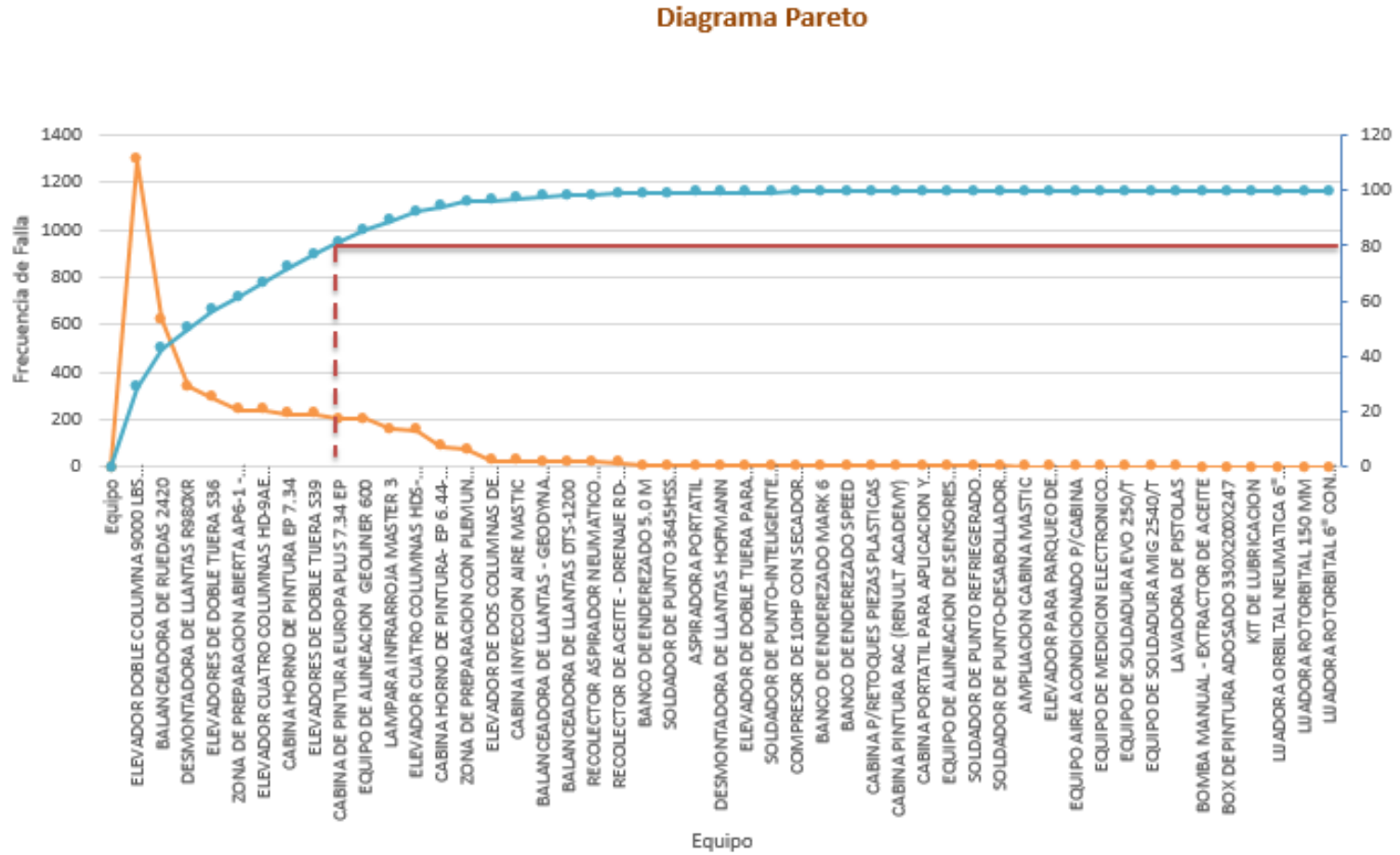
Equipo	Cantidad de Equipos	Fallas
ELEVADOR DOBLE COLUMNA 9000 LBS XPR -9	54	24
BALANCEADORA DE RUEDAS 2420	39	16
DESMONTADORA DE LLANTAS R980XR	38	9
ELEVADORES DE DOBLE TIJERA S36	17	17
ZONA DE PREPARACION ABIERTA AP6-1 - EP	15	16
ELEVADOR CUATRO COLUMNAS HD-9AE CON RJ45	16	15
CABINA HORNO DE PINTURA EP 7.34	8	28
ELEVADORES DE DOBLE TIJERA S39	13	17
CABINA DE PINTURA EUROPA PLUS 7.34 EP	7	29
EQUIPO DE ALINEACION GEOLINER 600	40	5
LAMPARA INFRARROJA MASTER 3	12	13
ELEVADOR CUATRO COLUMNAS HDS-14LSX RJ7 CON ROLLING JACK	11	14
CABINA HORNO DE PINTURA- EP 6.44- 7.5 CV	3	28
ZONA DE PREPARACION CON PLEMUN AP6-3 - EP	4	18
ELEVADOR DE DOS COLUMNAS DE 12000LBS XPR-12FD	9	3
CABINA INYECCION AIRE MASTIC	1	26
BALANCEADORA DE LLANTAS - GEODYNA 800	8	3
BALANCEADORA DE LLANTAS DTS-1200	4	5

RECOLECTOR ASPIRADOR NEUMATICO DE ACEITE	20	1
RECOLECTOR DE ACEITE - DRENAJE RD-20SE	16	1
BANCO DE ENDEREZADO 5.0 M	3	2
SOLDADOR DE PUNTO 3645HSS (INVERTER)	3	2
ASPIRADORA PORTATIL	2	2
DESMONTADORA DE LLANTAS HOFMANN	2	2
ELEVADOR DE DOBLE TIJERA PARA ALINEACION HOFMANN B	2	2
SOLDADOR DE PUNTO-INTELIGENTE (INVERTER) CTR12000.	2	2
COMPRESOR DE 10HP CON SECADOR INCORPORADO	3	1
BANCO DE ENDEREZADO MARK 6	1	2
BANCO DE ENDEREZADO SPEED	1	2
CABINA P/RETOQUES PIEZAS PLASTICAS	1	2
CABINA PINTURA RAC (RENUIT ACADEMY)	1	2
CABINA PORTATIL PARA APLICACION Y SECADO DE PINTUR	1	2
EQUIPO DE ALINEACION DE SENSORES GEOLINER 460	1	2
SOLDADOR DE PUNTO REFRIERERADO POR AGUA 3450	1	2
SOLDADOR DE PUNTO-DESABOLLADOR 3650ECF20/220 (INVE	1	2
AMPLIACION CABINA MASTIC	1	1
ELEVADOR PARA PARQUEO DE VEHICULOS PL-7000X	1	1
EQUIPO AIRE ACONDICIONADO P/CABINA	1	1
EQUIPO DE MEDICION ELECTRONICO VISION X3	1	1
EQUIPO DE SOLDADURA EVO 250/T	1	1
EQUIPO DE SOLDADURA MIG 2540/T	1	1
LAVADORA DE PISTOLAS	1	1
BOMBA MANUAL - EXTRACTOR DE ACEITE	33	0
BOX DE PINTURA ADOSADO 330X200X247	4	0
KIT DE LUBRICACION	3	0
LIJADORA ORBITAL NEUMATICA 6" MANGUERA Y BOLSA.	2	0
LIJADORA ROTORBITAL 150 MM	2	0
LIJADORA ROTORBITAL 6" CON MANGUERA Y BOLSA ASPIRA	2	0
	413	

Tabla 3. Frecuencia de falla, frecuencia de falla acumulada, y valores en porcentajes.

Equipo	Frecuencia de falla	Frecuencia de falla acumulada	Frecuencia de falla %	Frecuencia de falla acumulada %
ELEVADOR DOBLE COLUMNA 9000 LBS XPR -9	1296	1296	28,60	28,60
BALANCEADORA DE RUEDAS 2420	624	1920	13,77	42,37
DESMONTADORA DE LLANTAS R980XR	342	2262	7,55	49,91
ELEVADORES DE DOBLE TIJERA S36	289	2551	6,38	56,29
ZONA DE PREPARACION ABIERTA AP6-1 - EP	240	2791	5,30	61,58
ELEVADOR CUATRO COLUMNAS HD-9AE CON RJ45	240	3031	5,30	66,88
CABINA HORNO DE PINTURA EP 7.34	224	3255	4,94	71,82
ELEVADORES DE DOBLE TIJERA S39	221	3476	4,88	76,70
CABINA DE PINTURA EUROPA PLUS 7.34 EP	203	3679	4,48	81,18
EQUIPO DE ALINEACION GEOLINER 600	200	3879	4,41	85,59
LAMPARA INFRARROJA MASTER 3	156	4035	3,44	89,03
ELEVADOR CUATRO COLUMNAS HDS-14LSX RJ7 CON ROLLING JACK	154	4189	3,40	92,43
CABINA HORNO DE PINTURA- EP 6.44- 7.5 CV	84	4273	1,85	94,29
ZONA DE PREPARACION CON PLEMUN AP6-3 - EP	72	4345	1,59	95,87
ELEVADOR DE DOS COLUMNAS DE 12000LBS XPR-12FD	27	4372	0,60	96,47
CABINA INYECCION AIRE MASTIC	26	4398	0,57	97,04
BALANCEADORA DE LLANTAS - GEODYNA 800	24	4422	0,53	97,57
BALANCEADORA DE LLANTAS DTS-1200	20	4442	0,44	98,01
RECOLECTOR ASPIRADOR NEUMATICO DE ACEITE	20	4462	0,44	98,46
RECOLECTOR DE ACEITE - DRENAJE RD-20SE	16	4478	0,35	98,81
BANCO DE ENDEREZADO 5.0 M	6	4484	0,13	98,94
SOLDADOR DE PUNTO 3645HSS (INVERTER)	6	4490	0,13	99,07
ASPIRADORA PORTATIL	4	4494	0,09	99,16
DESMONTADORA DE LLANTAS HOFMANN	4	4498	0,09	99,25
ELEVADOR DE DOBLE TIJERA PARA ALINEACION HOFMANN B	4	4502	0,09	99,34
SOLDADOR DE PUNTO-INTELIGENTE (INVERTER) CTR12000.	4	4506	0,09	99,43
COMPRESOR DE 10HP CON SECADOR INCORPORADO	3	4509	0,07	99,49
BANCO DE ENDEREZADO MARK 6	2	4511	0,04	99,54
BANCO DE ENDEREZADO SPEED	2	4513	0,04	99,58
CABINA P/RETOQUES PIEZAS PLASTICAS	2	4515	0,04	99,62
CABINA PINTURA RAC (RENUIT ACADEMY)	2	4517	0,04	99,67
CABINA PORTATIL PARA APLICACION Y SECADO DE PINTUR	2	4519	0,04	99,71
EQUIPO DE ALINEACION DE SENSORES GEOLINER 460	2	4521	0,04	99,76
SOLDADOR DE PUNTO REFRIGERADO POR AGUA 3450	2	4523	0,04	99,80
SOLDADOR DE PUNTO-DESABOLLADOR 3650ECF20/220 (INVE	2	4525	0,04	99,85
AMPLIACION CABINA MASTIC	1	4526	0,02	99,87
ELEVADOR PARA PARQUEO DE VEHICULOS PL-7000X	1	4527	0,02	99,89
EQUIPO AIRE ACONDICIONADO P/CABINA	1	4528	0,02	99,91
EQUIPO DE MEDICION ELECTRONICO VISION X3	1	4529	0,02	99,93
EQUIPO DE SOLDADURA EVO 250/T	1	4530	0,02	99,96
EQUIPO DE SOLDADURA MIG 2540/T	1	4531	0,02	99,98
LAVADORA DE PISTOLAS	1	4532	0,02	100
BOMBA MANUAL - EXTRACTOR DE ACEITE	0	4532	0	100
BOX DE PINTURA ADOSADO 330X200X247	0	4532	0	100
KIT DE LUBRICACION	0	4532	0	100
LIJADORA ORBITAL NEUMATICA 6" MANGUERA Y BOLSA.	0	4532	0	100
LIJADORA ROTORBITAL 150 MM	0	4532	0	100
LIJADORA ROTORBITAL 6" CON MANGUERA Y BOLSA ASPIRA	0	4532	0	100
	4532	198078		

Figura 9. Diagrama Pareto realizado a la empresa Renault SOFASA S.A



Del análisis de Pareto el cual se rige con la ley 80/20 y con la frecuencia de fallas, y el análisis correspondiente, se observa que el número de máquinas a las cuales se le debe prestar mayor atención en la empresa son 9, y se pueden observar en la tabla 4.

Tabla 4. Resultado del Pareto realizado a la empresa Renault SOFASA S.A.

Equipos críticos
ELEVADOR DOBLE COLUMNA 9000 LBS XPR -9
BALANCEADORA DE RUEDAS 2420
DESMONTADORA DE LLANTAS R980XR
ELEVADORES DE DOBLE TIJERA S36
ZONA DE PREPARACION ABIERTA AP6-1 - EP
ELEVADOR CUATRO COLUMNAS HD-9AE CON RJ45
CABINA HORNO DE PINTURA EP 7.34
ELEVADORES DE DOBLE TIJERA S39
CABINA DE PINTURA EUROPA PLUS 7.34 EP

#### 4.2 ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LOS COMPONENTES DE LOS EQUIPOS

Es una metodología que le da prioridad a los procesos, sistemas y equipos, direccionando esfuerzos y recursos en áreas donde sea más importante y/o necesario mejorar la confiabilidad operacional, facilitando la toma de decisiones. Para realizar un análisis de criticidad se debe: definir un alcance y propósito para el análisis, establecer los criterios de evaluación y seleccionar un método de evaluación para jerarquizar la selección de los sistemas objeto del análisis.

El objetivo de un análisis de criticidad es establecer un método que sirva de instrumento de ayuda en la determinación de la jerarquía de procesos, sistemas y equipos de una planta compleja, permitiendo subdividir los elementos en secciones que puedan ser manejadas de manera controlada y auditable.

En el presente proyecto, el análisis servirá de base para definir las prioridades en las actividades de mantenimiento a ser tenidas en cuenta en el diseño del sistema y en el software a utilizar.

### 4.3 METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD

En busca de establecer un método que sirva de ayuda para jerarquizar componentes de los equipos suministrados por la empresa COLLISION S.C.S, se estudian las técnicas de análisis de criticidad, encontrando las Cualitativas, Semi-Cuantitativas y Cuantitativas.<sup>10</sup>

Estudiando cada una de las técnicas se decide implementar un sistema de criticidad Semi-Cuantitativo, que permite jerarquizar las principales fallas en los diferentes equipos, para identificar las que requieren más atención y cuidado.

Desde el punto de vista matemático la criticidad se puede expresar como:

$$\textit{Criticidad} = \textit{Frecuencia} * \textit{Consecuencia}$$

Donde;

- Frecuencia: número de eventos o fallas que presenta el sistema o proceso evaluado.
- Consecuencia: el impacto y flexibilidad operacional, los costos de reparación y los impactos en seguridad y ambiente.

$$\textit{Consecuencia} = (\textit{Impacto operacional} * \textit{Tiempo reparación}) + \textit{Costo mantenimiento} \\ + \textit{Impacto seguridad, ambiente e higiene}$$

$IO = \textit{Impacto operacional}$

$TR = \textit{Tiempo reparación}$

$CM = \textit{Costo mantenimiento}$

$ISAH = \textit{Impacto seguridad, ambiente e higiene}$

Estos factores se estudian en reuniones de trabajo con la participación de las distintas áreas involucradas en el manejo de la maquinaria y clientes (operaciones, mantenimiento, procesos, seguridad y ambiente). Y se observan en la tabla 5.

Los valores acordados en la empresa COLLISION S.C.S, se concluyeron con el efecto que puede generar en los clientes y pensando en las consecuencias que

---

<sup>10</sup> PERTUS COMAS, Alberto. INTEGRIDAD Y CONFIABILIDAD OPERACIONAL DE EQUIPOS Taller de análisis de criticidad. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2015.

esto genera en la imagen de la empresa, frente a nuevos clientes, contratos vigentes y calidad en el servicio prestado.

Para obtener los valores de criticidad, se estudia la maquinaria del cliente, teniendo en cuenta la frecuencia de falla y calculando, con ayuda de los factores, la consecuencia de esta falla.

La matriz de criticidad permite ubicar estos valores obtenidos de criticidad de los equipos, en el eje vertical se ubica el valor de la frecuencia de fallas y en el eje horizontal el valor total de las consecuencias. Esta matriz permite agrupar las fallas en tres niveles:

NC= No critico

MC= Medianamente Critico

C= Critico

#### **4.4 RESULTADOS DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD**

Después de obtener los equipos críticos de la empresa SOFASA S.A. y de acordar los valores de criticidad, se procede a realizar los cálculos de criticidad. En la tabla 6 se muestran los datos obtenidos en la recolección de información de la Balanceadora de Ruedas 2420, en donde se identifican las principales fallas de la máquina, la frecuencia de falla al año, el tiempo que demora de COLLISION S.C.S en reparar la falla y el costo de reparación. La recolección de información de los equipos críticos se encuentra en el Anexo A.

Tabla 5. Recolecta de la información para la Balanceadora.

EQUIPO Y FALLAS		DATOS		
BALANCEADORA DE RUEDAS 2420		Frecuencia de Falla	Tiempo de reparación [días]	Costo de reparación
1.	Tuerca mariposa	3	13	1.300.000
2.	Chumaceras eje principal	1	20	600.000
3.	Finales de carrera	2	1	400.000
4.	Elementos especiales	6	1	1.000.000
5.	Tablero de control	1	10	800.000
6.	Pedal del freno.	3	1	150.000

Tabla 6. Valores de los factores para la criticidad

VALORES DE LOS FACTORES PARA LA CRITICIDAD	
<b>1. Frecuencia de falla</b>	
1	Entre 1 y 5 veces por año
2	Entre 6 y 10 veces por año
3	Entre 11 y 15 veces por año
4	Más de 15 veces por año
<b>2. Impacto operacional</b>	
1	No genera ningún efecto
7	Mal funcionamiento
10	Parada total del servicio
<b>3. Tiempo de Reparación</b>	
3	1 día
9	Entre 2 y 8 días
14	Entre 8 y 15 días
20	Más de 15 días
<b>4. Costo de reparación</b>	
3	Menos de \$500.000
5	Entre \$500.000 y \$1.500.000
9	Entre \$1.501.000 y \$2.500.000
14	Entre \$2.501.000 y \$4.000.000
20	Mayor a \$ 4.000.000
<b>5. Impacto en Seguridad, Ambiente e Higiene</b>	
1	No provoca ningún tipo de daños
8	Provoca daños menores (materiales)
15	Genera contaminación al ambiente
20	Afecta la integridad física al operario

Luego de obtener la información presentada en la tabla anterior, y con los factores de falla presentados anteriormente en la tabla 5, se halla la criticidad, y se puede observar en la tabla 7 y en el anexo B el resto de los equipos críticos. Para evaluar lo crítico de las fallas, se tomaron todos los valores de criticidad hallados, sin importar de que máquina es, obteniendo el máximo y el mínimo valor. Estudiando las fallas y su criticidad se determinó que los valores que están por encima de 100 son muy críticos, entre 50 y 100 críticos y por debajo de 50 no críticos. Se observa la selección en la tabla 8.

Tabla 7. Ponderaciones para cada factor y resultados de criticidad de la Balanceadora

BALANCEADORA DE RUEDAS 2420								
	Falla	Frecuencia	Tiempo de Reparación [días]	Costo de Reparación	Impacto Operacional	Impacto Seguridad, Ambiente e Higiene	Consec.	Criticidad
1	Tuerca mariposa	1	14	5	10	20	165	165
3	Finales de carrera	1	3	3	7	8	32	32
4	Elementos especiales	2	3	5	7	1	27	54
5	Tablero de control	1	14	5	7	1	104	104
6	Pedal del freno.	1	3	3	10	8	41	41

Con esta información y de forma organizada por equipo se presenta en la tabla 9, el resultado de los componentes críticos.

El análisis de criticidad realizado, proporciona información pertinente, que se verá reflejada en el inventario de la empresa y en las Órdenes de Trabajo, mostrando la respectiva priorización de las actividades que se deba realizar a las empresas y a mantener en stock las piezas necesarias para la realización de estas actividades. Esta función se debe realizar indicando por colores las ordenes de trabajo, es decir, las rojas serán de gran importancia y se deberán confirmar con anticipación, si se puede realizar el mantenimiento y/o programar lo antes posible una cita, para tratar este tema, ver figura 10.

Tabla 8. Selección de la criticidad del análisis de componentes realizado a los equipos (activos) críticos.

