

DISEÑO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA ECCOSIS
INGENIERÍA S.A.S MEDIANTE CMMS EN LA NUBE

YEISSON ARMANDO GIL MEJIA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
YOPAL
2023

DISEÑO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA ECCOSIS
INGENIERÍA S.A.S MEDIANTE CMMS EN LA NUBE

YEISSON ARMANDO GIL MEJIA

MONOGRAFIA PARA OPTAR EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN GERENCIA DE
MANTENIMIENTO

DIRECTOR
DANIEL ORTIZ PLATA
MAGISTER GERENCIA DE MANTENIMEINTO
INGENIERO MECÁNICO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAÑICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

YOPAL

2023

AGRADECIMIENTOS

A la empresa Eccosis ingeniería SAS, por creer y apoyar en la mejora continua mediante la obtención de software CMMS de la empresa APPING Lab, de brindarme la oportunidad de llevar el control del mantenimiento y activos para el fortalecimiento de esta área.

Al cuerpo docente de la Universidad Industrial de Santander por el conocimiento impartido y la excelente logística del área administrativa durante el desarrollo de los encuentros pedagógicos

DEDICATORIA

A mi familia, especialmente a mi madre quien me apoya incondicionalmente con su sabiduría y amor durante el transcurso de la especialización, a mi padre Q.E.P.D por todos los pilares y sabiduría que creo en mí y finalmente a mis hermanos por su constante acompañamiento siempre en pro de mis metas.

A mi director Daniel Ortiz Plata por su dedicación, apoyo y enriquecimiento durante el desarrollo de este libro y al ingeniero Mauricio Aguilar León por su aporte y colaboración para lograr y fortalecer los objetivos propuestos.

CONTENIDO

INTRODUCCION	15
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA	16
1.1 HISTORIA	16
1.2 UBICACIÓN GEOGRAFICA	16
1.3 VISION	17
1.4 MISION	17
2. OBJETIVOS	18
2.1 GENERAL	18
2.2 ESPECIFICOS	18
2.3 ALCANCE	18
3. MARCO TEÓRICO.....	19
3.1. Área de mantenimiento en la industria	19
3.2. Estrategia de mantenimiento	19
3.3. Taxonomía.....	20
3.4. Gestión de activos ISO 55001.	20
3.5. Trazabilidad de la información	20
3.6. Criticidad.....	21
3.7. CMMS.....	22
3.8. Orden de trabajo.....	22
3.9. Frecuencia de falla	23
3.10. Inspección de equipos de protección contra caídas.	24
3.11. Diagramas de Pareto.....	25

4.	ACTUALIDAD Y PROYECCIÓN DEL ÁREA	28
5.	METODOLOGÍA	32
5.1	SELECCIÓN DE CMMS.....	32
5.2	TAXONOMÍA.....	34
5.3	ANÁLISIS DE CRITICIDAD.....	36
5.3.1	<i>Reporte de falla funcional</i>	40
5.4	DIAGRAMA FUNCIONAL DE MANTENIMIENTO	42
5.4.1	<i>Diagrama organizacional del área</i>	42
5.4.2	<i>Formato de reporte</i>	43
5.4.3	<i>Roles y responsabilidades por actividad</i>	44
5.5	IMPLEMENTACIÓN EN EL CMMS.....	46
5.5.1	<i>Creación de activos</i>	46
5.5.2	<i>Planes de trabajo</i>	49
5.5.3	<i>Planeación</i>	52
5.5.4	<i>Ordenes de trabajo</i>	54
5.5.5	<i>Solicitudes de trabajo</i>	60
5.5.6	<i>Indicadores</i>	66
5.5.6.1	Cumplimiento.....	66
5.5.6.2	Tipo de orden.....	67
5.5.6.3	Tiempos de ejecución.....	68
6.	ELABORACIÓN DE FRECUENCIA DE FALLAS A EQUIPO CRITICO	69
6.1	Evaluación de averías	70
6.2	Matriz modo fallo componente.....	71
7.	PROYECCIÓN	73
8.	CONCLUSIONES.....	74
9.	RECOMENDACIONES	75
	APENDICES	76