ACTIVO	COMPONENTE	CRITICIDAD
BALANCEADORA DE RUEDAS 2420	Tuerca mariposa	165
CABINA HORNO PINTURA 7.34	Filtros de piso Paintstop	159
CABINA HORNO EUROPA PLUS	Filtros de piso Paintstop	159
ELEVADOR DOBLE TIJERA S36	Solenoides	153
ELEVADOR DOBLE TIJERA S39	Solenoides	153
CABINA HORNO PINTURA 7.34	Filtros de de techo, pre-filtro laminar	115
CABINA HORNO EUROPA PLUS	Filtros de de techo, pre-filtro laminar	115
ELEVADOR DOBLE TIJERA S36	Bomba hidráulica	111
ELEVADOR DOBLE TIJERA S39	Bomba hidráulica	111
ELEVADOR CUATRO COLUMNAS HD9AE CON RJ45	Cilindros hidráulicos	106
CABINA HORNO PINTURA 7.34	Filtros del grupo impulsor	106
CABINA HORNO EUROPA PLUS	Filtros del grupo impulsor	106
ELEVADOR DOBLE COLUMNA 9000 LBS XPR-9	Bomba hidráulica.	104
BALANCEADORA DE RUEDAS 2420	Tablero de control	104
ELEVADOR CUATRO COLUMNAS HD9AE CON RJ45	Bomba hidráulica	104
ELEVADOR DOBLE COLUMNA 9000 LBS XPR-9	Cilíndricos hidráulicos.	103
ELEVADOR DOBLE COLUMNA 9000 LBS XPR-9	Fugas	103
ELEVADOR DOBLE TIJERA S36	Cilindros hidráulicos	103
ELEVADOR DOBLE TIJERA S39	Cilindros hidráulicos	103
ELEVADOR CUATRO COLUMNAS HD9AE CON RJ45	Cilindros neumáticos de trinquete.	94
ELEVADOR DOBLE COLUMNA 9000 LBS XPR-9	Guayas de nivelación	88
ELEVADOR CUATRO COLUMNAS HD9AE CON RJ45	Guayas de nivelación	88
ELEVADOR DOBLE TIJERA S36	Sensores de nivel	76
ELEVADOR DOBLE TIJERA S36	Cilindros hidráulicos	76
ELEVADOR CUATRO COLUMNAS HD9AE CON RJ45	Platos de alineación	76
ELEVADOR CUATRO COLUMNAS HD9AE CON RJ45	Platos rectangulares de alineación	76
ELEVADOR DOBLE TIJERA S39	Sensores de nivel	76
ELEVADOR DOBLE TIJERA S39	Cilindros hidráulicos	76
ELEVADOR DOBLE TIJERA S36	Válvula de la bomba	74
ELEVADOR DOBLE TIJERA S39	Válvula de la bomba	74
ELEVADOR DOBLE TIJERA S36	Finales de carrera.	64
ELEVADOR CUATRO COLUMNAS HD9AE CON RJ45	Empaquetadura	64
ELEVADOR DOBLE TIJERA S39	Finales de carrera.	64
DESMONTADORA DE RUEDAS R980XR	Cilindros neumáticos	57
ZONA DE PREPARACIÓN ABIERTA AP6-1	Parrillas	57
BALANCEADORA DE RUEDAS 2420	Elementos especiales	54
ZONA DE PREPARACIÓN ABIERTA AP6-1	Filtros de piso	53

ZONA DE PREPARACIÓN ABIERTA AP6-1	Filtros del grupo extractor	53
CABINA HORNO PINTURA 7.34	Filtros del grupo extractor	53
CABINA HORNO EUROPA PLUS	Filtros del grupo extractor	53
ELEVADOR DOBLE COLUMNA 9000 LBS XPR-9	Soporte de la plataforma	44
ELEVADOR DOBLE COLUMNA 9000 LBS XPR-9	Poleas.	41
ELEVADOR DOBLE COLUMNA 9000 LBS XPR-9	Guayas de trinquete	41
ELEVADOR DOBLE COLUMNA 9000 LBS XPR-9	Problemas eléctricos.	41
BALANCEADORA DE RUEDAS 2420	Pedal del freno.	41
ELEVADOR DOBLE TIJERA S36	Problemas eléctricos.	41
ELEVADOR DOBLE TIJERA S39	Problemas eléctricos.	41
CABINA HORNO PINTURA 7.34	Parrillas	38
CABINA HORNO EUROPA PLUS	Parrillas	38
ELEVADOR CUATRO COLUMNAS HD9AE CON RJ45	Poleas	36
DESMONTADORA DE RUEDAS R980XR	Cabezal desmontador	34
DESMONTADORA DE RUEDAS R980XR	Abrazaderas del ring	34
CABINA HORNO PINTURA 7.34	Tablero de control	34
CABINA HORNO EUROPA PLUS	Tablero de control	34
ELEVADOR DOBLE COLUMNA 9000 LBS XPR-9	Válvulas de descarga.	32
BALANCEADORA DE RUEDAS 2420	Finales de carrera	32
DESMONTADORA DE RUEDAS R980XR	Pedales	32
DESMONTADORA DE RUEDAS R980XR	Válvulas neumáticos.	32

Figura 10. Diagrama de orden de trabajo con la información de la criticidad.

## ORDEN DE TRABAJO

● Prioridad

● Importante

● Normal

Cliente \_\_\_\_\_

Activo \_\_\_\_\_

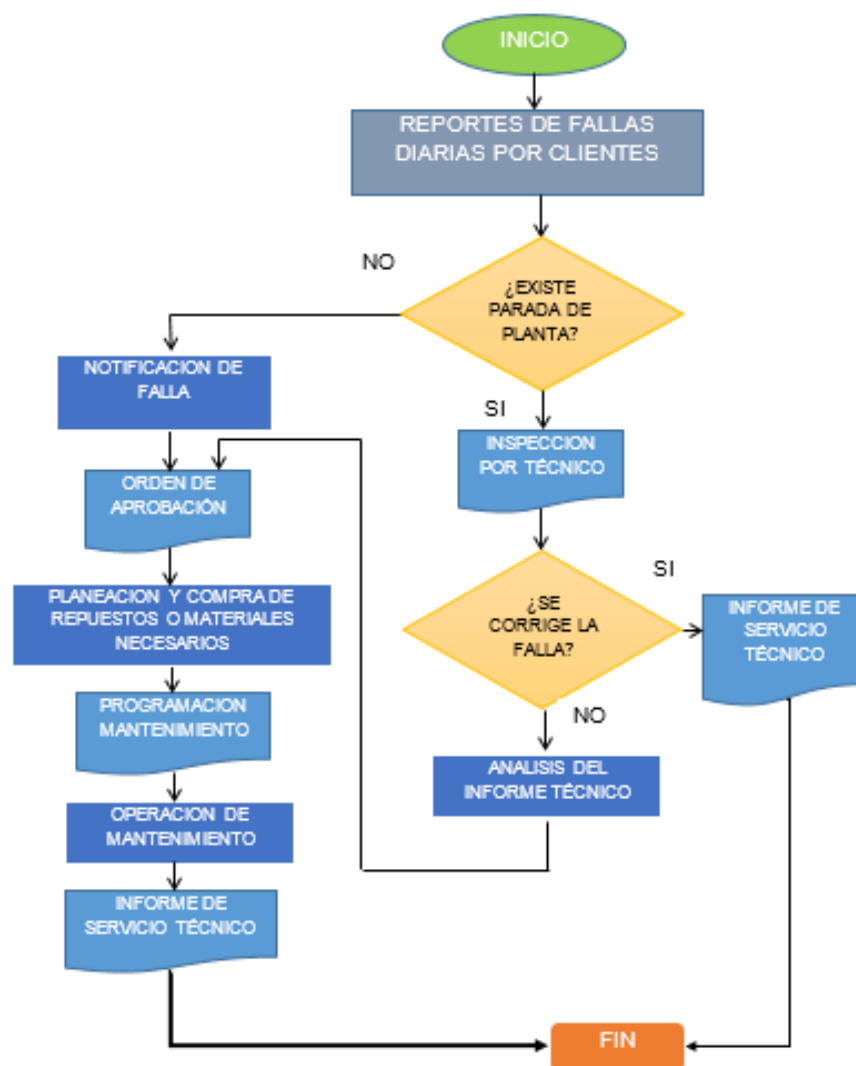
Tabla 9. Análisis de elementos críticos de los componentes por máquina.

MAQUINA	PIEZA CRITICA	CRITICIDAD
ELEVADOR DOBLE COLUMNA	Cilíndricos hidráulicos.	103
	Bomba hidráulica.	104
	Fugas	103
BALANCE ADORA DE RUEDAS 2422	Tuerca mariposa	165
	Tablero de control	104
ELEVADOR DOBLE TIJERA S36	Cilindros hidráulicos	103
	Solenoides	153
	Bomba hidráulica	111
ELEVADOR CUATRO COLUMNAS	Cilindros hidráulicos	106
	Bomba hidráulica	104
CABINA HORNO DE PINTURA	Filtros de piso Paintstop	159
	Filtros de de techo, pre-filtro laminar	115
	Filtros del grupo impulsor	106
ELEVADOR DOBLE TIJERA S39	Cilindros hidráulicos	103
	Solenoides	153
	Bomba hidráulica	111
CABINA DE PINTURA EUROPA PLUS	Filtros de piso Paintstop	159
	Filtros de de techo, pre-filtro laminar	115
	Filtros del grupo impulsor	106

## 5. CODIFICACION DE LOS EQUIPOS Y COMPONENTES DE LA EMPRESA COLLISION S.C.S.

La empresa COLLISION S.C.S, a pesar de manejar gran cantidad de equipos y contar con muchos clientes, no dispone de un plan de mantenimiento preventivo post-venta, brinda el soporte técnico cuando los clientes llaman a reportar el daño, o el mal funcionamiento de un equipo adquirido en COLLISION S.C.S, en la figura 11 se observa el diagrama de flujo del servicio de mantenimiento que se presta actualmente.

Figura 11. Diagrama de Flujo del Mantenimiento Actual en la Empresa.



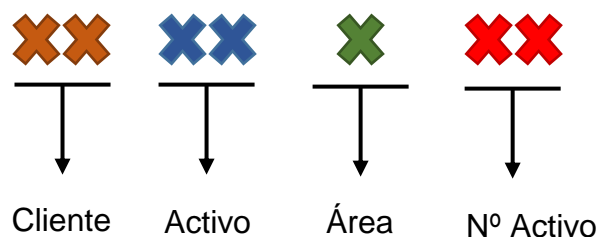
Con este mantenimiento se han evidenciado fallas tales como demorar hasta mes y medio en atender una falla del cliente, ya que los repuestos tardan hasta 15 días en llegar a la empresa, el personal especializado se encuentra en otra ciudad o con otros clientes, creando así una mala imagen para la empresa. Estas fallas son la razón por la cual este plan de mantenimiento va a mejorar la eficiencia a la hora de atender una solicitud.

## 5.1 CODIFICACIÓN DE EQUIPOS Y COMPONENTES

**5.1.1 Codificación de los equipos.** La empresa COLLISION S.C.S tiene una codificación la cual no aporta una información adicional, ellos toman el serial del activo vendido para reportarlo en las ventas, pero en el momento de realizar el mantenimiento, no se identifica qué maquina es. Debido a esto y teniendo presente, que COLLISION S.C.S. brinda el mantenimiento a las empresas que adquieren sus productos, se diseñó un sistema de codificación alfanumérico de 7 caracteres, como se explica a continuación:

- Dos letras que indican el cliente.
- Dos letras, las cuales determinan el activo.
- Un número, que indica la División de Servicio Técnico de COLLISION S.C.S. que atiende el activo vendido.
- Dos números que representan un consecutivo en la cantidad de activos (equipos) que tiene el cliente.

Figura 12. Codificación realizada en la empresa COLLISION S.A.S.



Para la realización de esta codificación fue necesario realizar una lista de todos los clientes, una lista de toda la maquinaria distribuida por COLLISION S.C.S, y un listado de la División del Servicio Técnico que atiende el activo, una parte de estas listas las encontramos en las tablas 10-11, la ubicación que indica la División de Servicio Técnico que atiende a la empresa se ve en la imagen 13 y la información completa está en el anexo C y D.

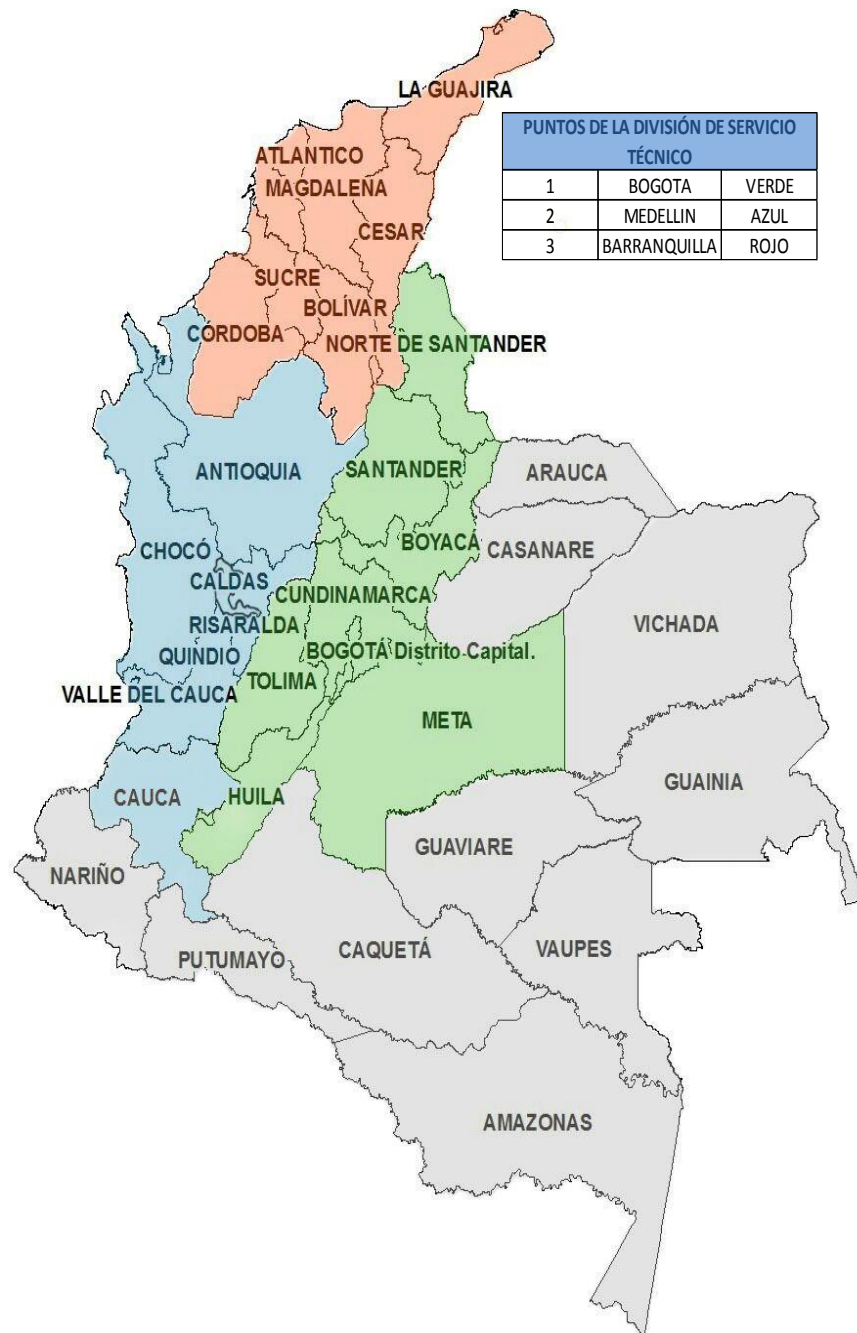
Tabla 10. Parte del listado de los clientes de COLLISIONS S.C.S

CODIGO	CLIENTE
AA	A.HA LTDA
AB	AEROVIAS DEL CONTINENTE AMERICANO S.A
AC	AGENCIAUTO S.A.
AD	AGRICOLA AUTOMOTRIZ LTDA
AE	AHA LTDA
AF	AJUSTEV SAS
AG	ALBORAUTOS S A S
AH	ALCALA MOTORS
AI	ALCIAUTOS S.A.S
AJ	ALFREDO LOPEZ ABELLA
AK	ALIANZA AUTOMOTRIZ S.A.
AL	ALIANZA MOTOR S.A.
AM	ALISTAR S.A.S
AN	ANA MILENA PEÑA GARCIA "OBG SUMINISTROS Y MANTENIMIENTO"
AO	ANDAR S.A.
AP	ANDES MOTORS BOGOTA SAS
AQ	ANDES MOTORS SAS
AR	ANDINAUTOS S.A.
AS	ANDREA ALEMAN MANCHEGO
AT	ANDRES VILLEGAS
AU	ANGEL BOTERO LTDA
AV	ANGGIE ROJAS GONZALEZ- DIAGNOSTICENTRO ALMACE VEHICMOTOS
AW	ARAUTOS LTDA
AX	ARMOTOR S.A
AY	ARMOTOR S.A.
AZ	ASC SERVICIO INTEGRAL AUTOMOTRIZ ALARM SYSTEM CAR SAS
BA	ASSISPRES LTDA

Tabla 11. Parte del listado de los equipos que suministra COLLISION S.C.S

CODIGO	EQUIPO
BA	BALANCEADORA DE LLANTAS - GEODYNA 2300
BB	BALANCEADORA DE LLANTAS - GEODYNA 800
BC	BALANCEADORA DE LLANTAS - GEODYNA 980
BD	BALANCEADORA DE LLANTAS DTS-1200
BE	BALANCEADORA DE LLANTAS GEODYNA 3900
BF	BALANCEADORA DE LLANTAS HOFMANN
BG	BALANCEADORA DE RUEDAS 2420
BH	BANCO DE ENDEREZADO 5.0 M
BI	BANCO DE ENDEREZADO MARK 6
BJ	BANCO DE ENDEREZADO SPEED
BK	BALANCEADORA DE RUEDAS MODELO GEODYNA 7100
BL	BALANCEADORA PARA LLANTAS DE CAMIONES
BM	BOX DE PINTURA 3 X 2 X 2.47
BN	BOX DE PINTURA ADOSADO 330X200X247
CA	CABINA DE PINTURA
CB	CABINA DE PINTURA EUROPA PLUS 7.34 EP
CC	CABINA DE PINTURA GAMA MEDIA MOD. EUROPA PLUS
CD	CABINA HORNO DE PINTURA - ET 6.44
CE	CABINA HORNO DE PINTURA - ET 7.34
CF	CABINA HORNO DE PINTURA 10.56
CG	CABINA HORNO DE PINTURA- EP 6.44- 7.5 CV
CH	CABINA HORNO DE PINTURA EP 7.34
CI	CABINA INYECCION AIRE MASTIC
CJ	CABINA P/RETOQUES PIEZAS PLASTICAS
CK	CENTRAL DE ASPIRACION
CL	COMPRESOR 1.5 HP
CM	COMPRESOR DE 10HP CON SECADOR INCORPORADO
CN	COMPRESOR DE TORNILLO 10 HP
CO	COMPRESOR DE TORNILLO DE 20 HP. MOD AICENTER SK 20
CP	COMPRESOR DE TORNILLO DE 5 HP
CQ	COMPRESOR DE TORNILLO DE 7.5 HP
CR	COMPRESOR DE TORNILLO ROTATIVO DE 15 HP SM-15
DA	DESENGRAFADORA NEUMATICA ASTRO
DB	DESMONTADORA DE LLANTAS HOFMANN
DC	DESMONTADORA DE LLANTAS R30XLT NETX GEN
DD	DESMONTADORA DE LLANTAS R-980X
DE	DESMONTADORA DE LLANTAS R980XR
DF	DESMONTADORA DE LLANTAS REF R26-DST

Figura 13. División de Servicio Técnico de COLLION S.C.S en Colombia



Fuente: Mapasparacolorear.com. Mapa político de Colombia con nombres [en línea]. Agosto 2016. Disponible en: <http://www.mapasparacolorear.com/colombia/mapa-colombia.php>

Después de tener esta información se procedió a seleccionar los equipos que tiene SOFASA S.A. y así poder realizar la codificación planteada anteriormente,

una parte de esta codificación se encuentra en la tabla 12, y la información completa en el anexo E.

Tabla 12. Parte de la codificación de los activos (equipos) de la empresa Renault SOFASA S.A.

CODIGO DE EQUIPOS SOFASA				
DESCRIPCION	CODIGO			
AMPLIACION	KV	AA	2	01
ASPIRADORA PORTATIL	KV	AB	2	02
ASPIRADORA PORTATIL	KV	AB	2	01
BALANCEADORA DE LLANTAS - GEODYNA 800	KV	BB	2	06
BALANCEADORA DE RUEDAS 2420	KV	BG	2	38
BALANCEADORA DE RUEDAS 2420	KV	BG	2	37
BALANCEADORA DE RUEDAS 2420	KV	BG	2	36
BANCO DE ENDEREZADO 5.0 M	KV	BH	2	03
BANCO DE ENDEREZADO 5.0 M	KV	BH	2	02
BANCO DE ENDEREZADO 5.0 M	KV	BH	2	01
CABINA HORNO DE PINTURA EP 7.34	KV	CE	2	08
CABINA HORNO DE PINTURA EP 7.34	KV	CE	2	07
CABINA HORNO DE PINTURA EP 7.34	KV	CE	2	06
CABINA HORNO DE PINTURA EP 7.34	KV	CE	2	05
DESMONTADORA DE LLANTAS R-980X	KV	DG	2	35
DESMONTADORA DE LLANTAS R-980X	KV	DG	2	34
DESMONTADORA DE LLANTAS R-980X	KV	DG	2	33
DESMONTADORA DE LLANTAS R-980X	KV	DG	2	32
ELEVADOR CUATRO COLUMNAS HD-9AE CON RJ45	KV	EB	2	05
ELEVADOR CUATRO COLUMNAS HD-9AE CON RJ45	KV	EB	2	04
ELEVADOR CUATRO COLUMNAS HD-9AE CON RJ45	KV	EB	2	03
ELEVADOR DOBLE COLUMNA - XPR-9FS	KV	EW	2	20
ELEVADOR DOBLE COLUMNA - XPR-9FS	KV	EW	2	19
ELEVADOR DOBLE COLUMNA - XPR-9FS	KV	EW	2	18
ELEVADOR DOBLE COLUMNA - XPR-9FS	KV	EW	2	17
EQUIPO DE ALINEACION GEOLINER 600	KV	FO	2	31
EQUIPO DE ALINEACION GEOLINER 600	KV	FO	2	30
EQUIPO DE ALINEACION GEOLINER 600	KV	FO	2	27
ZONA DE PREPARACION CON PLEMUN AP6-3 - EP	KV	ZJ	2	04
ZONA DE PREPARACION CON PLEMUN AP6-3 - EP	KV	ZJ	2	03
ZONA DE PREPARACION CON PLEMUN AP6-3 - EP	KV	ZJ	2	02

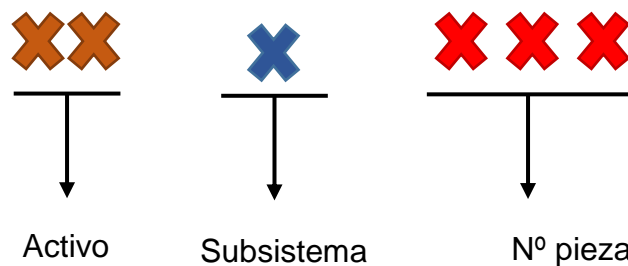
**5.1.2 Codificación de los componentes.** Al realizar la criticidad de los componentes de los activos (equipos), se obtiene una información importante, y es identificar las piezas críticas de cada activo, esta información permite organizar el stock de la empresa, e información de cuales órdenes de trabajo requieren más importancia.