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Planeador en Excel.	28
Tabla 2. Inventario Pista Fija.....	29
Tabla 3. Indicadores.....	30
Tabla 4. Análisis de indicadores.....	30
Tabla 5. Requisitos para CMMS.	32
Tabla 6. Comparativo para selección.....	33
Tabla 7. Cantidad de activos.....	36
Tabla 8. Criticidad de equipos.....	38
Tabla 9. Matriz de criticidad.	39
Tabla 10. Cantidad de equipos críticos.	39
Tabla 11. Formato de reporte.....	43
Tabla 12. Comparativo CMMS y MMMS.....	68
Tabla 13. Pareto de tiempos de ejecución	68
Tabla 14. Matriz de frecuencia de fallas.....	71

LISTA DE ILUSTRACIONES

Figura 1. Eccosis ingeniería.....	16
Figura 2. Porcentual de Pareto (Hugo Gonzalez, 2012).	26
Figura 3. Diagrama funcional de Pareto (Suarez JD, 2018).....	27
Figura 4. Creación de área.....	31
Figura 5. Mapa de taxonomía.	34
Figura 6. Taxonomía en activos.....	35
Figura 7. Pareto de criticidad de equipos.....	40
Figura 8. Plan de acción.	41
Figura 9. Diagrama funcional.....	42
Figura 10. Roles por actividad.....	45
Figura 11. Menú principal CMMS.....	46
Figura 12. Pestaña de nuevo activo.....	47
Figura 13. Información de activo.....	47
Figura 14. Hoja de vida en PDF.....	48
Figura 15. Menú principal CMMS.....	49
Figura 16. Nuevo grupo de trabajo.....	49
Figura 17. Editar grupo de trabajo.....	50
Figura 18. Editar plan de trabajo.....	51
Figura 19. Menú principal CMMS.....	52
Figura 20. Editar planeación.	53
Figura 21. Calendario de programación.....	54

Figura 22. Órdenes y solicitudes.....	54
Figura 23. Ordenes pendientes.....	55
Figura 24. Orden especifica.	55
Figura 25. Actividades OT.....	56
Figura 26. Personal OT.....	57
Figura 27. Repuestos OT.....	57
Figura 28. Aprobación OT.....	58
Figura 29. Finalización OT.	58
Figura 30. PDF orden de trabajo.....	59
Figura 31. Solicitudes de trabajo.....	60
Figura 32. Pestaña de nueva solicitud I.	61
Figura 33. Metodología 5W+1H.	61
figura 34. Pestaña de nueva solicitud II.	62
Figura 35. Estado de orden abierta.....	62
Figura 36. Notificación vía correo.....	63
Figura 37. Pestaña de aprobación solicitud.	63
Figura 38. Creación de OT.....	64
Figura 39. Orden de trabajo pendiente.	64
Figura 40. Notificación de aprobación.....	65
Figura 41. Cumplimiento cronograma.	66
Figura 42. Tipo de Orden de trabajo.	67
figura 43. Detección de fallas banco de pruebas.	69
Figura 44. Clasificación de averías.	70

LISTA DE APENDICES

Apéndice A. Vista de árbol de apping.	76
Apéndice B. Vista desde dispositivo móvil.	77
Apéndice C. Formato hoja de vida.	78
Apéndice D. Inspección periódica de equipos para TSA.	79
Apéndice E. Trazabilidad hoja de vida CMMS.	80
Apéndice F. Observaciones OT.	81
Apéndice G. Aprobación y certificado.	82
Apéndice H. Criticidad de camioneta OP-HA-VE02.	83

Glosario

CMMS (Computerized Maintenance Management System): Sistema de Gestión de Mantenimiento Computarizado. Es un software utilizado para gestionar y controlar las actividades de mantenimiento en una organización, incluyendo el seguimiento de los órdenes de trabajo, programación de mantenimiento, gestión de inventario, entre otros.

MMMS (Manual Maintenance Management System): Hace referencia a la ejecución de actividades de mantenimiento, generación, seguimiento y finalización de ordenes de trabajo de forma manual.

Taxonomía: Es un sistema de clasificación jerárquica utilizado para organizar y categorizar elementos o conceptos de acuerdo con sus características y relaciones. En el contexto industrial, la taxonomía puede aplicarse para clasificar equipos, componentes o problemas de mantenimiento, lo que facilita la identificación y búsqueda de información relevante.

Orden de trabajo: Es un documento o solicitud formal que describe una tarea o trabajo específico a realizar por parte del personal de mantenimiento. Contiene detalles como la descripción del trabajo, los recursos requeridos, el tiempo estimado, la prioridad y cualquier instrucción o especificación adicional.