Para esto es necesario implementar una codificación, el cual permitirá tener de forma organizada las respectivas partes de los activos.

Se diseñó un sistema de codificación alfanumérico de 6 caracteres, como se explica a continuación:

- Dos letras, las cuales determinan el activo.
- Un número que indica el subsistema del activo.
- Tres números que representan el número consecutivo de la pieza del subsistema.

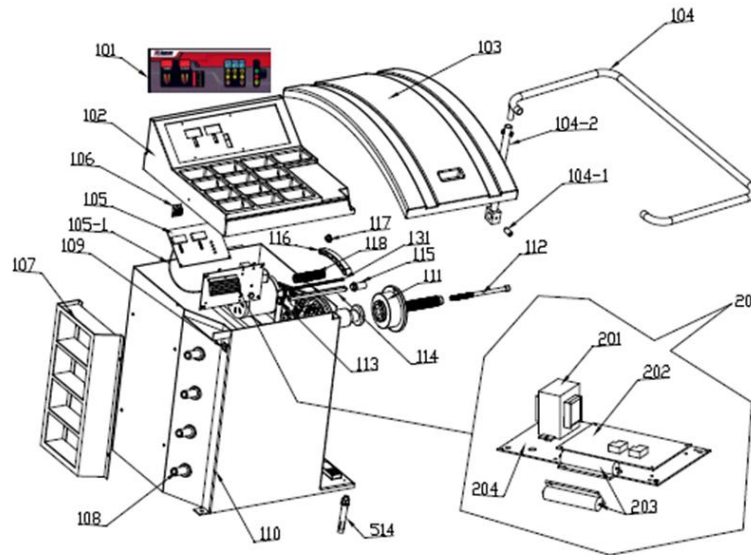
Figura 14. Codificación realizada en la empresa COLLISION S.A.S para los componentes.



Para obtener esta codificación, se utilizó la codificación de los activos anteriormente planteada en la tabla 9 y en el anexo D para los dos primeros dígitos, y con ayuda de los despieces de la maquinaria de los catálogos suministrado por los fabricantes, se obtuvo la división de los subsistemas que

conforman el equipo. En las figuras 15, 16, 17 y 18 se puede observar el despiece de la balanceadora por subsistemas.<sup>11</sup>

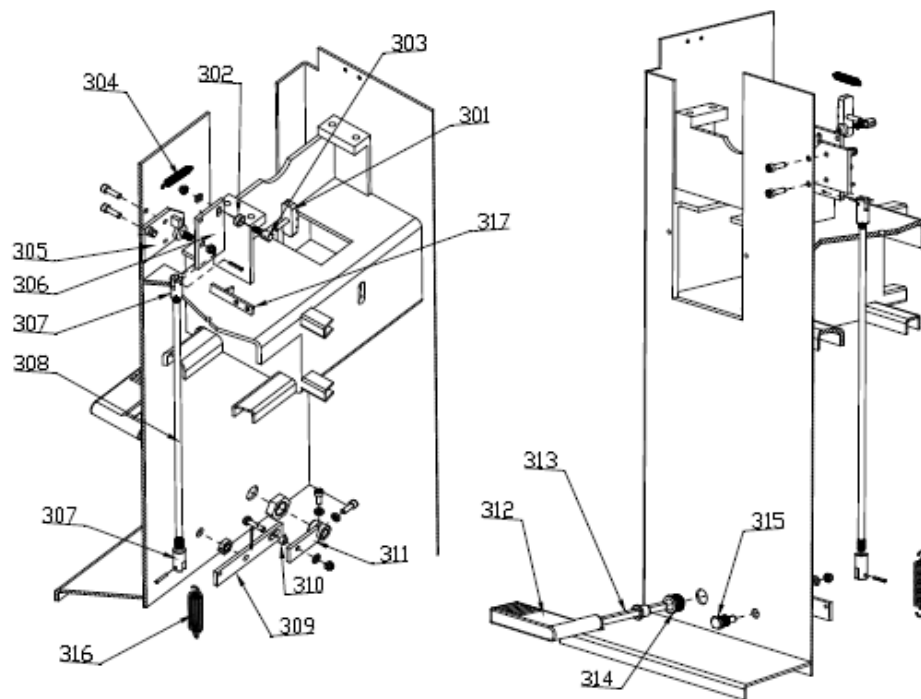
Figura 15. Subsistema 1, del control electrónico y sistema vibratorio de la Balanceadora.



Fuente: RANGER. Manual de mantenimiento de la Balanceadora DST 2420

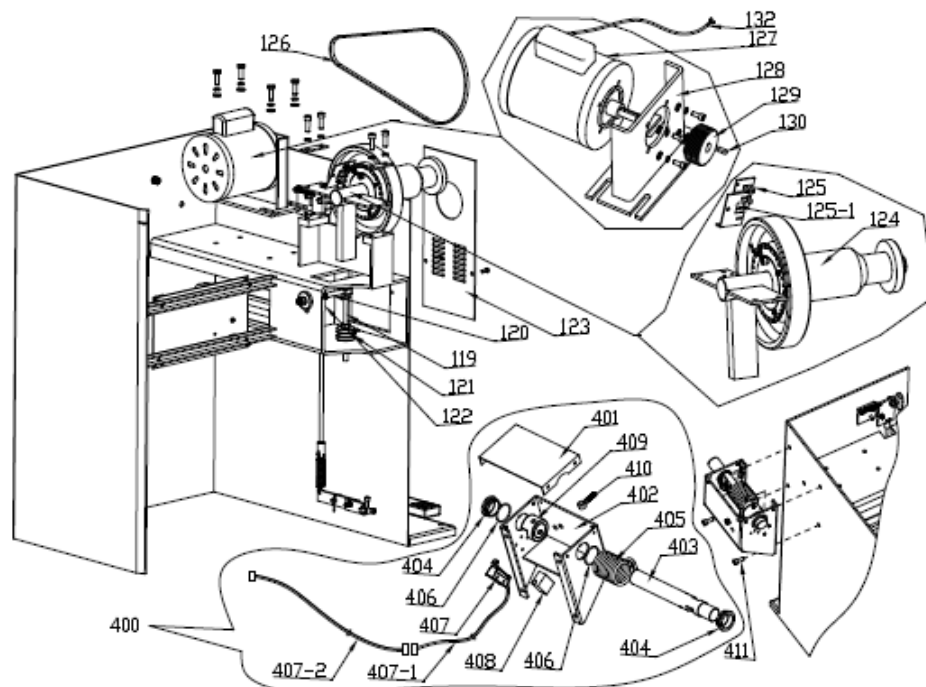
Figura 16. . Subsistema 2, despiece COMPUTER BOARD ASSY

<sup>11</sup> RANGER PRODUCTS. Manual de operación e instalación balanceadora DST 2420. [En línea] Disponible en: [www.rangerproducts.com](http://www.rangerproducts.com). [Consultado en septiembre 1 de 2016]



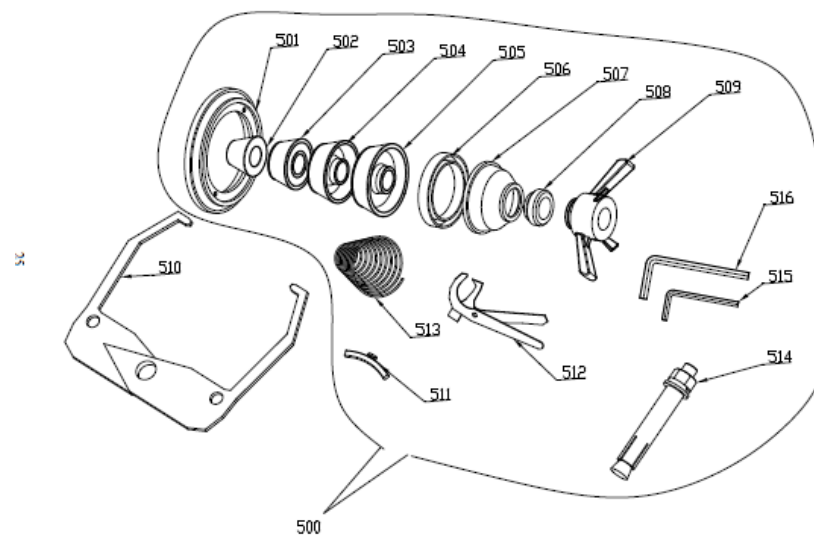
Fuente: RANGER. Manual de mantenimiento de la Balaceadora DST 2420

Figura 17. Subsistema 3, despises de HOOD MOUNTING ASSY



Fuente: RANGER. Manual de mantenimiento de la Balaceadora DST 2420

Figura 18. Subsistema 4, despiece Accessory box 36mm

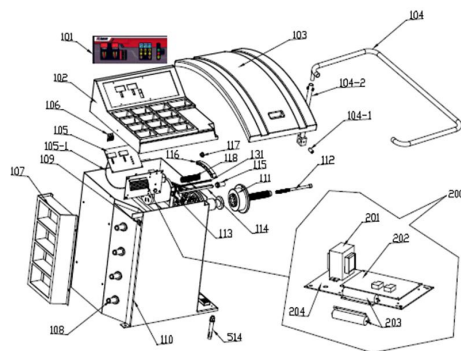


Fuente: RANGER. Manual de mantenimiento de la Balanceadora DST 2420

Viendo de forma gráfica el despiece, se muestra la codificación de la Balanceadora anteriormente planteado en la Figura 14, viendo una parte de esta codificación en la Tabla 11 y la codificación completa y de los demás activos se encuentra en el anexo F.

Tabla 13. Parte de la codificación de los componentes de la Balanceadora de Ruedas 2420.

BALANCEADORA DE RUEDAS 2420				
CODIGO			PIEZA	DESPIECE
			CONTROL ELECTRONICO	
BG	1	001	MEMBRANE SWITCH	
BG	1	002	WEIGHT TRAY	
BG	1	003	HOOD	
BG	1	004	HOOD MOUNTING BRACKET	
BG	1	04-1	BOLT M8 x 10	
BG	1	04-2	LOWER HOOD MOUNTING SUPPORT	
BG	1	005	COMPUTER BORARD	
BG	1	05-1	WIRES, POWER TO COMPUTER BOARD	
BG	1	006	CONVERT SWITCH	
BG	1	007	SIDE CHASSIS	
BG	1	008	CONE HANGER	
BG	1	009	ON/OFF SWITCH	
BG	1	010	CHASSIS BODY	
BG	1	011	THREAD SHAFT/SPINDLE Ø38mm	
BG	1	012	THREAD SHAFT/SPINDLE Ø36mm	
BG	1	013	SHCS M14 x 2.0 x 235mm	
BG	1	014	DISTANCE ARM SMALL SLEEVE	
BG	1	015	DISTANCE ARM ROD	
BG	1	016	DISTANCE ARM LARGE SLEEVE	
BG	1	017	GAUGE HEAD	
BG	1	018	ALUMINIUM BLOCK	
BG	1	019	DISTANCE ARM SPRING	
BG	1	020	PIZO VERTICAL SHAFT	
BG	1	021	PIZO HORIZONTAL SHAFT	
BG	1	022	VERTICAL PIZO SENSOR	
BG	1	023	HORIZONTAL PIZO SENSOR	
BG	1	024	CHUCK GUARD	
BG	1	025	SPINDLE WITH POSITION BOARD	
BG	1	25-1	ENCODER BOARD	
BG	1	026	ENCODER BOARD MOUNTS BRACKET	
BG	1	027	BELT	
BG	1	028	MOTOR	
BG	1	029	MOTOR BRACKET	
BG	1	030	MOTOR PULLY	
BG	1	031	MOTOR PULLY KEY	
BG	1	032	STICKER	
BG	1	033	110V POWER CORD	



## 6. TAREAS DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS

COLLISION S.C.S cuenta con técnicos e ingeniero de mantenimiento para brindar un buen servicio de mantenimiento a las empresas que adquieran su maquinaria, y para cumplir con el objetivo de brindar un mantenimiento preventivo, se realizaron los siguientes cuadros que almacenan información importante de los mantenimientos y los tiempos en los que se debe realizar. Parte de esta información fue adquirida de los manuales de las respectivas máquinas, pero principalmente del conocimiento de los ingenieros y técnicos de la COLLISION S.C.S.

### 6.1 DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO

Conociendo los cronogramas de mantenimiento, se debe tener claridad de los procedimientos a realizar en los mantenimientos programados, por tal motivo se realizaron cuadros con estas especificaciones de mantenimiento.

Tabla 14. Descripción de mantenimiento de la balaceadora DST 2420


BALANCEADORA DST 2420	DESCRIPCIÓN MANTENIMIENTO	
	1)	La limpieza general se debe realizar usando 500 [ml] de desengrasante, el cual se aplica con la ayuda de un spray, posteriormente se remueve la suciedad usando paños y haciendo énfasis en la limpieza del encoder. Se retira la tapa superior de la balaceadora para poder aspirar el sistema electrónico y remover polvo e impurezas sin tocar directamente las tarjetas electrónicas.
	2)	La verificación de la corriente disponible para el equipo se hace directamente con la ayuda de un multímetro, colocando este en modo voltaje corriente alterna y midiendo en la clavija de suministro de corriente, el equipo funciona a 220 [Volts] por lo que se medirá esta corriente en las dos ranuras de la clavija. Si no cuenta con el voltaje requerido, deberá consultar con el proveedor de energía eléctrica.
	3)	Se debe verificar la posición del encoder para que su funcionamiento sea totalmente centrado.
	4)	Se deben probar los finales de carrera accionando manualmente cada uno de estos.
	5)	<p>La calibración del equipo consta de los siguientes pasos: Para este procedimiento se necesita una llanta de acero estándar de 14" y un neumático balanceado dentro de los 5 gramos internos o externos. Ambos pueden tener desgaste o daño mínimo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Balancee una llanta y un neumático de tamaño promedio a "00" – "00".</li> <li>- Agregue una pesa de 100 gramos en el borde externo de la llanta.</li> <li>- Presione el botón de comienzo -START- (cierre la cubierta). La llanta girará y se detendrá.</li> <li>- El balanceador deberá mostrar que son necesarios 100 gramos en el indicador externo y "00" en el indicador interno.</li> <li>- Gire la llanta hasta que todas las luces del indicador externo estén encendidas.</li> <li>- La pesa de 100 gramos de la llanta debe estar a las 6 (en punto) del punto muerto inferior.</li> <li>- Retire la pesa de 100 gramos del borde externo de la llanta.</li> <li>- Coloque la pesa de 100 gramos en la parte interna de la llanta.</li> <li>- Presione el botón de comienzo. La llanta girará y se detendrá.</li> <li>- El balanceador deberá mostrar que son necesarios 100 gramos en el indicador interno y "00" en el indicador externo.</li> <li>- Gire la llanta hasta que todas las luces del indicador interno estén encendidas.</li> <li>- La pesa de 100 gramos de la llanta debe estar en posición de las 6 (en punto) del punto muerto inferior.</li> </ul> <p>Procedimiento de auto-calibración.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- asegúrese de que el balanceador esté abulonado y to anclado al suelo. Además, los ejes y conos de centrado deberán estar limpios y sanos. Incluso una pequeña suciedad o daño podrían ocasionar lecturas imprecisas.</li> <li>- Conecte la energía. El display mostrará USA 511.</li> </ul>

Tabla 14: (Continuación)

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seleccione el cono de centrado/montaje más apropiado para el orificio central de la llanta.</li> <li>• Levante la llanta sobre el eje y deslícela hacia el centro del mismo.</li> <li>• Deslice el cono sobre el eje y dentro del centro de la llanta. Será necesario levantar ligeramente la llanta.</li> <li>• Mientras sostiene la llanta y el cono en posición, enrosque la tuerca del cubo sobre el eje y ajuste firmemente.</li> <li>• Coloque los datos correctos de la llanta.</li> <li>• Mantenga presionados los botones "R" y "START" hasta que las luces del indicador de peso dejen de parpadear. La pantalla mostrará "CAL CAL".</li> <li>• Cierre la cubierta y/o presione START para comenzar con el proceso de calibración.</li> <li>• La llanta girará aproximadamente 6 segundos y luego se detendrá. Si se selecciona Gramos, aparecerá "Add 100" (agregar 100); si se selecciona Onza, aparecerá "ADD 3.50"</li> <li>• Coloque una pesa de 100 gramos (incluida con el balanceador) en el borde externo de la llanta.</li> <li>• Cierre la cubierta y presione el botón START. La llanta girará por aproximadamente 6 segundos y aparecerá en el display "END Cal"</li> </ul>
6)	Por último se realiza el balanceo de por lo menos dos llantas para asegurar el buen funcionamiento de la máquina.

Tabla 15. Descripción de mantenimiento el elevador doble columna 9000 lbs XPR-9


<p><b>ELEVADOR DOBLE COLUMNA 9000 LBS XPR -9</b></p>  <p><b>BP BendPak</b> PROVIDING AUTOMOTIVE SERVICE SOLUTIONS</p>	1)	Con la ayuda de un torque se debe ajustar los pernos de anclaje a 90 ft/lbs, así se evitará la caída del vehículo.
	2)	La zona del elevador y el control de mando deben ser limpiados con la ayuda de líquido desengrasante y un paño.
	3)	Revisar muy bien los racores de conexión hidráulica para descartar fugas de aceite.
	4)	Se inspeccionan las partes móviles tales como bujes giratorios de los brazos soporte, poleas y sistema de trinquete. Lubricar con grasa.
	5)	Se inspeccionan bien los cables y poleas, a una mínima señal de desgaste se procede a cambiar el repuesto, se debe usar solo repuestos BEND PAK ya que cuentan con los parámetros y características para lo cual fueron producidos. Los fabricantes sugieren el uso de lubricantes de cable de acero que penetren en el centro del cable y que brinden una lubricación a largo plazo entre cada torón; estos lubricantes pueden ser: aceite de frenos 90- WT o lubricante para cables de acero ALMASOLO. Para asegurar que cada capa interna del cable esté bien lubricada, se debe lubricar a intervalos no menores a 3 meses.
	6)	Lubricar las poleas y rodillos con grasa en spray. Para las roldanas y guías de rodillos, se recomienda el uso de aceite de frenos 90-WT o un lubricante pesado similar, a aplicarse con cualquier método, ya sea bombeo, spray, cepillo o a mano.
	7)	Usando un multímetro, revise los cables de poder que llegan al motor, se debe garantizar un voltaje de 220 [Volts/c.a.]. Por otra parte revise el voltaje de corriente continua que le llega al relé actuador del motor eléctrico el cual funciona a 24 [Volts/c.c.].
	8)	Lubrique los ejes de los pestillos de seguridad. Empuje la manija de cierre varias veces para que el aceite penetre en los puntos del pivote.
	9)	Revisar el nivel de aceite de la unidad de potencia y reponer nivel si es necesario, el aceite hidráulico se debe cambiar cada 5 años.
	10)	Reemplace todas las etiquetas de precaución, advertencia y seguridad que se encuentran en el elevador en caso de que no puedan leerse o si se han perdido. Pida nuevamente todas estas etiquetas a BendPak.
	11)	Los cables de elevación se deben reemplazar cada tres-cinco años o cuando aparezcan signos de deterioro o daño. <b>NO UTILICE EL ELEVADOR SI LOS CABLES ESTAN DEFECTUOSOS O DETERIORADOS.</b>
	12)	Los cables de elevación se deben reemplazar cuando observe seis cables rotos distribuidos al azar, dentro de una distancia de un sesgo, o cuando observe tres cables rotos en un torón dentro de una distancia de un sesgo.
	13)	Controle la posición, centrado y escuadra de las columnas.
	14)	Controle que los pasadores de los pivotes de los brazos estén asegurados.
	15)	Controle la tensión del cable ecualizador y ajústelo en caso de ser necesario.
	16)	Lubrique las columnas con grasa.
	17)	Inspeccione visualmente los dispositivos de seguridad y el funcionamiento en general del elevador.

Tabla 16. Descripción de mantenimiento del elevador doble tijera STRATOS S36-S39


<p><b>ELEVADORES DOBLE TIJERA STRATOS S36-S39</b></p>  <p><b>ITALGARAGE</b> EQUIPMENTS</p>	1)	Se hace una limpieza general usando líquido desengrasante, se hace énfasis en el sensor de nivel, este está situado al lado del buje de la plataforma.
	2)	Accionando el sistema neumático se verifica el funcionamiento del trinquete de seguridad, este consta de un cilindro neumático que está fijo a la platina dentada, la cual bloquea el sistema de tijera una vez se suba el automóvil.
	3)	Las plataformas poseen un par de bujes guías, estos se deben engrasar muy bien para eliminar la fricción mientras el elevador sube.
	4)	Se debe revisar los tubos flexibles de alta presión, estos se deterioran con facilidad debido a que se instalan debajo del elevador y están expuestos a un ambiente húmedo y está en constante movimiento
	5)	El aceite del sistema electrohidráulico se debe revisar y si es necesario cambiarlo. Este aceite está depositado en un tanque seguido del sistema electrohidráulico en la parte inferior del control de mando, el tanque tiene un tapón superior que permite medir el nivel de aceite.
	6)	Se revisa la unidad de mantenimiento del aire comprimido, se debe desenroscar el vaso inferior el cual contiene el filtro, luego se debe lavar y soplar para volver a instalarlo.
	7)	Usando limpiador electrónico y un paño, se limpia tanto el sensor de nivel como la calcomanía reflectora.