Mantenimiento preventivo: Es un enfoque de mantenimiento planificado que implica la realización de actividades periódicas de inspección, limpieza, ajuste y reemplazo de componentes con el objetivo de prevenir fallas y prolongar la vida útil de los equipos. Estas actividades se llevan a cabo de manera programada antes de que ocurran problemas o fallas.

Mantenimiento correctivo: Es el tipo de mantenimiento que se realiza para corregir una falla o problema existente en un equipo. Implica acciones reactivas y se lleva a cabo después de que se ha producido una avería o un tiempo de inactividad no planificado. El mantenimiento correctivo busca restaurar el equipo a su estado de funcionamiento normal.

Proceso: Es una secuencia de actividades o pasos que se llevan a cabo de manera sistemática para lograr un objetivo específico. En el contexto industrial, se refiere a los

procedimientos y métodos establecidos para realizar tareas de producción, mantenimiento u otras operaciones, con el fin de garantizar la eficiencia y la calidad en la ejecución.

Confiabilidad: Es la capacidad de un equipo o sistema para funcionar sin fallas durante un período de tiempo específico bajo condiciones operativas determinadas. La confiabilidad está relacionada con la probabilidad de que un equipo cumpla con su función prevista sin interrupciones inesperadas.

Disponibilidad: Es la medida en que un equipo o sistema está listo y disponible para su uso cuando se requiere. La disponibilidad se refiere a la capacidad de un equipo para estar en condiciones operativas y funcionar correctamente cuando se necesita, evitando tiempos de inactividad no planificados.

Metodología 5W+1H: Es una técnica utilizada para recopilar información y analizar situaciones o problemas. Los 5W representan las preguntas: qué (what), quién (who), cuándo (when), dónde (where) y por qué (why), mientras que la H representa la pregunta cómo (how). Esta metodología se utiliza para obtener una comprensión completa de un problema, identificar las causas subyacentes y tomar decisiones informadas sobre cómo abordarlo.

RESUMEN

TITULO: DISEÑO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA ECCOSIS INGENIERÍA S.A.S MEDIANTE CMMS EN LA NUBE

AUTOR: YEISSON ARMANDO GIL MEJÍA

PALABRAS CLAVE: CMMS, Taxonomía, Orden de Trabajo, mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo, Proceso, Confiabilidad, disponibilidad.

DESCRIPCION:

Eccosis ingeniería SAS BIC es una empresa creada en el 2006, se encuentra ubicada en Yopal, Casanare – Colombia. Dedicada a brindar soluciones innovadoras e interdisciplinarias a distintos sectores económicos, además de brindar soluciones de ingeniería como la fabricación de líneas de vida y diseño de elementos de la industria metal-mecánica. Que ha venido creciendo gracias a su excelencia en el servicio, atención y respuesta oportuna al cliente.

Para el área de mantenimiento se ha vuelto un reto llevar un control óptimo de dichos activos debido a la organización y soporte que se les brinda a estos, puesto que se realiza manualmente en la herramienta “Excel”, dichas actividades tienen tiempos establecidos según normatividad y/o fecha de fabricante para el mantenimiento de estos, y se clasifican por áreas, que redireccionan a archivos que se deben estar inspeccionando periódicamente, para no perder el control de actividades.

Por consiguiente, la presente monografía se centra en el modelo seleccionado y la metodología de un sistema de administración de mantenimiento computarizado “CMMS” que ayude en la gestión del mantenimiento y optimice los procesos, buscando efectividad no solo al área sino a la operación y el crecimiento de la compañía.

* Diseño de gestión de mantenimiento en la empresa Eccosis ingeniería s.a.s. mediante CMMS en la nube

** Facultad de Ingenierías físico-mecánicas. Escuela de ingeniería mecánica. Especialización gerencia en mantenimiento.

Director: Daniel Ortiz Plata. Magister gerencia de mantenimiento.

SUMMARY

TITLE: DESIGN OF MAINTENANCE MANAGEMENT IN THE COMPANY ECCOSIS INGENIERÍA S.A.S THROUGH CMMS IN THE CLOUD.

AUTHOR: YEISSON ARMANDO GIL MEJÍA

KEYWORDS: CMMS, Taxonomy, work order, preventive maintenance, corrective maintenance, process, reliability, availability.

DESCRIPTION:

“Eccosis Ingeniería SAS BIC” is a company founded in 2006, located in Yopal, Casanare – Colombia. The company is dedicated to providing innovative and interdisciplinary solutions to different economic sectors, additionally, it provides engineering solutions such as the manufacture of lifelines systems and design of components for metal-mechanics industry. The company has been growing due to its excellence in service, attention and timely response to the customers.

For the maintenance area, it has become a challenge to have optimal control of these assets due to the organization and support that is provided to them, since it is done manually in the "Excel" tool, these activities have established times according to regulations and / or manufacturer's date for their maintenance, and they are classified by areas, which redirect to files that must be inspected periodically, in order to not lose control of activities.

Therefore, this monograph focuses on the selected model and the methodology of a computerized maintenance management system "CMMS" that supports maintenance management and optimizes processes, seeking effectiveness not only in the area but also in the operation and company growth.

* Design of maintenance management in the company Eccosis ingeniería s.a.s through CMMS in the cloud.

** Faculty of Physical-Mechanical Engineering. School of mechanical engineering. Maintenance management specialization.

Director: Daniel Ortiz Plata. Master in maintenance management.

INTRODUCCION

La gestión de activos hoy en día es muy esencial para el mantenimiento de las empresas, debido a que brinda valores agregados a estas como la disponibilidad, reducción de costos, aumento de la producción, toma de decisiones basadas en hechos reales mediante indicadores y cumplimiento de tareas las cuales al ser ejecutadas en el menor tiempo posible hacen que se vea reflejado el control óptimamente.

Al realizarse manualmente consume mucho tiempo administrativo, que impide la realización e implementación de estrategias de mantenimiento, que ayuden a mejorar los indicadores mantenibles como la disponibilidad y confiabilidad de los equipos, haciendo que la gestión del mantenimiento se vea orientada a la falla o el correctivo o lo que se llama coloquialmente “vivir del día a día”, sin generar un valor agregado a la mantenibilidad.

Eccosis ingeniería es consciente de los beneficios que acarrea un buen plan de mantenimiento ejecutado, por lo que le apuesta a la tecnología y la implementación de un CMMS, el cual fortalece esta área y ayude con el cumplimiento de las normas técnicas. Además de robustecer el control e historial de cada uno de los activos, se quieren identificar las falencias que se presentan con el sistema actual en dichos procesos y corregirlas, buscando ser más competitivos en el mercado.

En esta monografía se presenta el modelo, la metodología de implementación del CMMS seleccionado y el paso de un sistema manual EXCEL a un sistema en la nube.

1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

1.1 HISTORIA

ECCOSIS INGENIERIA SAS empresa creada en el 2006, sus accionistas son los pertenecientes al núcleo familia Peña Martínez, y se encuentra ubicada en Yopal, Casanare - Colombia. La empresa Eccosis se ha caracterizado por ser una empresa cercana a sus comunidades, aportando crecimiento a sus trabajadores con capacitaciones para elevar la competencia técnica y humana, de esta forma contribuir al desarrollo del departamento y el país.

1.2 UBICACIÓN GEOGRAFICA

La planta principal conocida como base ECCOSIS, se encuentra ubicada en Yopal, Casanare – Colombia en la dirección Carrera 29 # 25 – 25. Su segunda planta “centro de entrenamiento” se encuentra en Tauramena, Casanare – Colombia en km 2.8 Vía Monterrey.

Figura 1. Eccosis ingeniería.



1.3 VISION

Se proyecta en Eccosis Ingeniería, para el año 2025 realizar nuestras actividades misionales en búsqueda de la excelencia, aplicando innovación en nuestros procesos y generando valor a las partes interesadas.(*ECCOSIS INGENIERÍA S.A.S, 2023*)

1.4 MISION

Somos una empresa interdisciplinaria que genera soluciones innovadoras al servicio del empresario colombiano, para la eficiencia operativa, la protección de la vida y el entorno socio ambiental.(*ECCOSIS INGENIERÍA S.A.S, 2023*)

2. OBJETIVOS

2.1 GENERAL

Desarrollar la gestión de mantenimiento en la empresa Eccosis ingeniería S.A.S. mediante CMMS en la nube.