Tabla 17. Descripción de mantenimiento del elevador cuatro columnas HD-9AE



<p><b>ELEVADOR CUATRO COLUMNAS HD-9AE</b></p>  <p><b>BP BendPak</b> PROVIDING AUTOMOTIVE SERVICE SOLUTIONS</p>	1)	La limpieza general del equipo se debe realizar con líquido desengrasante en spray, con un paño limpiar exhaustivamente cada parte del elevador, incluyendo sistema de potencia motor-bomba hidráulica.
	2)	Lubricar los puntos de pivote del bloqueo de seguridad con aceite o WD-40. En el momento de aplicar aceite a los cuatro trinquetes de seguridad ubicados en la parte inferior de las 4 columnas, se procede a oprimir el botón de acción neumática para moverlos y hacer que el aceite penetre al interior de los bujes.
	3)	Se hace una inspección visual al sistema de poleas y cables de acero, con el fin de descartar daños por desgaste, usando una llave expansiva y un hombre solo, en la parte superior de cada columna se sujeta por la parte inferior la guaya, y por la parte superior se aprieta la tuerca para poder tensionarla y así ajustar la precisión de subida del elevador.
	4)	Se hace una inspección visual a los racores de las mangueras hidráulicas, con el fin de descartar fugas, esta acción se repite para el control electrohidráulico. Si se encuentra una fuga se procede a soltar completamente el racor y corregir con teflón, en caso que no se pueda corregir se debe cambiar la manguera.
	5)	Usando un nivel convencional y un flexómetro se verifica la posición y la inclinación de cada una de las columnas, se deben medir las diagonales totales entre las columnas, sean entre sus bases y todos sus lados.
	6)	Con la ayuda de un torque se debe ajustar los pernos de anclaje a 90 ft/lbs, así se asegura que las columnas no colapsen.
	7)	Se deben revisar los balines de los platos delanteros, esto se hace retirando los platos de las plataformas y situándolos en una mesa, luego se suelta el tornillo que sujeta el plato superior del inferior, se debe tener cuidado ya que este tornillo es el único que tiene sujetos los balines. Los platos traseros a diferencia de los delanteros poseen balines especiales, pues están sujetos con un plástico especial que permite su movimiento pero no permite contacto entre estos. En caso que los balines presenten poros y oxidación se deben cambiar en su totalidad.
	8)	Lubricar las poleas y rodillos con grasa en spray. Para las roldanas y guías de rodillos, se recomienda el uso de aceite de frenos 90-WT o un lubricante pesado similar, a aplicarse con cualquier método, ya sea bombeo, spray, cepillo o a mano.
	9)	Usando un multímetro, revise los cables de poder que llegan al motor, se debe garantizar un voltaje de 220 [Volts/c.a.]. Por otra parte revise el voltaje de corriente continua que le llega al relé actuador del motor eléctrico el cual funciona a 24 [Volts/c.c.].
	10)	Se debe revisar el sistema neumático para que no existan fugas, pues estas aumentan el funcionamiento del compresor y esto hace que se malgaste la energía, principalmente se revisan racores de conexión y la unidad de mantenimiento de aire, la unidad se debe reemplazar cada año y medio

Tabla 18. Descripción de mantenimiento de cabina de pintura con intercambiador de calor.

CABINA DE PINTURA CON INTERCAMBIADOR DE CALOR		
	1)	Como primera tarea se prepara en un balde, una mezcla de agua y jabón, normalmente se usa jabón líquido "salvo", esto con el fin de aplicarlo a las paredes de la cabina, usando una escoba rígida se refriegan las paredes para aflojar el protector, luego usando una cuchilla para bisturí y pasándola por las paredes se quita el protector, por último se limpian con un paño para secarlas.
	2)	Se retira el filtro del grupo impulsor quitando con cuidado la malla que lo sostiene, después de esto se debe limpiar muy bien la malla que permite sostener el filtro nuevo. Antes de poner el filtro nuevo se debe aspirar el polvo que rodean los dos ventiladores centrifugos y al motor, luego se limpia muy bien con un paño húmedo. Se ingresa la malla con el filtro nuevo y se asegura que los bordes del filtro encaje en el perfil para impedir que el polvo se cuele.
	3)	Para el cambio de los 50 filtros del grupo extractor se debe retirar la tapa principal del cajón extractor, esta operación se hace soltando las 3 tuercas tipo mariposa que sostienen esta tapa, posteriormente se sacan los conjuntos de perfiles que sostienen los filtros, cada conjunto de perfiles usa una malla para fijar los filtros a ellos. Se debe retirar primero la malla y se sacan los filtros, cada conjunto tiene dos filtros, un filtro paint stop y uno sintético, después de quitar los filtros usados se limpian bien los perfiles para el montaje de los nuevos filtros.
	4)	El cambio de filtro de techo requiere el montaje de una sección de andamio para que el técnico pueda alcanzar las tuercas mariposas que sostienen el marco encargado de asegurar el filtro al techo, una vez se desmonta el marco, simplemente se reemplaza el filtro y se procede a montar de nuevo el marco.
	5)	Una vez se cambian filtros se debe retirar en su totalidad las 35 parrillas que conforman el piso de la cabina, luego se debe aspirar el foso para retirar todo el polvo que se ha depositado. Con una espátula se retira la pintura que queda en las bandejas de piso y se procede a poner una por una las parrillas respetando el orden original.
	6)	Se revisa el alumbrado, se reemplazan balastos y lámparas quemadas.
	7)	Si es el tiempo se debe cambiar la empaquetadura de las puertas junto con el horómetro o cuenta horas y reprogramar la cabina si existe alguna falla.
	8)	Se revisan y ajustan las chapas de puerta para dar un ajuste que aguante la presión interna de la cabina.
	9)	Se debe resellar totalmente la cabina para asegurar que no existan filtraciones, esto se hace con la ayuda de una pistola neumática para cartuchos de silicona.
	10)	Por último se aplica nuevamente el protector de paredes usando una pistola de pintura.

## 6.2 CRONOGRAMA DEL MANTENIMIENTO A REALIZAR.

Se realizó un cronograma de mantenimiento a los equipos críticos, indicando las cada cuanto se deben realizar revisiones, y procedimientos para mantenerlo en buenas condiciones.

Tabla 19. Cronograma de mantenimiento de la balanceadora de ruedas 2420

BALANCEADORA DE RUEDAS 2420		
Tareas de Mantenimiento	Actividades	
	Mensual	Semestral
1. Limpieza general.	X	
2. Limpieza sistema electrónico.		X
3. Verificación corriente del motor y líneas de voltaje.	X	
4. Verificación y alineación de encoder.	X	
5. Calibración de la maquina.		X

Tabla 20. Cronograma de mantenimiento de la desmontadora de llantas R-980XR

DESMONTADORA DE LLANTAS R-980XR		
Tareas de Mantenimiento	Actividades	
	Mensual	Semestral
1. Limpieza general.	x	
2. Limpieza sistema electrónico.		x
3. Verificación corriente del motor y líneas de voltaje.	x	
4. Verificación y alineación de encoder.	x	
5. Calibración de la maquina.	x	
6. Revisión del funcionamiento del manómetro	x	
7. Apretar los elementos de sujeción		x
8. Inspeccionar componentes desgastados, dañados o faltantes.		x
9. Revisar nivel de aceite.		x
10. Limpiar y lubricar los puntos de pivotes y el eje vertical de la torre.		x

Tabla 21. Cronograma de mantenimiento de la cabina de pintura con intercambiador de calor

CABINAS DE PINTURA CON INTERCAMBIADOR DE CALOR				
Tareas de Mantenimiento	Actividades			
	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual
1. Limpieza general con barrido de foso, remover protector de paredes y aspiración de zonas de filtros.				x
2. Cambio Filtro de piso paint stop.	x			
3. Cambio Filtro de techo.			x	
4. Revisión sistema de iluminación.				x
5. Aspirar ventilador (Extractor) 1 CHAYSOL N2T - 15.		x		
6. Revisión polea motor (Extractor) 2 DINAMICA A-Ø100.				x
7. Revisión Polea Ventilador (Extractor) 2 DINAMICA A-Ø224.				x
8. Cambio de correas (extractor-impulsor) 3 megadyne a-52 (cambio cada dos años)				x
9. Revisión y calibración del intercambiador de calor				x
10. Se deben templar las correas de las turbinas en un rango de 2 (cms).			x	
11. Se debe revisar la programación del tablero de control de la cabina.				x
12. Cambio de sílice del filtro de aire de la cabina.		x		
13. Aspirar filtros de techo.			x	
14. Cambio de filtros de grupo extractor e impulsor.		x		
15. Cambio de empaques de puertas de cabina.			x	
16. Aspirar turbinas de grupo extractor e impulsor.			x	
17. Cambiar parrillas dobladas.				x
18. Cambiar el contador de horas de trabajo.				x

Tabla 22. Cronograma de mantenimiento del elevador doble columna 9000 lbs XPR-9

LEVADOR DOBLE COLUMNA 9000 LBS XPR-9			
Tareas de Mantenimiento	Actividades		
	Mensual	Semestral	Anual
1. Revisión de la correcta conexión eléctrica interna y externa del equipo.	X		
2. Revisión de la correcta posición de los brazos delanteros y traseros.		X	
3. Revisión de fugas hidráulicas y racores.	X		
4. Inspección del estado de interruptores y capacitores.			X
5. Inspección del nivel de aceite.	X		
6. Inspección del estado de columnas, guayas y anclajes.	X		
7. Inspección del estado del motor.	X		
8. Inspección y limpieza de los sistemas mecánicos en general.		X	
9. Nivelación de los brazos.		X	
10. Cada año de uso o (1500 horas) cambiar aceite hidráulico.			X
11. Revisar las cerraduras y trinquetes del brazo de ajuste.	X		
12. Lubricar sistema de poleas.	X		
13. Reajustar pernos de anclaje.		X	
14. Revisar la inclinación de las columnas	X		
15. Inspeccionar pasadores de pivote y chavetas de fijación.	X		
16. Compruebe la tensión del cable equalizador y ajustar si es necesario		X	

Tabla 23. Cronograma de mantenimiento de la zona de preparación abierta AP6-1 EP

ZONA DE PREPARACION ABIERTA AP6-1 - EP			
Tareas de Mantenimiento	Actividades		
	Mensual	Semestral	Anual
1. Filtro de piso paint stop (300 horas)	X		
2. Filtro grupo extractor (dos meses).		X	
3. Limpieza de foso y emparrillado.			X
4. Revisión sistema de iluminación.			X

Tabla 24. Cronograma de mantenimiento del elevador de doble tijera S36

<b>ELEVADORES DE DOBLE TIJERA S36</b>			
<b>Tareas de Mantenimiento</b>	<b>Actividades</b>		
	<b>Mensual</b>	<b>Semestral</b>	<b>Anual</b>
1. Revisión conexiones eléctricas.	X		
2. Revisión de la correcta posición de las levas y calibrarlas si es necesario.		X	
3. Calibración de las fotoceldas y finales de carrera.	X		
4. Revisión de las conexiones de mangueras neumáticas.		X	
5. Revisión de las conexiones de mangueras hidráulicas.		X	
6. Inspección del estado del tablero de control y tarjetas electrónicas.		X	
7. Inspección del nivel y estado del aceite hidráulico.		X	
8. Revisión del estado de las plataformas de tijera y anclajes mecánicos.	X		
9. Apretar anclajes mecánicos.			X
10. Inspección del estado del motor y sus conexiones.		X	
11. Aspirar limpiar el foso del elevador.			X
12. Cada año de uso o (1500 horas) cambiar aceite hidráulico.			X
13. Limpieza general sin uso de agentes químicos y pistola de agua de alta presión.		X	
14. Limpiar los sensores sin uso de agentes químicos.	X		
15. Se revisa la unidad de mantenimiento de aire.	X		
16. Revisar desgaste de trinquete de seguridad.		X	
17. Purgar sistema hidráulico.	X		
18. Controlar el estado de los tubos flexibles de alta presión.			X
19. Inspección funcionamiento de la bomba manual.			X

Tabla 25. Cronograma de mantenimiento del elevador cuatro columnas HDS-14 LSX RJ7 con Rolling Jack

<b>ELEVADOR CUATRO COLUMNAS HDS-14LSX RJ7 CON ROLLING JACK</b>			
<b>Tareas de Mantenimiento</b>	<b>Actividades</b>		
	<b>Mensual</b>	<b>Semestral</b>	<b>Anual</b>
1. Revisión de conexiones eléctricas en general.		X	
2. Revisión de las conexiones y/o fugas en el sistema neumático, comprobando estado de acoples, mangueras, sellos, cilindros y controles neumáticos.			X
3. Revisión de las conexiones y/o fugas en el sistema hidráulico, comprobando estado de acoples, electroválvulas, mangueras, sellos, cilindros y controles neumáticos.			X
4. Inspección de nivel y llenado de aceite hidráulico.		X	

5. Inspección del estado de las plataformas y ajuste del anclaje metálico.		X	
6. Inspección del funcionamiento del motor y sus conexiones.			X
7. Cambiar aceite hidráulico.			X
8. Lubricar poleas y rodillos.	X		
9. Lubricar puntos de pivote con aceite WD-40	X		
10. Tensionar guayas.		X	
11. Revisar zonas de desgaste			X

Tabla 26. Cronograma de mantenimiento del elevador de doble tijera S39

ELEVADORES DE DOBLE TIJERA S39			
Tareas de Mantenimiento	Actividades		
	Mensual	Semestral	Anual
1. Revisión conexiones eléctricas.	X		
2. Revisión de la correcta posición de las levas y calibrarlas si es necesario.		X	
3. Calibración de las fotoceldas y finales de carrera.	X		
4. Revisión de las conexiones de mangueras neumáticas.		X	
5. Revisión de las conexiones de mangueras hidráulicas.		X	
6. Inspección del estado del tablero de control y tarjetas electrónicas.		X	
7. Inspección del nivel y estado del aceite hidráulico.		X	
8. Revisión del estado de las plataformas de tijera y anclajes mecánicos.	X		
9. Apretar anclajes mecánicos.			X
10. Inspección del estado del motor y sus conexiones.		X	
11. Aspirar limpiar el foso del elevador.			X
12. Cada año de uso o (1500 horas) cambiar aceite hidráulico.			X
13. Limpieza general sin uso de agentes químicos y pistola de agua de alta presión.		X	
14. Limpiar los sensores sin uso de agentes químicos.	X		
15. Se revisa la unidad de mantenimiento de aire.	X		
16. Revisar desgaste de trinquete de seguridad.		X	
17. Purgar sistema hidráulico.	X		
18. Controlar el estado de los tubos flexibles de alta presión.			X
19. Inspección funcionamiento de la bomba manual.			X

## **7. AUDITORIA DE MANTENIMIENTO ENFOCADA AL SISTEMA DE INFORMACIÓN**

### **7.1 FUNCION DE LA AUDITORIA**

La mejor solución cuando se quiere conocer si la gestión que se realiza es la mejor, se implementa una auditoría de gestión de mantenimiento, comparando la situación actual con un departamento modélico, ideal, y determinar qué cosas separan la realidad de ese modelo.

El objetivo que se persigue al realizar una auditoría no es juzgar al responsable de mantenimiento, no es cuestionar su forma de trabajo, no es una actividad contra el Jefe de Mantenimiento: es saber en qué situación se encuentra un departamento de mantenimiento en un momento determinado, identificar puntos de mejora y determinar qué acciones son necesarias para mejorar los resultados.<sup>12</sup>

### **7.2 DESARROLLO DE LA AUDITORIA**

La auditoría se realizó al área de mantenimiento de la empresa COLLISION S.C.S evaluando factores específicos para identificar las falencias del departamento, siendo el de más importancia en COLLISION S.C.S ya que es una empresa que vende maquinaria y su respectivo mantenimiento.

La auditoría está conformada por los siguientes indicadores:

- Servicio Técnico: Roles y responsabilidades, reconocer trabajos, análisis de tiempos muertos, necesidades.
- Herramientas: Contar con las herramientas necesarias y en buen estado para la realización de los mantenimientos.
- Mantenimiento Preventivo: Planeación de los mantenimientos, organización de personal.

---

<sup>12</sup> GARCÍA GARRIDO, Santiago. Ingeniería de Mantenimiento. Manual práctico para la gestión eficaz del mantenimiento. <http://www.renovetec.com/ingenieria-del-mantenimiento.pdf>

- **Mantenimiento Correctivo:** Disposición del personal para suplir necesidades inmediatas.
- **Sistema de Información:** Manejo de información en digital.
- **Stock:** Disposición de piezas para repuesto y reparación, para corregir errores de los clientes.

Estos factores se evalúan por medio de una serie de preguntas que ponderan debidamente cada tarea en el área de mantenimiento, permitiendo obtener una medida del comportamiento y poder obtener resultados reales.

### **7.3 RESULTADOS DE LA AUDITORIA DE MANTENIMIENTO**

La auditoría de mantenimiento se realizó al personal que interviene en el área de mantenimiento por medio de encuestas que se pueden observar en el anexo G. El análisis cuenta con 6 factores, 54 preguntas en total. Cada factor se evalúa con un número de preguntas, el total de las preguntas conforman el 100%. Y cada respuesta tiene un valor específico dependiendo de la importancia en el área de mantenimiento.

- Siempre: valor de 3
- Casi siempre: valor de 2
- Casi nunca: valor de 1
- Nunca: valor de cero (0)

Obteniendo un resultado dado en porcentaje que se puede evidenciar en la tabla 14 y se encuentra representado en la figura 19, donde se puede identificar mejor los factores de mantenimiento a mejorar.

El diagrama radial de la auditoria de mantenimiento realizado a la empresa COLLISION S.C.S permite ver de forma gráfica y clara los problemas de la empresa, siendo Mantenimiento Preventivo y Sistema de Información los factores con menor puntaje (10 %) y Stock (13%); indicando que son los factores del área de mantenimiento que están fallando en COLLISION S.C.S y que merecen más atención.

Tabla 27. Resultado de la auditoria de mantenimiento.

Nº	Indicador	Promedi
1	Servicio Técnico	18
2	Herramientas	20
3	Mant. Preventivo	10
4	Mant. Correctivo	14
5	Sist. Informacion	10
6	Stock	13
7	Mantenimiento	15

Figura 19. Resultados de la Auditoría de Mantenimiento



La auditoría de mantenimiento realizada al personal del área de mantenimiento de la empresa COLLISION S.C.S se puede observar en las tablas 28 a la 34

Tabla 28. Auditoria de mantenimiento- Organización de servicio técnico

GESTIÓN DE MANTENIMIENTO					
Nº	CRITERIO	Nunca	Casi Nunca	Casi Siempre	Siempre
1	¿Están definidos por escrito los roles y responsabilidades de los integrantes del área de mantenimiento?				
2	¿Se realiza una formación inicial efectiva cuando se incorpora un nuevo trabajador al área de mantenimiento?				
3	¿Hay un plan de formación para el personal de mantenimiento?				
4	¿Este plan de formación hace que los conocimientos en el mantenimiento e instalación de equipos mejoren?				
5	¿El personal de mantenimiento está capacitado para trabajar en otras áreas (instalaciones eléctricas, manipulación de químicos, preparación y aplicación de pintura, trabajo en alturas)?				
6	¿Se analizan los tiempos muertos de trabajo en la empresa (aprobaciones, solicitudes, desplazamientos, préstamo de herramienta)?				
7	¿El personal de mantenimiento se siente reconocido en su trabajo?				
8	¿El personal de mantenimiento siente que la empresa se preocupa de sus necesidades para poder realizar un buen trabajo?				
9	¿El personal de mantenimiento se considera bien retribuido?				
10	¿El personal de mantenimiento está comprometido con los objetivos de la empresa?				
11	¿El personal de mantenimiento tiene un buen concepto de sus mandos?				
12	¿El personal de mantenimiento considera que el ambiente del departamento de mantenimiento es agradable?				

Tabla 29. Auditoria de mantenimiento- Herramientas

<b>GESTIÓN DE MANTENIMIENTO</b>					
<b>Nº</b>	<b>CRITERIO</b>	<b>Nunca</b>	<b>Casi Nunca</b>	<b>Casi Siempre</b>	<b>Siempre</b>
1	¿El personal de mantenimiento cuenta con la herramienta necesaria y adecuada para desarrollar su trabajo?				
2	¿Se lleva control sobre la herramienta existente en la empresa?				
3	¿Se ha interrumpido el trabajo por falta de herramienta?				
4	¿El estado de la herramienta afecta el rendimiento a la hora de desarrollar un trabajo?				
5	¿Existe un inventario de herramienta?				
6	¿Se comprueba periódicamente el inventario de herramientas?				
7	¿Utiliza herramienta personal y/o propia, para el desarrollo del trabajo en la empresa?				
8	¿El taller está situado en el lugar apropiado?				
9	¿Está limpio y ordenado su interior?				

Tabla 30. Auditoria de mantenimiento - Mantenimiento preventivo

<b>GESTIÓN DE MANTENIMIENTO</b>					
<b>Nº</b>	<b>CRITERIO</b>	<b>Nunca</b>	<b>Casi Nunca</b>	<b>Casi Siempre</b>	<b>Siempre</b>
1	¿Existe un plan de mantenimiento que afecte a todas las áreas y equipos vendidos por la empresa?				
2	¿Hay una programación de las tareas que incluye el plan de mantenimiento (está claro quién y cuándo se realiza cada tarea)?				
3	¿La programación de las tareas de mantenimiento se cumple?				
4	¿El Plan de mantenimiento respeta las instrucciones de los fabricantes?				
5	¿Se han analizado los fallos críticos de cada máquina?				
6	¿El Plan de mantenimiento se realiza?				

Tabla 31. Auditoria de mantenimiento- Mantenimiento correctivo

<b>GESTIÓN DE MANTENIMIENTO</b>					
<b>Nº</b>	<b>CRITERIO</b>	<b>Nunca</b>	<b>Casi Nunca</b>	<b>Casi Siempre</b>	<b>Siempre</b>
1	¿En el caso en que una maquina presenta constantes problemas, el número de averías repetitivas es bajo?				
2	¿El tiempo de solución de una avería es bajo?				
3	¿Hay un sistema claro de asignación de prioridades a seguir?				
5	¿Todas las tareas habituales de mantenimiento están recogidas en procedimientos?				
6	¿Los procedimientos son claros y perfectamente entendibles?				
7	¿El personal de mantenimiento recibe formación en estos procedimientos, especialmente cuando se producen cambios?				
8	¿Cuándo el personal de mantenimiento realiza una tarea utiliza el procedimiento aprobado?				
9	¿Los procedimientos de mantenimiento se actualizan periódicamente?				

Tabla 32. Auditoria de mantenimiento- Sistema de información

<b>GESTIÓN DE MANTENIMIENTO</b>					
<b>Nº</b>	<b>CRITERIO</b>	<b>Nunca</b>	<b>Casi Nunca</b>	<b>Casi Siempre</b>	<b>Siempre</b>
1	¿Todos los trabajos que se realizan se reflejan en una orden de trabajo?				
2	¿El formato de esta orden de trabajo es adecuado?				
3	¿Los operarios cumplimentan correctamente estas órdenes?				
4	¿Los operarios cumplimentan correctamente estas órdenes?				
5	¿El sistema informático aporta información útil?				
6	¿Se emite un informe periódico que analiza la evolución del departamento de mantenimiento?				
7	¿El informe aporta información útil para la toma de decisiones?				