2.2 ESPECIFICOS

- Evaluar e implementar el CMMS seleccionado para la gestión de mantenimiento con respecto a la ejecutada en MMMS.
- Identificar los equipos y/o activos y clasificarlos en operacionales o de infraestructura para crear un orden taxonómico.
- Establecer criticidades mediante características propias de los activos y de la operación de la empresa, para ejecutar las actividades según su prioridad.
- Implementar el plan de mantenimiento en el CMMS, llevando una trazabilidad de los activos, mediante la creación de hojas de vida, órdenes de trabajo y ejecución de las actividades.

2.3 ALCANCE

La presente monografía tiene como finalidad documentar el modelo que se va a implementar, haciendo la transición de un plan de mantenimiento ejecutado en la herramienta de office “Excel” con control manual, a un CMMS de forma automatizada para los activos de la empresa ECCOSIS ingeniería SAS. No se pretende mostrar el control total del software, dicha decisión será tomada por la empresa.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Área de mantenimiento en la industria

Cuando se usa en este contexto, el término "mantenimiento" se refiere a todas las acciones tomadas para garantizar que los componentes del sistema sean confiables, estén disponibles y sean capaces de funcionar a un nivel estándar de calidad. Comprende tareas vinculadas a la gestión de riesgos, la gestión de recursos humanos y el mantenimiento de un inventario de repuestos. En un sentido más amplio, se refiere a todas las decisiones que toma la empresa a todos los niveles sobre la compra y mantenimiento del alto nivel de disponibilidad y confiabilidad de sus activos (Al-Turki et al., 2014).

3.2. Estrategia de mantenimiento

La selección de una estrategia de mantenimiento exitosa requiere un buen conocimiento de los principios y prácticas de gestión del mantenimiento, así como un conocimiento del rendimiento específico de las instalaciones. No existe una fórmula correcta para la selección de la estrategia de mantenimiento y, en la mayoría de los casos, el proceso de selección implica una combinación de diferentes estrategias de mantenimiento para adaptarse al rendimiento y las condiciones específicas de la instalación (Deighton, 2016).

Hay una serie de estrategias de mantenimiento disponibles en la actualidad que se han probado a lo largo de los años. Estas estrategias van desde la optimización de las rutinas de mantenimiento existentes hasta la eliminación total de las causas raíz de las fallas, para minimizar los requisitos de mantenimiento. En última instancia, el enfoque debe estar en mejorar la confiabilidad del equipo mientras se reduce el costo de propiedad (Kelly, 2006).

Una estrategia de mantenimiento eficaz se preocupa por maximizar el tiempo de actividad del equipo y el rendimiento de las instalaciones mientras se equilibran los recursos asociados gastados y, en última instancia, el costo. Necesitamos asegurarnos de que estamos obteniendo suficiente retorno de nuestra inversión.

3.3. Taxonomía

La taxonomía, etimológicamente hablando, proviene del griego taxis = ordenar y nomos = ley, norma, regla. En la bibliografía disponible sobre el tema también podemos encontrar los términos 'taxinomía' y 'taxenomía', que sin duda tienen su origen en las diferentes terminaciones que habría adquirido la expresión griega original en los distintos casos de su declinación. (Currás, 2010)

Según la norma ISO 14224, "La taxonomía es una clasificación sistemática de ítems o elementos en grupos genéricos, basándose en factores posiblemente comunes a varios de los elementos, teniendo en cuenta su ubicación física, uso, subdivisión de equipos, entre otros".(International Organization for Standardization, 2016)

3.4. Gestión de activos ISO 55001.

Un sistema de gestión de activos debe cumplir con los requisitos descritos en la norma ISO 55001. Para maximizar el uso de los activos de una organización, la gestión de activos coordina las tareas financieras, operativas, de mantenimiento, de riesgo y otras relacionadas.

El sistema de gestión ISO 55001 proporciona un marco para desarrollar reglas, objetivos y procedimientos de gestión de activos, que también ayuda a una empresa a lograr sus objetivos estratégicos. Al controlar los costos, el rendimiento y los riesgos relacionados con sus activos, ISO 55001 emplea un método organizado, eficaz y eficiente que promueve el desarrollo continuo y la generación de valor.