Tabla 33. Auditoria de mantenimiento- Stock

<b>GESTIÓN DE MANTENIMIENTO</b>					
<b>Nº</b>	<b>CRITERIO</b>	<b>Nunca</b>	<b>Casi Nunca</b>	<b>Casi Siempre</b>	<b>Siempre</b>
1	¿Se ha elaborado una lista de repuesto mínimo que debe permanecer en stock?				
2	¿Se comprueba periódicamente que se dispone de ese stock?				
3	¿La lista de stock mínimo se actualiza y mejora periódicamente?				
4	¿Se realizan periódicamente inventarios de repuesto?				
5	¿Los movimientos del almacén se registran en el sistema informático?				
6	¿El almacén está limpio y ordenado?				
7	¿Es fácil localizar cualquier pieza?				
8	¿Se realizan comprobaciones del material cuando se recibe?				

Tabla 34. Auditoria de mantenimiento- Reacción de personal

<b>GESTIÓN DE MANTENIMIENTO</b>					
<b>Nº</b>	<b>CRITERIO</b>	<b>Nunca</b>	<b>Casi Nunca</b>	<b>Casi Siempre</b>	<b>Siempre</b>
1	¿La disponibilidad media de los equipos significativos es la adecuada?				
2	¿La disponibilidad media de la planta es la adecuada?				
3	¿El tiempo medio entre fallos en equipos significativos es el adecuado?				
4	¿El número de O.T. de emergencia es bajo?				
5	¿El número de O.T. de emergencia está descendiendo?				
6	98. ¿El tiempo medio de reparación en equipos significativos es bajo?				
7	¿El tiempo medio de reparación en equipos significativos está descendiendo?				
8	¿El gasto en repuestos es el adecuado?				
9	¿El gasto en repuestos está descendiendo?				

## 8. DISEÑO Y ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN

Unos de los factores críticos de la empresa COLLISION S.C.S en el área de mantenimiento, es la implementación de un sistema de información donde se pueda administrar datos como los clientes, la maquinaria adquirida, fechas, inventarios, proveedores. Para analizar si el sistema de información seleccionado por la empresa COLLISION S.C.S cumple con las necesidades de la empresa, se analizan los requerimientos y las partes ofrecidas.

### 8.1 REQUERIMIENTOS DE COLLISION S.C.S EN EL SISTEMA DE INFORMACIÓN SAIM

El análisis de los requerimientos de COLLISION S.C.S se realizó, con el fin de conocer el trato que se debe hacer a la información que administra la empresa para cumplir con los servicios ofrecidos y se evidencia en el diagrama entrada-salida en la figura 20. En la figura 21 se observan las entradas de COLLISION S.C.S, información que se puede obtener de forma externa a la empresa. En la figura 22 se indican las salidas de COLLISION S.C.S los cuales son los archivos que deseamos realizar, con la información obtenida. Los procesos hace referencia a las actividades realizadas con las entradas, para poder obtener mis salidas, estos procesos se verán reflejados en los diagramas de flujo mostrados en las figuras 23 a la 27

Figura 20. Diagrama entrada - salida.

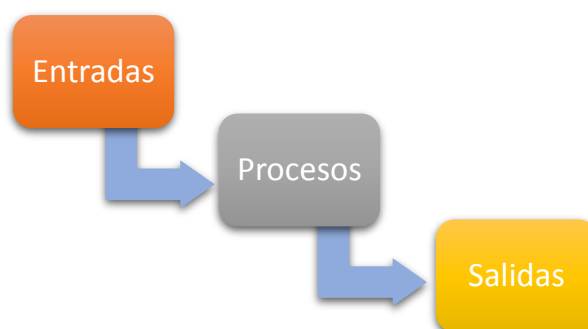


Figura 21. Descripción grafica de las entradas de la empresa COLLISION S.C.S

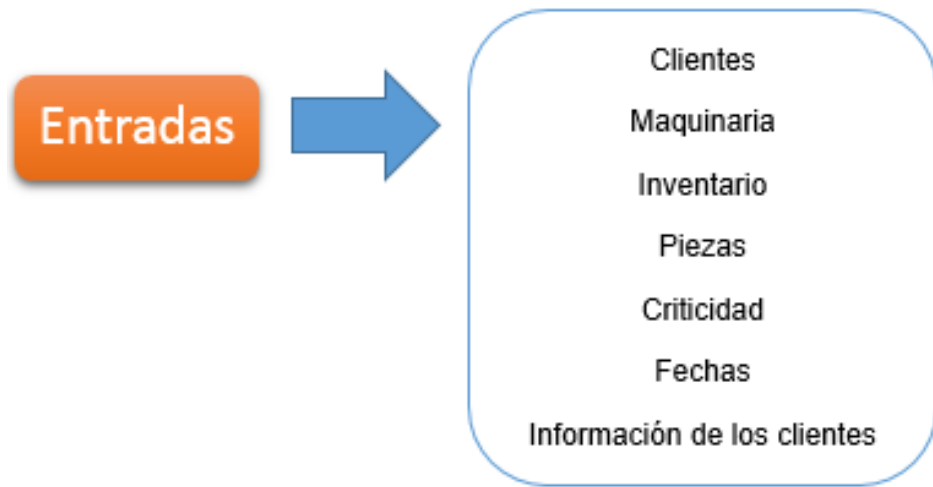


Figura 22. Descripción del módulo de salida de la empresa COLLISION S.C.S

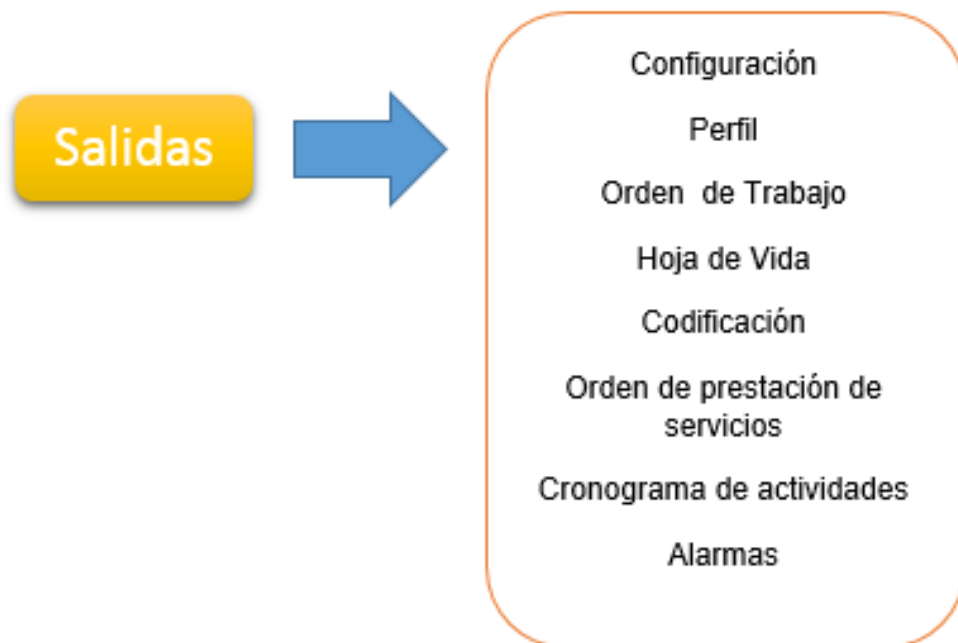


Figura 23. Salidas del Sistema de Información, que se pueden visualizar en la plataforma.

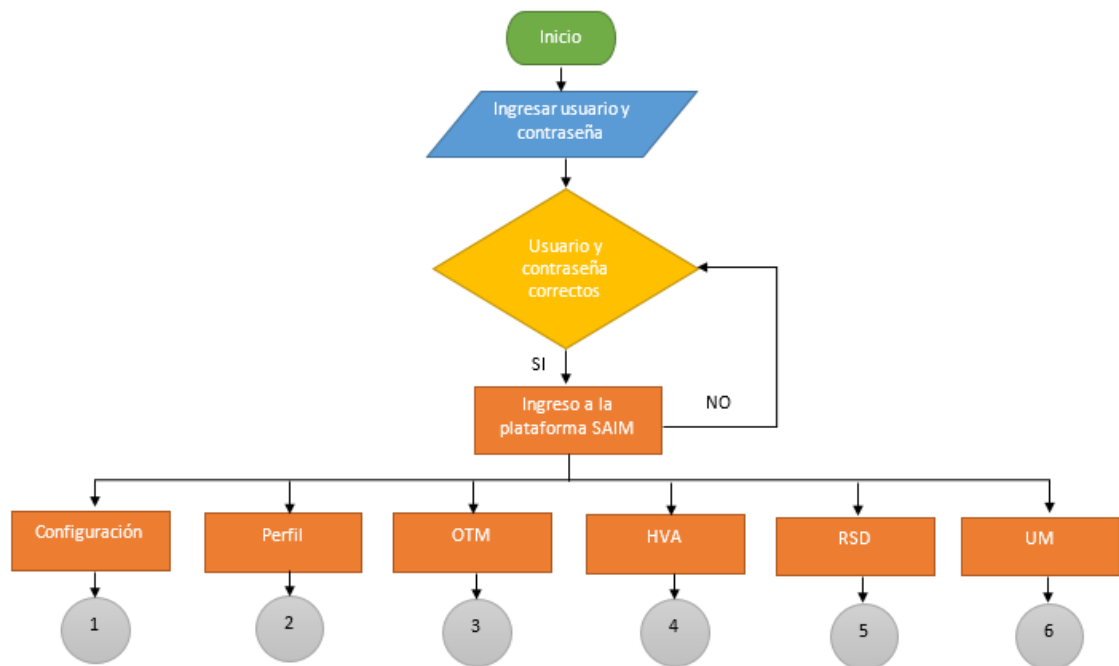


Figura 24. Descripción del módulo de configuración.

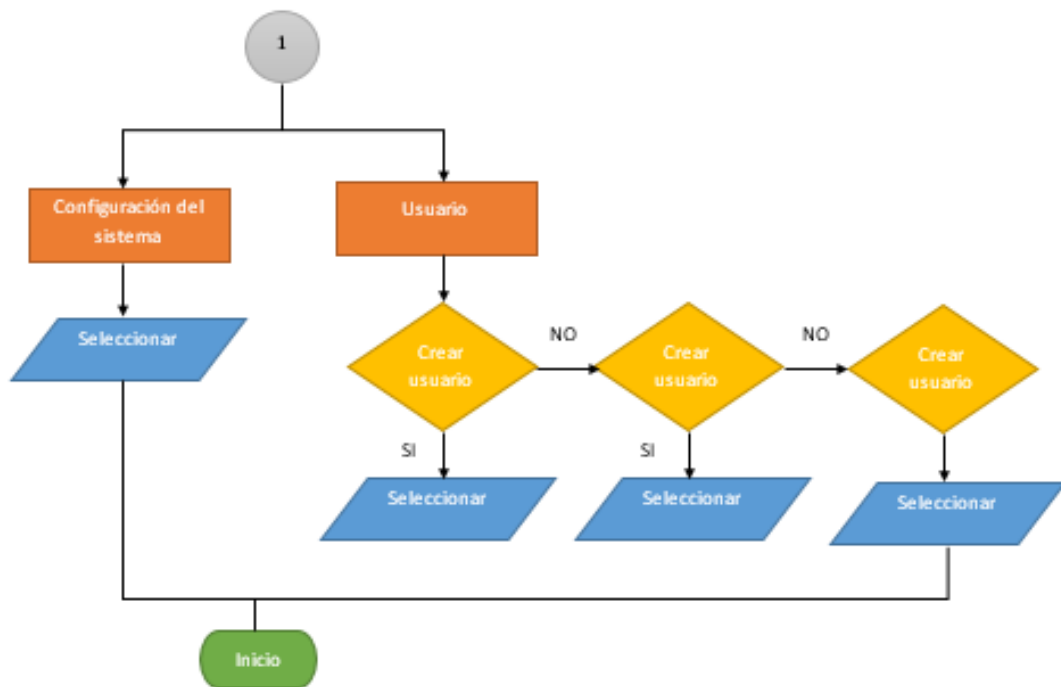


Figura 25. Descripción del módulo de perfil de usuario.

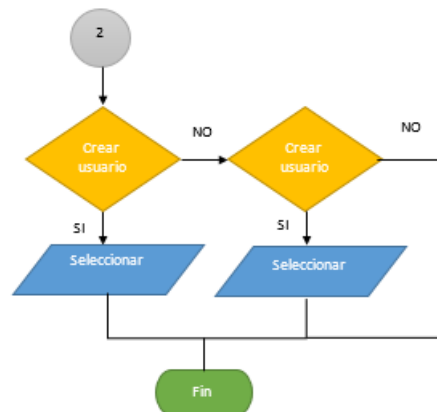


Figura 26. Descripción del módulo de Órdenes de Trabajo.

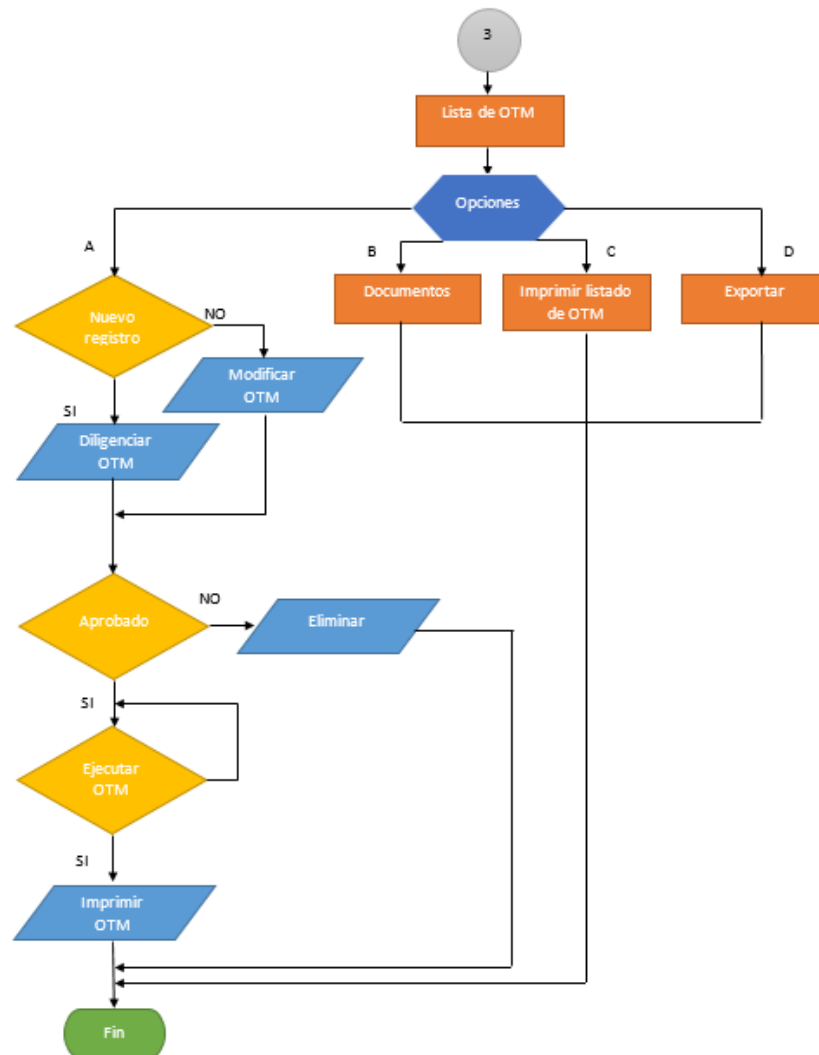


Figura 27. Descripción del módulo de Hoja de Vida de los Activos HVA

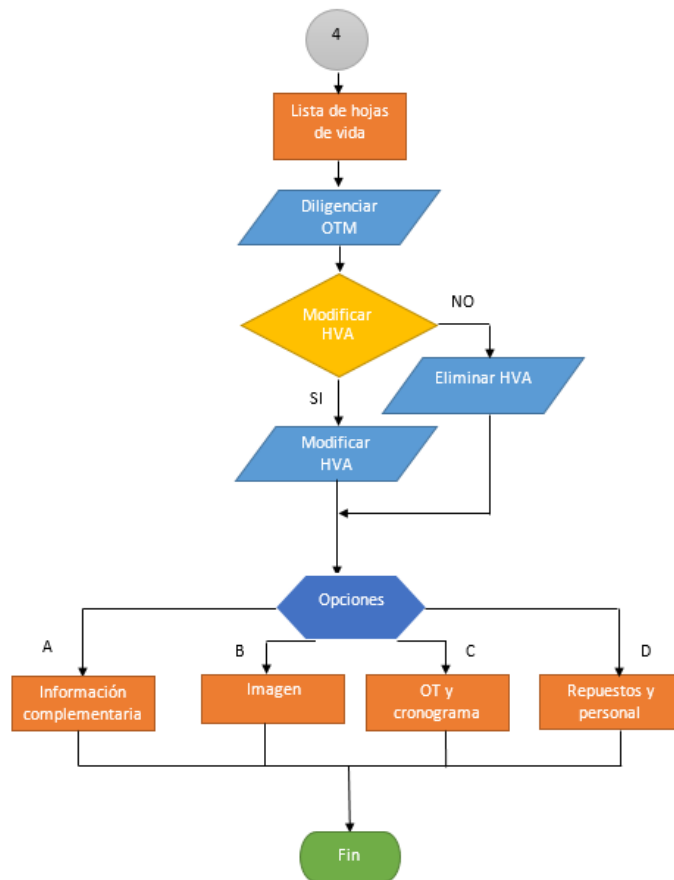


Figura 28. Descripción del módulo de Reunión de Seguimiento Diario

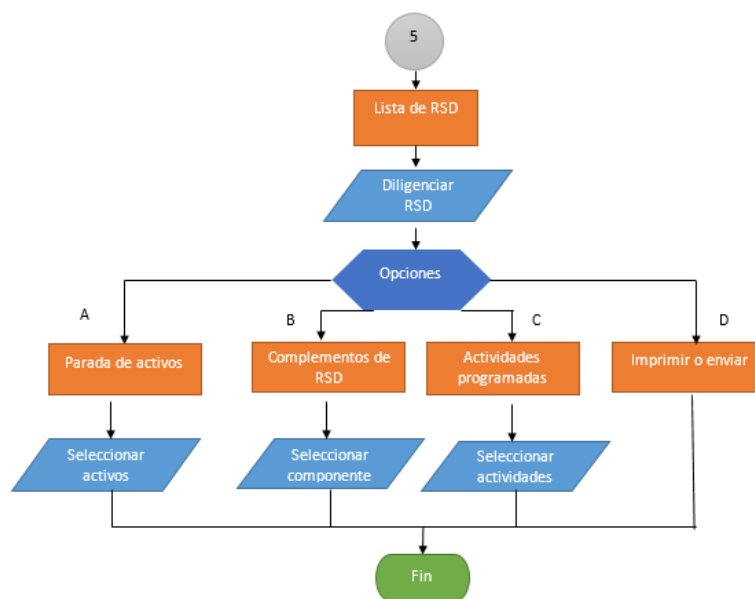
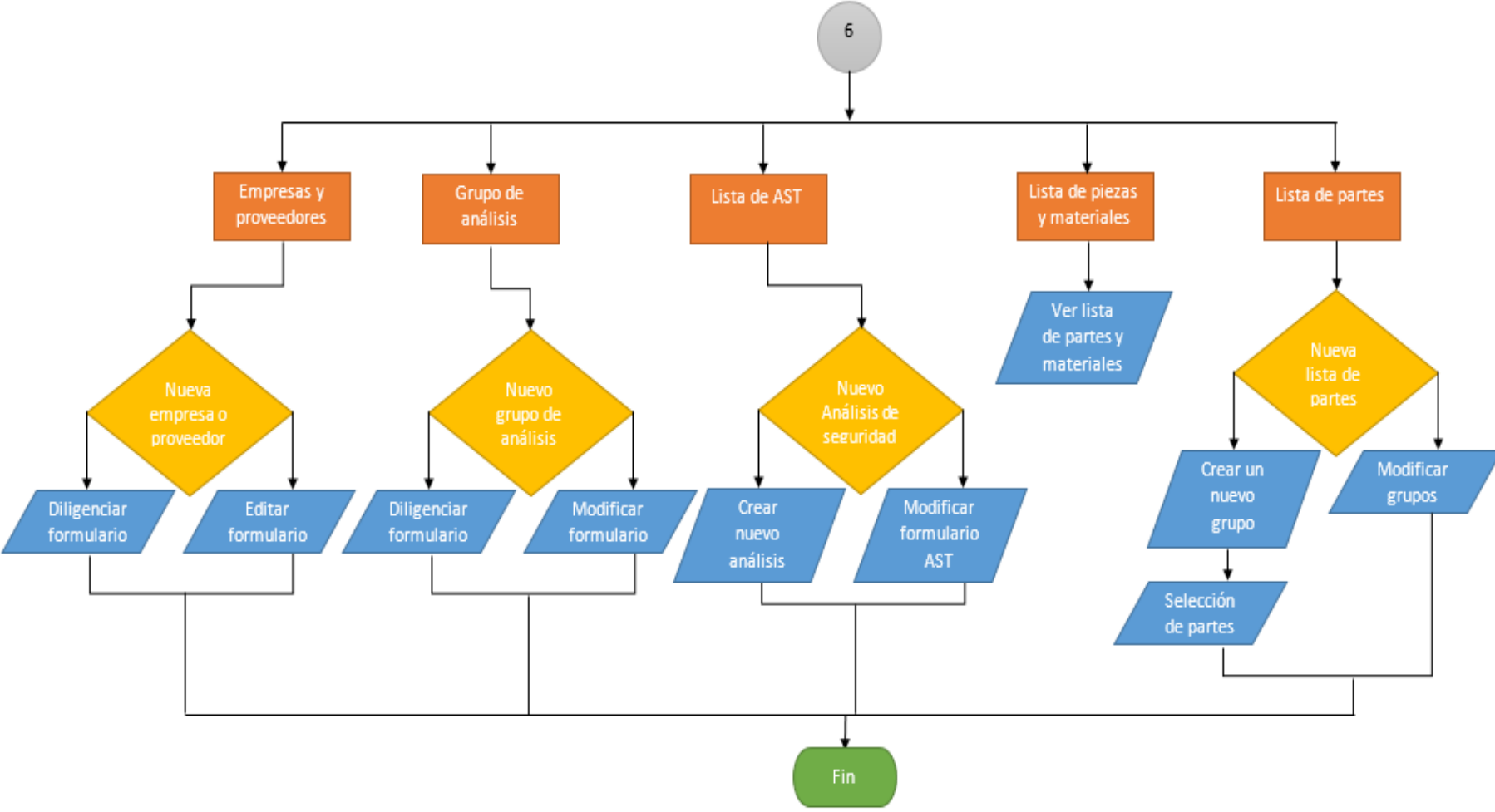


Figura 29. Descripción del módulo Utilidades de Mantenimiento



## 8.2 SISTEMA DE INFORMACIÓN SAIM PARA LA EMPRESA COLLISION S.C.S<sup>13</sup>

SAIM® contiene varios módulos cuyas funciones en las que se pueden destacar la administración de órdenes y reportes de mantenimiento, hojas de vida de equipos, cronograma de actividades, control de repuestos entre otros. Fue desarrollado en conjunto con los usuarios finales para garantizar la ergonomía de uso y así convertirla en una herramienta fácil y de gran ayuda.

**8.2.1 Ingreso a la aplicación.** Para ingresar a la aplicación, debe estar todo debidamente instalado y el logo del sistema de información SAIM, ver Figura 30.

Figura 30. Icono del sistema de Información



Fuente: SERRANO, Lucas Felipe. Manual usuario SAIM, Primera edición v2.0.3

**8.2.2 Usuarios.** El sistema de información permite tener usuarios, brindando roles con sus respectivas funciones en la empresa. La pantalla de inicio está compuesta por los siguientes campos:

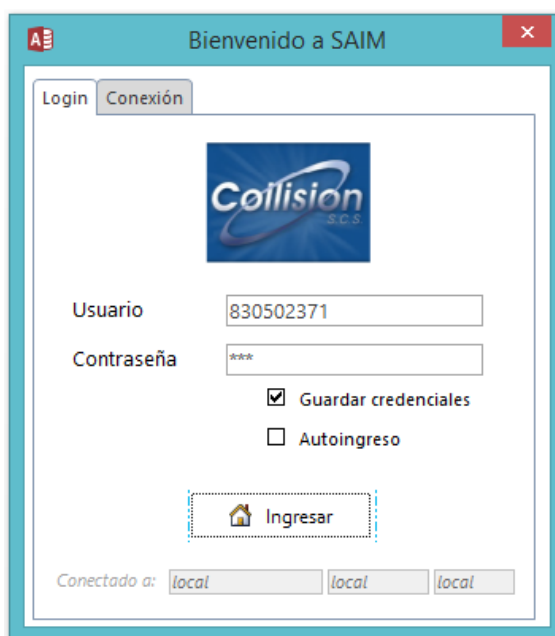
- *Usuario:* Campo numérico de identificación del usuario, puede ser un código personalizado o la cédula de ciudadanía.
- *Contraseña:* Por defecto es el mismo usuario, el usuario debe cambiarla en su primero ingreso a SAIM®.
- *Guardar credenciales:* Al seleccionar esta opción SAIM® almacenará la ubicación actual como segura y guardará los valores escritos en *usuario* y *contraseña*.

---

<sup>13</sup> SERRANO, Lucas Felipe. Manual de usuario SAIM, 1ra Ed. Bucaramanga, marzo de 2015.

- *Autoingreso*: Al abrir SAIM®, el sistema ingresará automáticamente a la aplicación al tener las credenciales guardadas.
- *Logo de la empresa*: el usuario puede configurar el logo y nombre de la empresa por el propio, en el espacio del recuadro rojo. Ver la figura 31

Figura 31. Ingreso en el sistema de Información



Fuente: Sistema SAIM, COLLISION S.C.S. Primera edición v2.0.3

**8.2.3 Inicio.** En esta ventana se observa la información importante de la empresa, agrupada en cinco secciones y se observa en la figura 32.

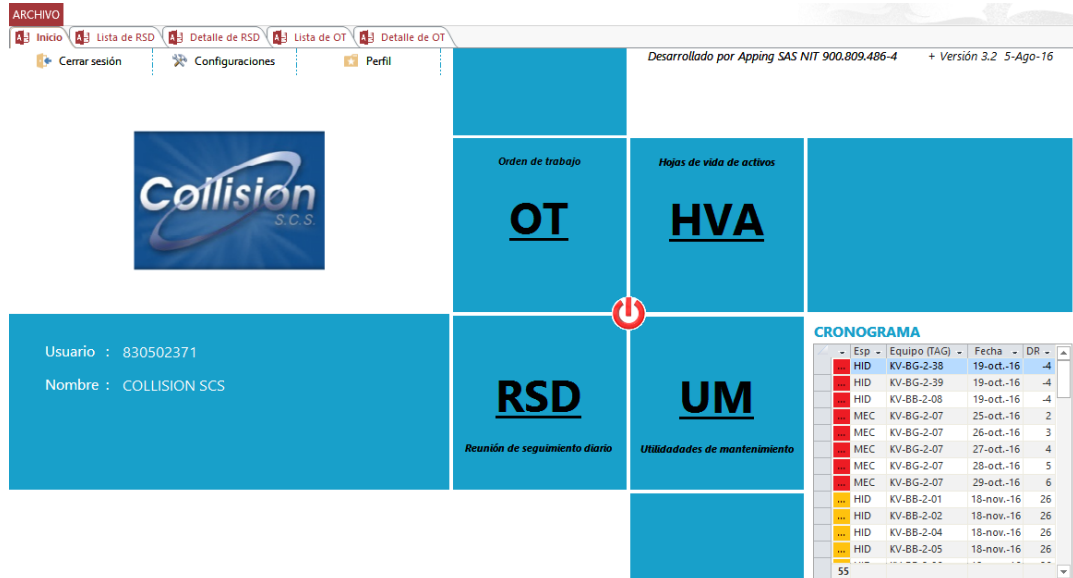
- *OTM*: Módulo para las ordenes de trabajo de mantenimiento.
- *HVE*: Módulo para hojas de vida, PDT, cronograma e indicadores.
- *RSD*: Módulo para el seguimiento de las reuniones diarias de apertura y cierre.
- *UM*: Módulo con diferentes funcionalidades complementarias del software.
- *CRONOGRAMA*: Muestra rápidamente las actividades pendientes por realizar.

Y cuenta con herramientas para administrar el sistema:

- *Cerrar sesión*: Cierra SAIM® y permite ingresar con un usuario diferente.
- *Configuraciones*: Formulario para creación y edición de usuarios y otras funciones, solo accesible por administradores de SAIM®.

- *Perfil*: Permite editar el perfil del usuario actual.

Figura 32. Pantalla de Inicio



Fuente: Sistema SAIM, COLLISION S.C.S. Primera edición v2.0.3

**8.2.4 Configuraciones.** En esta ventana se crean y editan usuarios, asignando permisos y modificando perfiles, además se puede configurar aspectos avanzados del sistema, como visor PDF por defecto, estado de la aplicación (cerrada o abierta) etc. Ver figura 33.

**8.2.5 Perfil.** Permite cambiar el nombre completo y corto de usuario, la ubicación personal la cual almacena cualquier OTM en la ruta especificada, adjuntar una imagen de firma para la impresión de documentos. En la parte derecha se pueden especificar los usuarios a los cuales se les delega permisos, es decir usuarios que tiene permitido editar registros que fueron creados por otro, esto aplica en OTM y HVE. Ver la figura 34.

Figura 33. Imagen de las configuraciones

ARCHIVO Inicio Lista de RSD Detalle de RSD Lista de OT Detalle de OT Configuraciones

**USUARIOS**

** Usuario	* Nombre	** Iniciales	Online	* Nombre corto	* Departamento	Admin	Editar equipos	Activo	Editar inventario	Ultimo login
123	APPING	LS	Si	APPING	MANTENIMIENTO	Si	Si	Si	Si	12/10/2016 9:39:44 a. m.
1119	CARLOS MOGUENA	CM	No	MOGUENA	MANTENIMIENTO	No	No	Si	Si	
830502371	COLLISION SCS	JM	Si	COLLISION SCS	MANTENIMIENTO	Si	Si	Si	Si	23/10/2016 2:29:16 p. m.
1118	DARIO TARAZONA	DT	No	TARAZONA	MANTENIMIENTO	No	No	Si	Si	
1117	IVAN YEPES	IY	No	YEPES	MANTENIMIENTO	No	No	Si	Si	
1116	JEFFERSON RODRIGUEZ	JR	No	RODRIGUEZ	MANTENIMIENTO	No	No	Si	Si	
1115	JHON JAIRO GONZALEZ	JG	No	GONZALEZ	MANTENIMIENTO	No	No	Si	Si	
1114	JOHNATAN NARVAEZ	JN	No	NARVAEZ	MANTENIMIENTO	Si	No	Si	Si	
1113	JUAN CRISTANCHO	JC	No	CRISTANCHO	MANTENIMIENTO	No	No	Si	Si	
1112	WILMER SOLAR	WS	No	SOLAR	MANTENIMIENTO	No	No	Si	Si	
1111	YEFERSON TOLOZA	JT	No	TOLOZA	MANTENIMIENTO	No	No	Si	Si	

Registro: 1 de 11 Sin filtro Buscar

**CONFIGURACIONES DEL SISTEMA**

Nombre	Valor	Estado
Aplicación		<input checked="" type="checkbox"/>
Ubicación SAIM PDF		<input checked="" type="checkbox"/>
Bodega por defecto	ALM	<input checked="" type="checkbox"/>
Control de inventario SAIM		<input checked="" type="checkbox"/>
Editor de imágenes		<input checked="" type="checkbox"/>
Visor de imágenes por def		<input checked="" type="checkbox"/>

Registro: 1 de 23 Sin filtro Buscar

**AVANZADAS DEL SISTEMA**

Vincular SQL

Preparado

Fuente: Sistema SAIM, COLLISION S.C.S. Primera edición v2.0.3

Figura 34. Pantalla para editar el perfil.

Perfil

**PERFIL**

Usuario: 830502371

Contraseña: [oculto]

Nombre: COLLISION SCS

Nombre corto: COLLISION SCS

Iniciales: JM

Especialidad: [seleccionar]

Cargo: [seleccionar]

Departamento: MANTENIMIENTO

Ubicación personal: [seleccionar]

Email: [seleccionar]

Celular 1: [seleccionar]

Celular 2: [seleccionar]

Firma digital: [seleccionar]

Abrir OTM al iniciar:

Autoingreso:

**DELEGAR PERMISOS A**

R	Nombre corto
*	

Registro: 1 de 1 Sin filtro B

Fuente: Sistema SAIM, COLLISION S.C.S. Primera edición v2.0.3

**8.2.6 Orden de Trabajo de Mantenimiento (OTM).** Esta sección cuenta con varias, las cuales se especifican a continuación.

**8.2.6.1 Lista de OTM.** Este formulario muestra la lista de órdenes de trabajo de mantenimiento con colores según su estado para fácil identificación:

- *Blanco*: Finalizada o anulada.
- *Amarillo*: Pendiente por finalizar.

- *Rojo*: Pendiente por finalizar por parte del usuario.

El sistema de información SAIM se adaptó a las necesidades de COLLISION S.C.S el cual solicita que en las ordenes de trabajo se muestre cuales tienen prioridad, dándole color rojo a las prioritarias, color verde a las medianamente prioritarias y el resto de amarillo.

Figura 35. Lista de las órdenes de trabajo

Consecutivo	Fecha	Autor	Esp	Equipo (TAG)	Nombre de equipo	Título
OTM-2-16	23-ene-16	ST	GEN	ME-TO-02	TORNO PARALELO1	Limpieza y actividades mensuales
OTM-1-16	23-ene-16	ST	GEN	ME-TO-01	TORNO PARALELO	Limpieza y actividades mensuales

Fuente: Sistema SAIM, COLLISION S.C.S. Primera edición v2.0.3

El usuario puede expandir cada OTM para verla en detalle al dar clic en la primera columna "..."

- *Nuevo registro*: Crear una OTM,
- *Documentos*: Permite consultar todas las OTM generadas en formato PDF almacenadas en una ruta compartida.
- *Imprimir rango*: Imprimir un conjunto de OTM rápidamente, por rango de fecha, rango de número o por agrupación.
- *Pendientes XLS*: Exporte a Excel el listado de OTM pendientes por finalizar en su departamento.
- *Filtro rápido*: Muestra únicamente el listado de OTM que fueron creadas por el usuario.
- *PDT / APL*: Puede seleccionar varias OTM para agregar un PDT o APL seleccionado, ahorrando tiempo al momento de crear las actividades para cada OTM.

**8.2.6.2 Detalle de OTM.** Este formulario muestra el detalle de la orden de trabajo de mantenimiento donde se describen el paso a paso de actividades, título general, duración cronológica, avance general del proyecto, centro de costo, tipo de mantenimiento etc.

- *Nuevo registro:* Crear una OTM.
- *Eliminar:* Elimina la OTM actual siempre que sea del mismo usuario, no altere los consecutivos y sea del año vigente.
- *Ayuda:* Muestra una tabla con conversiones de hora estándar a hora militar y horas a minutos.
- *Duplicar:* El usuario puede duplicar OTM anteriores y así ahorrar trabajo al crear un OTM de una actividad similar.
- *Continuar:* El listado de actividades permite señalar si cada paso a paso fue terminado o no, al oprimir este botón se creará un nueva OTM con las actividades que no fueron terminadas.
- *PDT / APL:* Permite insertar un PDT y un APL anteriormente almacenado.

Figura 36. Formulario de Orden de Trabajo

The screenshot shows the 'Detalle de OTM' form. At the top, there are navigation buttons: 'Nuevo registro', 'Eliminar', 'Ayuda', 'Duplicar', 'Continuar', and 'PDT / APL'. The main title is 'OTM Orden de trabajo de mantenimiento'. Below this, there are tabs for 'Diagnóstico y actividades realizadas', 'Personal involucrado', 'Repuestos utilizados', and 'Complementarios'. The 'DATOS DE IDENTIFICACIÓN' section includes fields for 'Consecutivo' (OTM-33-15), 'Fecha de creación' (23-jul-15), 'Autor' (AUXILIAR 1), 'Departamento' (SERVICIO TÉCNICO), 'Equipo (TAG)' (02SP528B1), 'Nombre de equipo' (INTERLAGOS BOMBEO DE PISCINA 2 BOM), 'Condición', 'Tipo de mantenimiento' (PREVENTIVO), and 'Especialidad' (UNICA). The 'RESUMEN DE ACTIVIDADES' section has a table with columns: 'Actividad', 'Tiempo (mm)', 'Programado' (radio buttons), and 'Terminado' (checkboxes). The table lists activities like 'IDENTIFICAR PUNTOS DE CONEXIÓN (DIÁMETROS)', 'VERIFICAR MODELO Y MARCA', 'EVALUACIÓN RENDIMIENTO DINÁMICO', 'INSPECCIÓN OCULAR ASPECTO FÍSICO', 'INSPECCIÓN SONORA DE ELEMENTOS SUJETOS A DESGASTE', and 'DETECCIÓN FUGAS EN SELLOS MECÁNICOS'. The 'INTERVALO DE TIEMPO' section shows '+ Fecha inicio' (23-abr-15), 'Hora inicio' (0800), '+ Fecha fin' (23-abr-15), and 'Hora fin' (09:10).

Fuente: Sistema SAIM, COLLISION S.C.S. Primera edición v2.0.3

**8.2.6.3 Otras pestañas del detalle de OTM.** El usuario rápidamente puede incluir los participantes al digitar las iniciales de cada uno, SAIM® completa el campo de nombre corto y cargo.

SAIM® almacena la lista de piezas que se pueden vincular a la OTM con el código del ítem, también se puede especificar la condición (Nuevo, usado, en reparación); SAIM® calculará el valor parcial según la condición, cantidad y costo promedio traído desde la base de datos del inventario de su empresa.

La OTM necesita estar aprobada por el encargado, supervisor y coordinador para ser imprimible, tiene varias opciones de impresión, además permite agregar comentarios generales con adjuntos del cualquier tipo de formato.

**8.2.7 Documentos.** Muestra el listado de documentos generado, y permita encontrar fácilmente por fecha, equipo, especialidad, tipo de mantenimiento o autor.

- Imprimir Rango. Imprimir fácilmente en varios modos los reportes seleccionado o por rango de fecha. También puede seleccionar una agrupación y generar un reporte agrupado de actividades.
- PDT/APL. Seleccione la agrupación deseada y posteriormente las OTM a las cuales quiera insertar PDT y/o APL, SAIM® mostrará que PDT y/o APL se insertará a cada OTM antes de realizarlo.

**8.2.8 Hoja de vida de equipos HVE.** El sistema de información reemplaza las fichas técnicas por las por las hojas de vida de los activos, en donde se puede especificar la características y observaciones de cada activo.

**8.2.8.1 Lista de HVE.** Este formulario muestra la lista de equipos donde se puede editar rápidamente aspectos como:

- Ubicación
- Departamento
- Familia

- Sistema
- Grupo de análisis
- Grupo PDT
- Requiere verificación

Figura 37. Formulario de las Hojas de Vida de los Activos

**HVE** Hoja de vida de equipo

**DATOS DE IDENTIFICACIÓN** (Campos obligatorios)

Nombre corto (TAG): 025AL1883  
 + Nombre completo: INTERLAGOS AGUAS LLUVIAS 1 BOMBA 3

Usuario: UR EDIF INTERLAGOS CONDOMIN...  
 Fecha creación: 06/07/2015 8:59:44 a. m.

Marca: NACIONAL  
 Modelo: STR-900  
 Serie: 123444-XCV  
 + Area/Ubicación: SOTANO 3

Autor: AUXILIAR 1  
 Departamento: SERVICIO TÉCNICO  
 Agrupación: 025AL1  
 Especialidad: UNICA  
 Sistema: SISTEMA DE BOMBEO AGUAS LLL  
 Familia: BOMBAS  
 Grupo de análisis: EQUIPOS CRÍTICOS  
 Grupo PDT: SISTEMA DE BOMBEO DE AGUAS  
 + Uso/Servicio: BOMBEO AGUA LLUVIA

**DATOS TÉCNICOS**

Cédula/Barcode: 0000034  
 Motor: SIEMENES  
 Potencia/Capacidad: 10 HP  
 Alimentación: 220 V  
 Fases: 1  
 Velocidad/RPM: 1200 RPM  
 Peso: 30 KG  
 AltoxAnchoxProfun: 30X30X20

**DATOS DE ORIGEN Y OUTSOURCING**

Proveedor:   
 País de origen: ALEMANIA  
 + Fecha de compra: 10-may.-13

**OTROS**

Equipo activo  Req. calibración   
 Equipo patron  Rver (Verificación)   
 Rver: Indica si requiere verificación rutinaria (muestras de aceite, inspecciones visuales etc.)

**CAMPOS ADICIONALES**

Campo	Valor
CAUDAL	3 GPM
ALTURA	30 MT
PRESIÓN	1200 PSI
*	

Registro: 4 de 4 Sin filtro Buscar

**OBSERVACIONES Y ADJUNTOS**

+ Observaciones

ADJUNTO: PLANOS DE FABRICANTE	at1
*	

Registro: 2 de 2 Sin filtro Buscar

Fuente: Sistema SAIM, COLLISION S.C.S

El usuario puede expandir cada equipo para ver en detalle al dar click en la primera columna “...”

- *Nuevo registro*: Crear un equipo.
- *RGA*: Reportes de grupos de análisis (indicadores de confiabilidad y disponibilidad).
- *PDT*: Crear y editar planes de trabajo.
- *CDA*: Cronograma de actividades de mantenimiento.

**8.2.8.2 Detalle de HVE.** En esta ventana se completa toda la información de cada equipo, además se pueden agregar campos adicionales y adjuntos.

**8.2.9 RGA.** Este módulo permite generar reportes de repuestos, horas hombre, confiabilidad y disponibilidad en un rango determinado de fechas y para un grupo específico de equipos. El usuario puede personalizar el reporte a generar, agregando autor, revisor y aprobador, así como observaciones agrupadas por familia, descripción del reporte, título y observaciones generales.

PDT. Se pueden crear infinidad de planes de trabajo para un grupo de equipos, cada PDT puede tener periodicidad, especialidad y APL diferente. Desde esta misma ventana se puede crear actividades en el cronograma rápidamente con un asistente muy práctico.

Cada PDT se compone de una serie de actividades creadas por el usuario con un tiempo y personal requerido, además de un orden específico.

**8.2.10 Cronograma de Actividades CDA.** El cronograma de actividades muestra por defecto el calendario del mes actual y permite explorar otros meses y otros años, permite identificar fácilmente todas las intervenciones de equipos pendientes o finalizados, además tiene 2 modos de vista, agrupado muestra el total de actividades por equipo y desagrupado muestra la especialidad de cada equipo.

### **8.3 PRUEBAS DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN**

Luego de suministrarle la información recolectada al sistema de sistema de información SAIM, se generan hojas de vida de los equipos ver figura 38 y 39, órdenes de trabajo, ver figura 40, cronograma de actividades ver figura 41.

Figura 38. Hoja de vida generada por el sistema de información SAIM, COLLISION S.C.S



## Informe de hoja de vida

Desde 01-oct-16

### KVEBGE2EB8

Hasta 23-oct-16

#### DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Nombre corto (TAG)	KVEBGE2EB8	Autor	COLLISION SCS
Nombre completo	BALANCEADORA DE RUEDAS KVBGB 2EB8	Departamento	MANTENIMIENTO
		Agrupación	BALANC. DE RUEDAS
Usuario	Sofasa S.A.	Especialidad	MECÁNICA
Fecha creación	28/09/2016 11:33:13 p. m.	Familia	BALANCEADORA
Marca	RANGER	Sistema	Ninguna
Modelo	DST- 2420	Grupo de análisis	EQUIPOS CRÍTICOS
Serie		Grupo PDT	BALANCEADORAS
+ Area/Ubicación	Medellín	Uso/Servicio	

#### DATOS TÉCNICOS

Cédula/Barcode	----
Motor	
Potencia/Capacidad	
Alimentación	
Velocidad/RPM	
Peso	
AltioxAnchoxProfun	

#### DATOS DE ORIGEN Y OUTSOURCING

Proveedor	0
Pais de origen	0
Fecha de compra	

#### OTROS

Req. calibració	<input type="checkbox"/>	Rver (Verificación)	<input type="checkbox"/>
Equipo patron	<input type="checkbox"/>	Activo	<input checked="" type="checkbox"/>

#### IMÁGENES



No se encontró la imagen

Fuente: Sistema SAIM, COLLISION S.C.S. Primera edición v2.0.3

Figura 39. Continuación de la hoja de vida generada por el sistema de información SAIM



# Informe de hoja de vida

## KVEBGE2B38

Desde 01-oct-16

Hasta 23-oct-16

### CAMPOS ADICIONALES

### ORDENES DE TRABAJO

### BITÁCORA DE ESTADO

Fecha	Def.	Tipo	Zona	Horas	Observaciones	Falla
15-oct-16	CORRE	CTR	SELEC	10	El final de carrera deja de funcionar	<input checked="" type="checkbox"/>
14-oct-16	CORRE	CTR	SELEC	10	limpieza general	<input checked="" type="checkbox"/>
10-oct-16	CORRE	MEC	GUA	24	cambio tuerca mariposa	<input checked="" type="checkbox"/>
Definición	Horas	Definición	Horas	Definición	Horas	
CORRE: MANTENIMIENTO CORRECTI	44					

Fuente: Sistema SAIM, COLLISION S.C.S. Primera edición v2.0.3

Figura 40. Orden de trabajo de COLLISION S.C.S para la empresa SOFASA S.A.

### ORDEN DE TRABAJO

**OT-1-16**    **Fecha inicio** 15-ago.-16    **Autor** JM    **Usuario** Sofasa S.A.    **Activo** KVEB297  
**Nombre** ELEVADOR CUATRO COLUMNAS KVEB297    **Ubicación** Medellín  
**Título** REVISIÓN SWICHT DE ARRANQUE

---

INFORMACIÓN BÁSICA		RESUMEN DE ACTIVIDADES		RESUMEN DE DURACIÓN	
Estado	FINALIZADA	ACTIVIDAD	TIEMPO (MM)	Fecha inicio	15-ago.-16
Especialidad	ELECTRÓNICO	Charla preoperacional	0	Hora inicio	15:00
Tipo de mantenimiento	CORRECTIVO	Permiso de trabajo	0	Fecha fin	15-ago.-16
Programado	No	Retiro de materiales	0	Hora fin	18:50
Avance de proyecto	100,00%	Transporte	0	<b>TIEMPO TOTAL DE EJECUCIÓN</b>	
COIAFE		Tiempo efectivo labor	170		
Condición		Cierre del permiso	0		
		Informe	0	2    HH    50    MM	

---

**DETALLE DE ACTIVIDADES**

R	ACTIVIDAD	MM	Ok
JM	Problemas con el swicht de arranque	120	<input checked="" type="checkbox"/>
JM	Revisión de conexiones eléctricas en general.	30	<input checked="" type="checkbox"/>
JM	Inspección de nivel y llenado de aceite hidráulico.	20	<input checked="" type="checkbox"/>
JM	Inspección del estado de las plataformas y ajuste del anclaje metálico.	0	<input type="checkbox"/>
JM	Tensionar guayas.	0	<input type="checkbox"/>
JM	Inspección y cambio de guayas de nivelación	0	<input type="checkbox"/>
JM	Revisión cilindros hidráulicos	0	<input type="checkbox"/>
JM	Prueba de cilindros neumáticos de trinquete	0	<input type="checkbox"/>
<b>TOTAL</b>		<b>170</b>	

---

**INSUMOS UTILIZADOS**

PERSONAL INVOLUCRADO		OBSERVACIONES
NOMBRE CORTO	CARGO	
GONZALEZ		

---

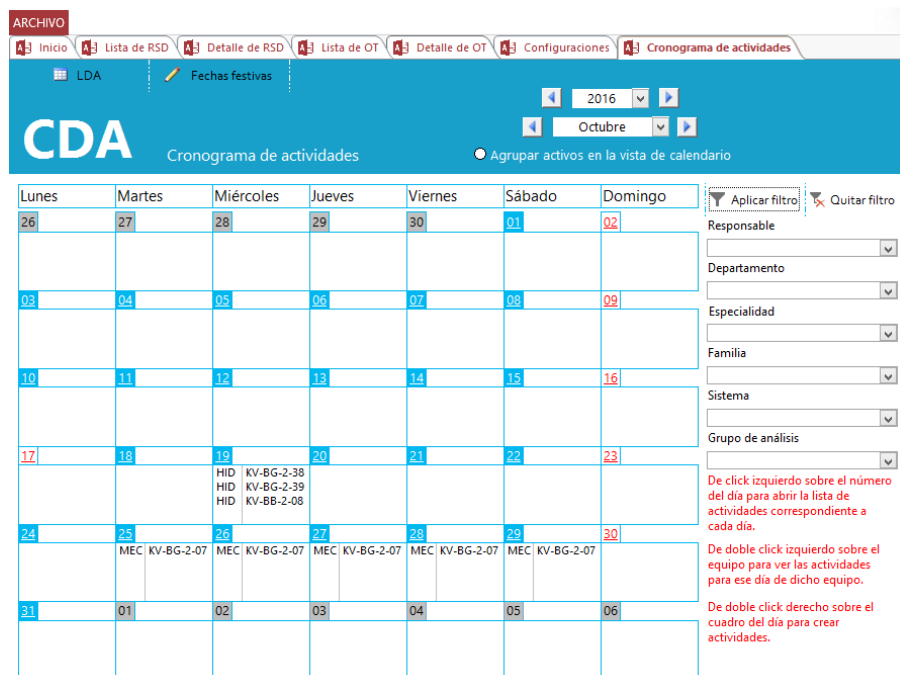
ENCARGADO  
COLLISION SCS

SUPERVISOR  
COLLISION SCS

COORDINADOR  
COLLISION SCS

Fuente: Sistema SAIM, COLLISION S.C.S. Primera edición v2.0.3

Figura 41. Cronograma de actividades de la empresa COLLISION S.C.S, generada por SAIM.



Fuente: Sistema SAIM, COLLISION S.C.S. Primera edición v2.0.3

El cronograma de actividades (figura 41) nos permite ver cuáles son los mantenimientos preventivos programados, en la figura 42 se puede apreciar la lista de actividades y con colores se muestra cuáles son las actividades más cercanas.

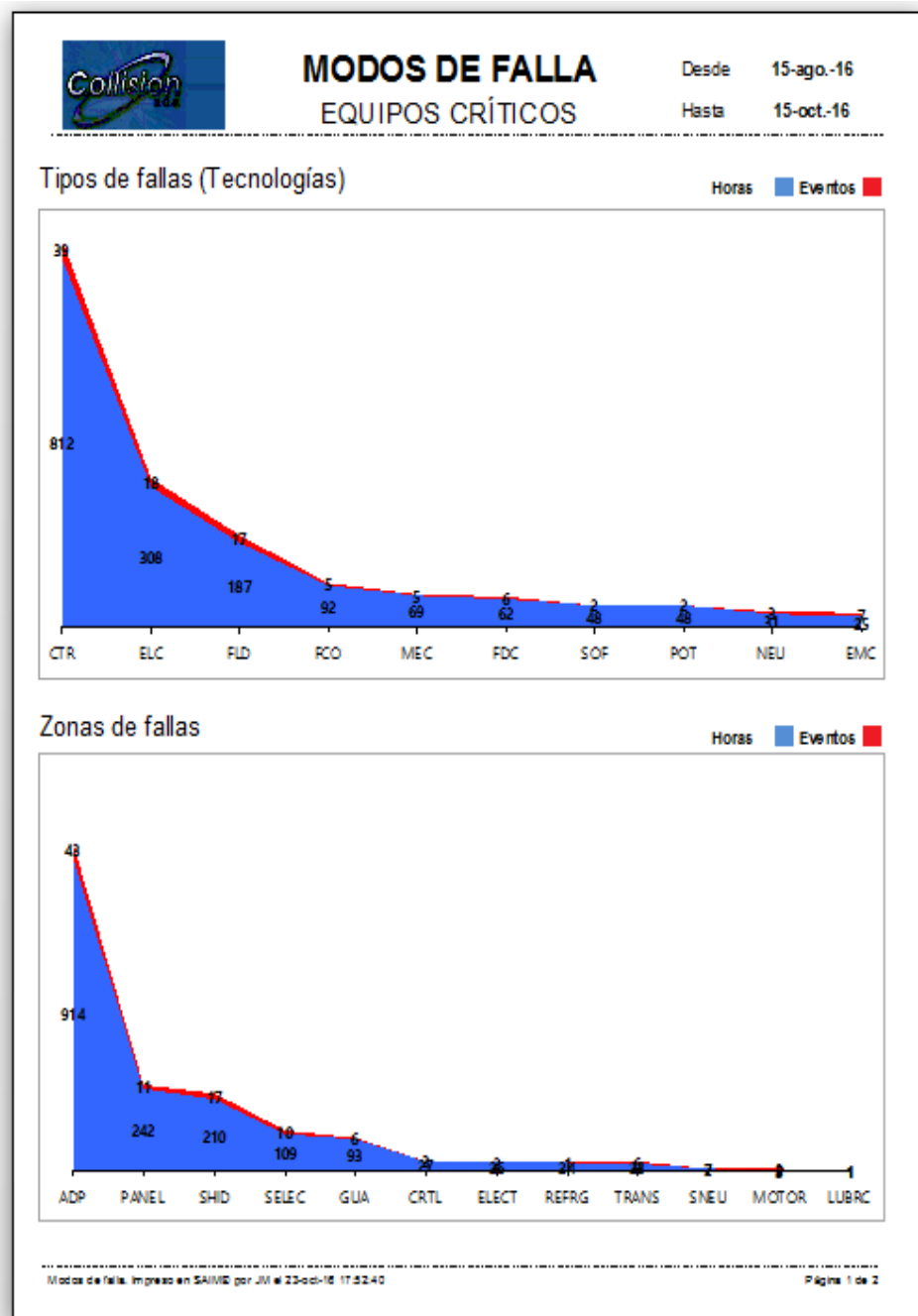
Figura 42. Lista de actividades del cronograma de la empresa COLLISION S.A.

Esp	Plan de trabajo	Título	Activo (TAG)	Nombre de equipo	Fecha estimada
HID	BALANCEADORAS	MITTO GENERAL MENSUAL	KV-BG-2-39	BALANCEADORA DE RUEE	18-nov.-16
HID	BALANCEADORAS	MITTO GENERAL MENSUAL	KV-BB-2-08	BALANCEADORA DE LLAN	18-nov.-16
MEC	BALANCEADORAS	MITTO GENERAL MENSUAL	KV-BG-2-07	BALANCEADORA DE RUEE	29-oct.-16
MEC	BALANCEADORAS	MITTO GENERAL MENSUAL	KV-BG-2-07	BALANCEADORA DE RUEE	28-oct.-16
MEC	BALANCEADORAS	MITTO GENERAL MENSUAL	KV-BG-2-07	BALANCEADORA DE RUEE	27-oct.-16
MEC	BALANCEADORAS	MITTO GENERAL MENSUAL	KV-BG-2-07	BALANCEADORA DE RUEE	26-oct.-16
MEC	BALANCEADORAS	MITTO GENERAL MENSUAL	KV-BG-2-07	BALANCEADORA DE RUEE	25-oct.-16
HID	BALANCEADORAS	MITTO GENERAL MENSUAL	KV-BG-2-38	BALANCEADORA DE RUEE	19-oct.-16
HID	BALANCEADORAS	MITTO GENERAL MENSUAL	KV-BG-2-39	BALANCEADORA DE RUEE	19-oct.-16
HID	BALANCEADORAS	MITTO GENERAL MENSUAL	KV-BB-2-08	BALANCEADORA DE LLAN	19-oct.-16

Fuente: Sistema SAIM, COLLISION S.C.S. Primera edición v2.0.3

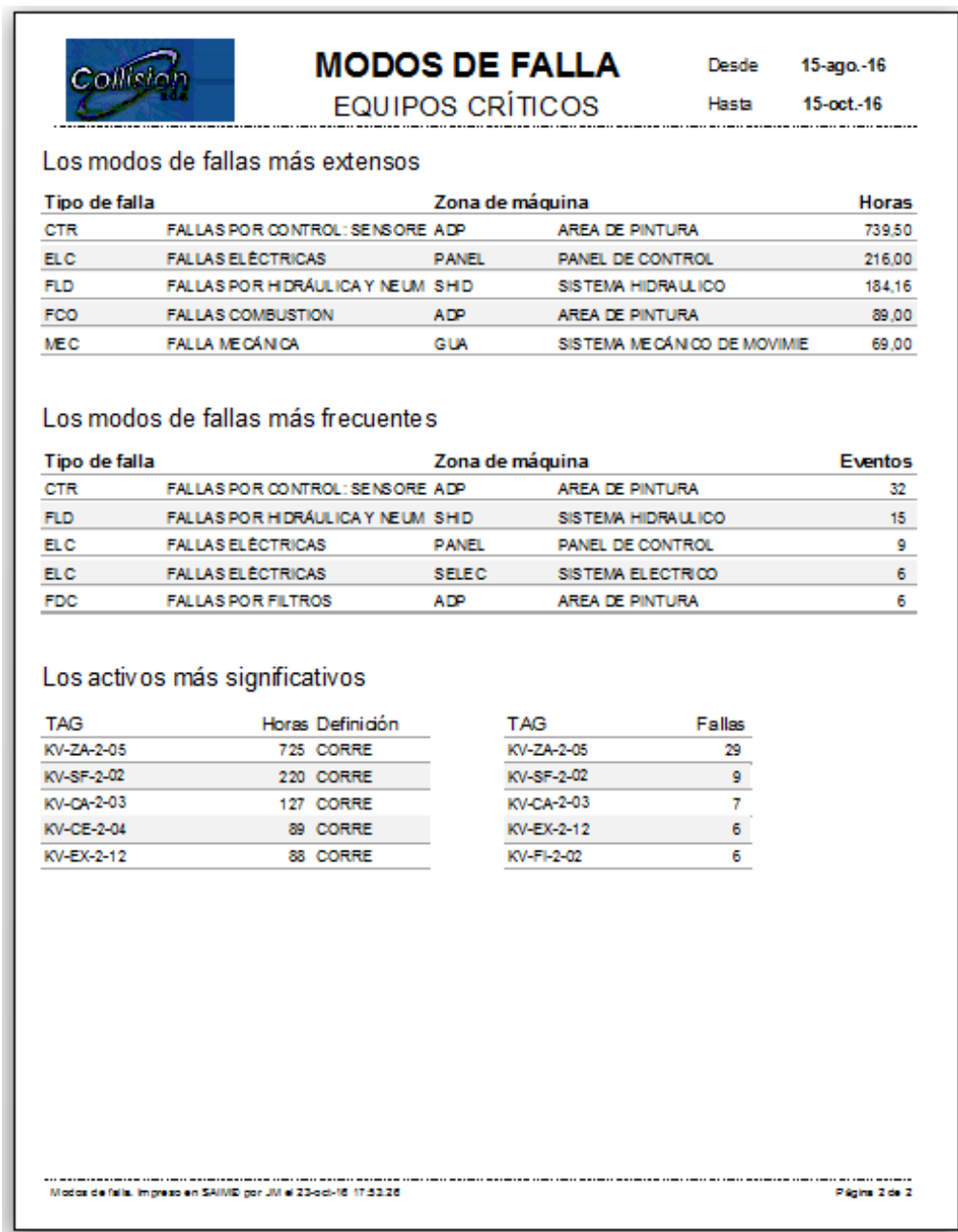
El sistema de información genera reportes de criticidad como el reporte de tipos de fallas y zonas de fallas (figura 43), en el momento de generar las ordenes de trabajo se clasifican por tipos de fallas y zonas de fallas, COLLISION S.C.S está interesada en conocer la forma en que más fallan las máquinas y que zonas de los equipos fallan.

Figura 43. Reporte de tipos de fallas y zonas de fallas.



Fuente: Sistema SAIM, COLLISION S.C.S. Primera edición v2.0.3

Figura 44. Continuación del reporte de tipos de fallas y zonas de fallas.



Fuente: Sistema SAIM, COLLISION S.C.S. Primera edición v2.0.3

En la figura 44 se muestra la continuación de del reporte de tipos y modos de falla, indicando los modos de falla mas extensos, los modos de fallas mas frecuentes y los activos más significativos. En la figura 45, 46 y 47 se muestra el informe de los indicadores de mantenimiento agrupadas en familia, en este caso



Figura 46. Continuación del informe de grupos de análisis, indicadores de mantenimiento

Collision		Informe de grupos de análisis		Desde: 16-ago.-16 Hasta: 16-oct.-16	
INDICADORES DE MANTENIMIENTO				RESUMEN DE INDICADORES DE MANTENIMIENTO PARA EQUIPOS CRITICOS DE SOFASA	
Grupo de análisis: EQUIPOS CRITICOS					
OTM-14-16	05-oct-16	MANTENIMIENTO ANUAL		2	1.700.000,00
				<b>Intervenciones</b>	<b>Peso</b>
<b>Totales por equipo</b>				1	24,50%
				<b>Dias FDS</b>	<b>Valor</b>
				2	1.700.000,00
<b>TAG</b>	<b>Equipo</b>	<b>Ubicación</b>			
KV-CA-2-03	CABINA DE PINTURA EUROPA P	Medellin			
<b>OTM</b>	<b>Fecha</b>	<b>Título</b>	<b>Dias FDS</b>	<b>Valor</b>	
OTM-7-16	23-ago.-16	REPARACIÓN TABLERO DE CONTROL	3	250.000,00	
OTM-9-16	25-ago.-16	MANTENIMIENTO SEMESTRAL	5	1.560.000,00	
OTM-5-16	19-ago.-16	MANTENIMIENTO QUEMADOR	4	1.560.000,00	
				<b>Intervenciones</b>	<b>Peso</b>
<b>Totales por equipo</b>				3	48,56%
				<b>Dias FDS</b>	<b>Valor</b>
				12	3.370.000,00
<b>TAG</b>	<b>Equipo</b>	<b>Ubicación</b>			
KV-DG-2-26	DESMONTADORA DE LLANTAS	Medellin			
<b>OTM</b>	<b>Fecha</b>	<b>Título</b>	<b>Dias FDS</b>	<b>Valor</b>	
OTM-6-16	23-ago.-16	CAMBIO MORDAZAS	1	0,00	
				<b>Intervenciones</b>	<b>Peso</b>
<b>Totales por equipo</b>				1	0,00%
				<b>Dias FDS</b>	<b>Valor</b>
				1	0,00
<b>TAG</b>	<b>Equipo</b>	<b>Ubicación</b>			
KV-EB-2-07	ELEVADOR CUATRO COLUMNA	Medellin			
<b>OTM</b>	<b>Fecha</b>	<b>Título</b>	<b>Dias FDS</b>	<b>Valor</b>	
OTM-13-16	31-ago.-16	MANTENIMIENTO SEMESTRAL	2	0,00	
				<b>Intervenciones</b>	<b>Peso</b>
<b>Totales por equipo</b>				1	0,00%
				<b>Dias FDS</b>	<b>Valor</b>
				2	0,00
<b>TAG</b>	<b>Equipo</b>	<b>Ubicación</b>			
KV-EP-2-07	ELEVADOR DE DOS COLUMNAS	Medellin			
<b>OTM</b>	<b>Fecha</b>	<b>Título</b>	<b>Dias FDS</b>	<b>Valor</b>	
OTM-8-16	25-ago.-16	CAMBIO MANGUERAS	3	70.000,00	
				<b>Intervenciones</b>	<b>Peso</b>
<b>Totales por equipo</b>				1	1,01%
				<b>Dias FDS</b>	<b>Valor</b>
				3	70.000,00

Informe de grupos de análisis: INDICADORES DE MANTENIMIENTO. Impreso en SAIM® por JM el 24-oct-16 11:47:57 Página 2 de 3

Fuente: Sistema SAIM, COLLISION S.C.S. Primera edición v2.0.3

Figura 47. Continuación del informe de grupos de análisis, indicadores de mantenimiento

TAG		Equipo		Ubicación	
KV-FI-2-02		ELEVADORES DE DOBLE TIER		Medellín	
DTM	Fecha	Título		Días FDS	Valor
OTM-12-16	31-ago.-16	FALLA BUJES		-29	1.800.000,00
				Intervenciones	Peso
Totales por equipo				1	25,94%
				Días FDS	Valor
				-29	1.800.000,00
TAG		Equipo		Ubicación	
KV-ZA-2-05		ZONA DE PREPARACION ABIER		Medellín	
DTM	Fecha	Título		Días FDS	Valor
OTM-11-16	31-ago.-16	FALLA CUENTAHORAS		2	0,00
				Intervenciones	Peso
Totales por equipo				1	0,00%
				Días FDS	Valor
				2	0,00

**Observaciones generales**

- OBSERVACIONES GENERALES

ELABORÓ  
COLLISION SCS

REVISÓ  
COLLISION SCS

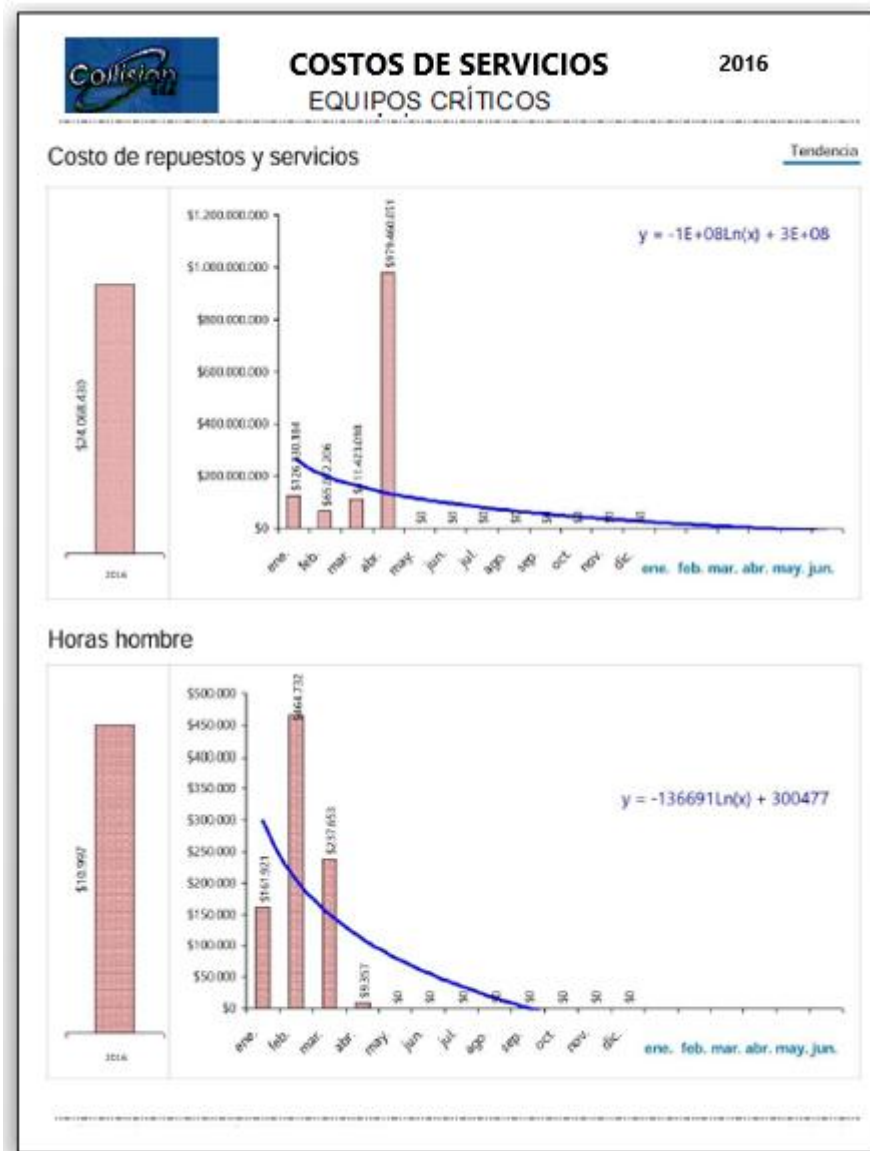
APROBÓ  
COLLISION SCS

Informe de grupos de análisis: INDICADORES DE MANTENIMIENTO. Impreso en SAIM por JM el 24-02-16 11:42:15 Página 3 de 3

Fuente: Sistema SAIM, COLLISION S.C.S. Primera edición v2.0.3

En la figura 48 se muestra un ejemplo de lo que sería un informe de costos de servicios, repuestos, horas hombres. Este informe se realiza anual, para observar en que mes del año la empresa invirtió más dinero en piezas y en personal. Por tal motivo, no se pudo generar un reporte real de la empresa, ya que la implementación se realiza desde hace dos meses.

Figura 48. Ejemplo del reporte de costos que se realizará a la empresa COLLISION S.C.S.



Fuente: Sistema SAIM, COLLISION S.C.S. Primera edición v2.0.3

## 9. CONTROL DE INVENTARIOS<sup>14</sup>

El control de inventarios se refiere a obtener un equilibrio entre dos objetivos opuestos: 1) minimizar el costo de mantener un inventario y 2) maximizar el servicio a los clientes. Los costos de inventario incluyen los costos de inversión, de almacenamiento y de las obsolescencias o daños posibles. COLLISION S.C.S trabaja minimizando costos, con los inventarios en cero. Sin embargo, es afecta el servicio a los clientes y en situaciones deciden hacer negocios en otra parte. Lo anterior representa un costo, denominado costo de faltantes. Una compañía prudente pretende minimizar el costo de faltantes y ofrecer un alto nivel de servicios al cliente.

### 9.1 TIPOS DE INVENTARIOS

Se encuentran diferentes tipos de inventarios en el mantenimiento. Las categorías de mayor interés en la planeación y control de la producción son las materias primas, los componentes comprados, el inventario en proceso (trabajo en proceso) y los productos terminados. Son apropiados diferentes procedimientos de control de inventarios, de acuerdo con el tipo que intentan administrar.

Existe una diferencia importante entre los artículos sujetos a una demanda independiente contra los que están sujetos a una demanda dependiente. La demanda independiente, el consumo del artículo no se relaciona con la demanda de otros artículos. Los productos finales y las piezas de repuesto experimentan demanda independiente.

La producción de los componentes que se usan en estos productos se determina directamente de las cantidades de productos que se van a fabricar.

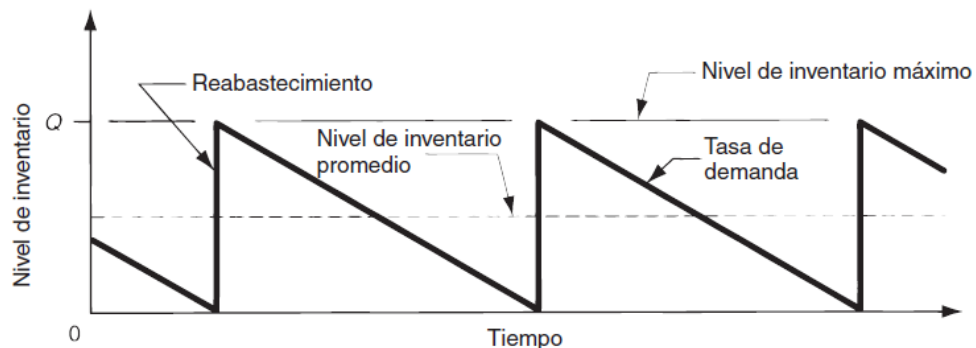
---

<sup>14</sup> GROOVER, Mikell P. FUNDAMENTOS DE MANUFACTURA MODERNA, 3ª ed. Bogotá: Mc Graw Hill. 2006. P 956-961.

**9.1.1 Sistema punto de orden aplicado a la empresa COLLISION S.C.S.** El sistema de punto de orden aplicado a COLLISION S.C.S enfrenta dos aspectos relacionados que se encuentran al controlar inventarios de artículos de demanda independiente: cuánto pedir y cuándo hacerlo. El primer aspecto, determinar cuántas unidades se deben pedir, se define frecuentemente mediante fórmulas económicas de cantidad de pedidos. El segundo aspecto, cuándo hacer un pedido, se realiza usando puntos de reorden.

Es posible derivar una ecuación de costo total para la suma del costo de mantenimiento de un inventario y el costo de preparación. El modelo de inventario parece los dientes de una sierra, lo cual representa el consumo gradual del producto hasta llegar a cero, seguido por un abastecimiento inmediato hasta un nivel máximo, este modelo se observa en la figura

Figura 49. Modelo del inventario durante un periodo en una situación típica de fabricar para almacenar



Fuente: GROOVER, Mikell P. Fundamentos de manufactura moderna. Tercera Edición. Bogotá: Mc Graw Hill. 2006. Pág. 958.

Con base en este comportamiento, el nivel de inventario promedio es la mitad del nivel máximo Q. La ecuación del costo total de inventario anual es:

$$TIC = \frac{C_h * Q}{2} + \frac{C_{su} * D_a}{Q}$$

Donde:

TIC =Costo total de inventario anual (costo por mantener un inventario más costo de pedido)

$Q$  = Cantidad pedida, piezas/pedido

$C_h$  = Costo de mantenimiento (costo por mantener el inventario)

$$C_h = h * C_p$$

$C_p$ : Costo por pieza

$h$ : Razón anual de costo de mantenimiento, la cual incluye carga de intereses y almacenamiento.

$C_{su}$  = Costo por preparar una orden o pedido

$$C_{su} = T_{su} * C_{dt}$$

$T_{su}$ : Tiempo de preparación o cambio de los lotes.

$C_{dt}$ : Razón de costo de tiempo muerto de las máquinas.

$D_a$  = Demanda anual del artículo

Si se calcula la derivada de la ecuación TIC incluyendo los costos internos que implica el pedido al proveedor, se obtiene la fórmula de la cantidad económica de pedido EOQ, que minimiza la suma de los costos por mantener un inventario y los costos de preparación.

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 * D_a * C_{su}}{C_h}}$$

En la tabla 15 se muestra el análisis EOQ realizado a la empresa COLLISION S.C.S en base a las ecuaciones planteadas anteriormente. El valor  $D_a$  se obtuvo con la multiplicación de número de activos vendidos y la frecuencia de falla al año.  $C_{su}$  se calculó teniendo en cuenta el uso del activo en la empresa que adquirió el activo y el costo que genera parar el activo en esta empresa; es necesario aclarar, que el valor varía con cada empresa que adquiere el activo, en este caso se realiza con el comportamiento de la empresa SOFASA S.A, la cual es el cliente que mayor cantidad de activos adquiridos en COLLISION S.C.S.  $C_h$  indica el costo que genera para COLLISION S.C.S mantener la pieza en stock, como las piezas o componentes no son de riesgo, no tienen fecha de vencimiento y la mayoría por su tamaño no son fáciles de hurtar, se le dará una razón de costo de tiempo muerto de 0,25.

Tabla 35. Calculo EOQ para el análisis de inventarios de la empresa COLLISION S.C.S

ANÁLISIS DE INVENTARIO									
CANTIDAD	MAQUINA	PIEZA CRITICA	Frecuencia de falla	Tiempo de reparación [días]	Costo de la pieza	$D_a$	$C_{ru}$	$C_r$	EOQ
120	ELEVADOR DOBLE COLUMNA	Cilíndricos hidráulicos.	3	8	800.000	360	1100000	200.000	63
		Bomba hidráulica.	3	10	1.400.000	360	1700000	350.000	59
		Fugas	3	5	600.000	360	750000	150.000	60
70	BALANCEADORA DE RUEDAS 2422	Tuerca mariposa	3	13	1.300.000	210	1800000	325.000	48
		Chumaceras eje principal	1	20	600.000	70	800000	150.000	27
		Tablero de control	1	10	800.000	70	900000	200.000	25
32	ELEVADOR DOBLE TIJERA S36	Cilíndros hidráulicos	2	8	800.000	64	1300000	200.000	29
		Solenoides	1	15	900.000	32	1500000	225.000	21
		Bomba hidráulica	1	10	1.400.000	32	1700000	350.000	18
34	ELEVADOR CUATRO COLUMNAS	Cilíndros hidráulicos	2	8	800.000	68	1300000	200.000	30
		Bomba hidráulica	1	10	1.400.000	34	1700000	350.000	18
24	CABINA HORNO DE PINTURA	Filtros de piso Paintstop	12	1	160.000	288	550000	40.000	89
		Filtros de de techo, pre-filtro laminar	2	2	1.400.000	48	2000000	350.000	23
		Filtros del grupo impulsor	6	1	120.000	144	500000	30.000	69
22	ELEVADOR DOBLE TIJERA S38	Cilíndros hidráulicos	2	8	800.000	44	1300000	200.000	24
		Solenoides	1	15	900.000	22	1500000	225.000	17
		Bomba hidráulica	1	10	1.400.000	22	1700000	350.000	15
11	CABINA DE PINTURA EUROPA PLUS	Filtros de piso Paintstop	12	1	160.000	132	550000	40.000	60
		Filtros de de techo, pre-filtro laminar	2	2	1.400.000	22	2000000	350.000	16
		Filtros del grupo impulsor	6	1	120.000	66	500000	30.000	47

## **9.2 PROVEEDORES**

Tener un control de inventarios en la empresa, suele ser bastante complicado, ya que el comportamiento del uso de los repuestos es variable, dependiendo de las horas de trabajo del activo en cada empresa cliente.

En el momento la empresa COLLISION S.C.S no cuenta con una bodega bien equipada para satisfacer los requerimientos de cumplir con un mantenimiento preventivo post venta, por tal razón se hizo una recolecta de información de los principales proveedores de la empresa, y el tiempo que tarda la importación de las piezas, parte de esta información se encuentra en la tabla 16 y la información completa en el anexo H.

Tabla 36. Información de equipos, proveedores y tiempo de importación.

MAQUINA	PROVEEDOR	PAIS	CIUDAD	TIEMPO DE IMPORTACIÓN [días]
BALANCEADORA DE LLANTAS - GEODYNA 2300	Bend Pak	Estados Unidos	Santa Paula	8
BALANCEADORA DE LLANTAS - GEODYNA 800	Bend Pak	Estados Unidos	Santa Paula	8
BALANCEADORA DE LLANTAS - GEODYNA 980	Bend Pak	Estados Unidos	Santa Paula	8
BALANCEADORA DE LLANTAS DTS-1200	Bend Pak	Estados Unidos	Santa Paula	8
BALANCEADORA DE LLANTAS GEODYNA 3900	Bend Pak	Estados Unidos	Santa Paula	8
BALANCEADORA DE LLANTAS HOFMANN	Bend Pak	Estados Unidos	Santa Paula	8
BALANCEADORA DE RUEDAS 2420	Bend Pak	Estados Unidos	Santa Paula	8
BANCO DE ENDEREZADO 5.0 M	CAR-O-LINER	Suecia	Granlidsvägen 4 S-73632 Kungsör	20
BANCO DE ENDEREZADO MARK 6	CAR-O-LINER	Suecia	Granlidsvägen 4 S-73632 Kungsör	30
BANCO DE ENDEREZADO SPEED	CAR-O-LINER	Suecia	Granlidsvägen 4 S-73632 Kungsör	20
BALANCEADORA DE RUEDAS MODELO GEODYNA 7100	Bend Pak	Estados Unidos	Santa Paula	8
BALANCEADORA PARA LLANTAS DE CAMIONES	Bend Pak	Estados Unidos	Santa Paula	8
BOX DE PINTURA 3 X 2 X 2.47	Lagos	España	La Coruña	15
BOX DE PINTURA ADOSADO 330X200X247	Lagos	España	La Coruña	15
CABINA DE PINTURA	Lagos	España	La Coruña	15
CABINA DE PINTURA EUROPA PLUS 7.34 EP	Lagos	España	La Coruña	15
CABINA DE PINTURA GAMA MEDIA MOD. EUROPA PLUS	Lagos	España	La Coruña	15
CABINA HORNO DE PINTURA - ET 6.44	Lagos	España	La Coruña	15
CABINA HORNO DE PINTURA - ET 7.34	Lagos	España	La Coruña	15
CABINA HORNO DE PINTURA 10.56	Lagos	España	La Coruña	15
CABINA HORNO DE PINTURA- EP 6.44- 7.5 CV	Lagos	España	La Coruña	15
CABINA HORNO DE PINTURA EP 7.34	Lagos	España	La Coruña	15
CABINA INYECCION AIRE MASTIC	Lagos	España	La Coruña	15
CABINA P/RETOQUES PIEZAS PLASTICAS	Lagos	España	La Coruña	15
CENTRAL DE ASPIRACION	Lagos	España	La Coruña	15
COMPRESOR 1.5 HP	NACIONAL	Colombia	Bogotá	

## 10. CONCLUSIONES

- Se implementó un sistema de mantenimiento preventivo a la maquinaria vendida por COLLISION S.C.S, luego de realizar el estudio y el proceso de análisis de la información de la empresa, y conocer que brinda a sus clientes un servicio de mantenimiento únicamente correctivo, generando inconformismos debido a los gastos que representa la parada de las máquinas para estas empresas clientes.
- Se pudo recopilar información referente a las máquinas y sus respectivas partes o despieces, indagando en cada uno de los manuales de usuario; los cuales fueron proporcionados directamente por los fabricantes. Al momento de recopilar la información de la cantidad de maquinaria vendida por COLLISION S.C.S, se evidencia la necesidad de una base de datos con ayuda de una herramienta computacional, que facilite la gestión de la información de las ventas, clientes, órdenes de trabajo, hojas de vida, etc.
- Teniendo en cuenta la información manejada por logística de COLLISION S.C.S referente a las actas de entrega de equipos a partir del año 2012, se observó que la empresa a la cual se han suministrado mayor cantidad de activos es SOFASA S.A. con más de 400; por esta razón se utilizó su información, permitiéndonos ver un comportamiento general del funcionamiento de los equipos ofrecidos por COLLISION S.C.S.
- En el análisis de criticidad por componentes realizado a las máquinas obtenidas en el análisis de Pareto, se evidenciaron los repuestos con mayor valor de criticidad; esto se realizó con el fin de identificar las piezas o componentes que COLLISION S.C.S necesita incluir en stock y a su vez agregarlas al sistema de información para asegurar su disponibilidad durante la creación las órdenes de trabajo.
- Se creó una codificación para los equipos que se venden en COLLISION S.C.S y para los componentes, siguiendo los lineamientos de cliente, equipo, punto de servicio, conjunto de partes y número de pieza, es indispensable para

la gestión y control de mantenimiento de cada máquina, tal como fue propuesto al inicio.

- Se implementó el sistema de información SAIM a los procedimientos que conforman los procesos de mejora en el departamento de mantenimiento y servicio técnico de la empresa COLLISION S.C.S optimizando y mejorando el servicio de mantenimiento ofrecido a sus clientes.

## 11. RECOMENDACIONES

- El sistema de mantenimiento preventivo realizado en la empresa COLLISION S.C.S. se limitó a uno de sus clientes la empresa SOFASA S.A, la cual nos permitía observar un comportamiento general de las ventas de COLLISION S.C.S debido a la gran cantidad maquinaria adquirida, creando una codificación a la maquinaria y el despiece de las maquinas más vendidas. Se recomienda implementar esta codificación a todos sus clientes (más de 300) y el despiece a todos los equipos que ofrecen (más de 400).
- Se recomienda hacer el estudio de criticidad a toda la maquinaria ofrecida por COLLISION S.C.S para identificar los componentes críticos, mejorar el stock de la empresa y observar la información en las órdenes de trabajo generadas por el sistema de información.
- De igual forma la información analizada en el sistema de información SAIM es la perteneciente a la empresa SOFASA S.A. Se recomienda hacer la implementación del sistema para todas las empresas clientes.

## BIBLIOGRAFIA

AITECO CONSULTORES. Diagrama de Pareto- Herramientas de la Calidad. [Consulta: agosto 11 de 2016]. Disponible en: <http://www.aiteco.com/diagrama-de-pareto/>.

BENDPAK PROVIDING AUTOMOTIVCE SERVICE SOLUTIONS. Manual de operación e instalación elevador doble columnas MODELS XPR-9. [Consulta: 01 septiembre de 2016]. Disponible en: [www.bendpak.com](http://www.bendpak.com).

BENDPAK PROVIDING AUTOMOTIVCE SERVICE SOLUTIONS. Manual de operación e instalación elevador cuatro columnas MODELS: HDS-14LSX, HDS-14LSXE. [Consulta: 01 septiembre de 2016]. Disponible en: [www.bendpak.com](http://www.bendpak.com).

BORRAS. Carlos. Ingeniería de Mantenimiento. Material Docente. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2013. 7-14 p.

BORRAS, Carlos. Ingeniería de Mantenimiento. Taxonomía de equipos ISO14224. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2015.

CARDENAS PARRA, Roberto. Proceso de Codificación de Equipos y Aplicación del Sistema SAP en la Gestión del Mantenimiento en Ampliación de la Planta Arauco Re manufactura Tres Pinos. Pág 87-90. [Consulta: 03 agosto de 2016]. Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2006/bmfcic355p/doc/bmfcic355p.pdf>

BOTERO, Camilo. Manual de Mantenimiento. Bogotá: Servicio Nacional de Aprendizaje, 1991.3-60 p.

GARCÍA GARRIDO, Santiago. Ingeniería de Mantenimiento. Manual práctico para la gestión eficaz del mantenimiento. [Consultado en agosto 21 de 2016]. Disponible en: <http://www.renovetec.com/ingenieria-del-mantenimiento.pdf>.

GROOVER, Mikell P. FUNDAMENTOS DE MANUFACTURA MODERNA, 3ª ed. Bogotá: Mc Graw Hill. 2006. 956-961 p.

LAGOS EXPERIENCE & SOLUTIONS. Manual de funcionamiento cabina de pintura industrial. [Consulta: 02 septiembre de 2016]. Disponible en: [www.cabinaslagos.com](http://www.cabinaslagos.com).

MARUZZI, Darío y CHRISTENSEN, Claudio Hector. Consideraciones sobre CMMS. [Consulta; 14 julio 14 de 2016] Disponible en: <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mmnew/bib/articulos/2consideraciones.asp>. [Consultado en julio 14 de 2016]

PERTUS COMAS, Alberto. INTEGRIDAD Y CONFIABILIDAD OPERACIONAL DE EQUIPOS Taller de análisis de criticidad. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2015.

RANGER PRODUCTS. Manual de operación e instalación balanceadora DST 2420. [Consulta: 01 septiembre de 2016]. Disponible en: [www.rangerproducts.com](http://www.rangerproducts.com).

RANGER PRODUCTS. Manual de operación e instalación desmontadora MODELS:R980XR/XRF, R980NXT/NXTF, R980AT/ATF. [Consulta: 03 septiembre de 2016]. Disponible en: [www.bendpak.com](http://www.bendpak.com).

SERRANO, Lucas Felipe. Manual de usuario SAIM, 1ra Ed. Bucaramanga, marzo de 2015.

TERAN QUINTANA, Sergio Hernando y RUSSI LAITON, Edwin Jhoan. Diseño, implementación y sistematización de un sistema de mantenimiento preventivo basado en análisis de criticidad (CA) y análisis de modos de falla y efecto y su criticidad (FMECA) para la empresa metalmecánica industrias Teherán. Trabajo de grado ingeniero mecánico. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Faculta de físico-mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica, 2016

WERTHER INTERNATIONAL. Manual de operación del elevador doble tijera stratos S36. [En línea] Disponible en: [www.wertherint.com](http://www.wertherint.com). [Consultado en septiembre 2 de 2016]

WERTHER INTERNATIONAL. Manual de operación del elevador doble tijera stratos S39. [Consulta: 02 septiembre de 2016]  
Disponible en: [www.wertherint.com](http://www.wertherint.com).

VILLAR CASTILLO, Freddy. Análisis de Pareto. [Consulta: 11 agosto de 2016].  
Disponible en: <http://de.slideshare.net/freddy1953/5-analisis-de-pareto>