3.5. Trazabilidad de la información

Dentro de la actividad industrial, la trazabilidad es una herramienta muy importante en cualquier tipo de operaciones. El concepto de trazabilidad se refiere a la capacidad de identificar el origen y desarrollo de algo (en este caso, información). Si la información procesada es trazable, se puede verificar su origen, características y, mejor aún, la autenticidad de los datos. Cualquier sistema de procesamiento de información tiene cierto grado de sensibilidad a los errores debido a la interfaz hombre-máquina; la trazabilidad de los procesos no elimina los errores, pero proporciona un conjunto de

herramientas que pueden subsanar y corregir cualquier tipo de discrepancia (Enrique Isaza Velasquez & Humberto Herrera Sanchez, 2006).

3.6. Criticidad

Es un método para jerarquizar o priorizar instalaciones, sistemas, equipos e instalaciones, creando una estructura que facilita la toma de decisiones y la dirección del trabajo y los recursos a estas áreas en función del impacto en el negocio. El Análisis de Criticidad (CA) define intervalos relativos que representan la probabilidad y/o frecuencia de eventos y sus consecuencias. El análisis crítico se basa en la teoría del riesgo (Parra Márquez & Crespo Márquez, 2012).

El riesgo es un concepto probabilístico definido como “posibles gastos o pérdidas por posibles imprevistos o errores”. En este concepto simple pero poderoso, coexisten la posibilidad de que un evento o proposición se realice o realice y las consecuencias de su ocurrencia (Diego Fabián Tandalla Guanoquiza, 2017).

De forma matemática el riesgo asociado a una decisión se puede expresar así:

$$R(t) = P(t) \times C(t) \quad (1)$$

Dónde $R(t)$ corresponde al Riesgo, $P(t)$ se define como la probabilidad y $C(t)$ son las consecuencias.

Al evaluar un evento o reclamo específico, es necesario cuantificar la probabilidad y las consecuencias de cada escenario que conduce al evento que se investiga.

El riesgo actúa como una balanza que permite sopesar el impacto y la probabilidad de las diferentes alternativas y guía al analista en la toma de decisiones. En el proceso de toma de decisiones, el riesgo se utiliza como una herramienta para optimizar los programas de mantenimiento de activos al dirigir más recursos y esfuerzos a los equipos de alto riesgo y menos esfuerzos y recursos a los equipos de bajo riesgo. Generalmente, se permiten recursos razonables para mantener el Proyecto (Sexto, 2014).

3.7. CMMS

En una operación industrial, la gestión del mantenimiento es complicada y tiene un gran impacto en la rentabilidad de la empresa. Es difícil administrar este proceso de manera eficiente sin la ayuda de una computadora (Rastegari et al., n.d.). Por lo tanto, no sorprende que incluso las grandes empresas tengan un historial deficiente en la implementación exitosa de un Sistema de gestión de mantenimiento computarizado (CMMS) para respaldar un mayor rendimiento y confiabilidad (Wienker et al., 2016).

Los sistemas de mantenimiento heredados con grandes informes por lotes que se centraban en el rendimiento de los datos están siendo reemplazados por consultas dinámicas en línea creadas sobre la marcha con respuestas en segundos en lugar de días. El CMMS puede proporcionar los siguientes elementos (Labib, 2004).

- Seguimiento del movimiento de repuestos
- Permitir que los operadores informen fallas más rápido
- Mejorar la comunicación entre operaciones y personal de mantenimiento
- Información histórica necesaria para desarrollar programas de mantenimiento preventivo
- Proporcionar a los gerentes de mantenimiento información para tener un mejor control sobre sus departamentos
- Ofrecer a los contadores información sobre las máquinas para permitir decisiones de gastos de capital a tomar

3.8. Orden de trabajo

Una orden de trabajo es un documento que contiene toda la información sobre un trabajo o servicio. Describen detalladamente las instrucciones, los datos de las personas involucradas, los materiales necesarios, los costos, los plazos, el lugar de trabajo y finalmente toda la información relacionada con el evento. Se utilizan para planificar y gestionar proyectos realizados fuera de la oficina y son prueba y garantía de los servicios prestados. Estos documentos también se utilizan para planificar y monitorear intervenciones.

La realización de los proyectos o trabajos de mantenimiento que han sido programadas mediante una orden de trabajo se denomina “proceso de ejecución” y abarca todas las acciones requeridas para el aseguramiento de la correcta realización del mantenimiento bajo los parámetros establecidos

3.9. Frecuencia de falla

Se define como frecuencia de falla al número de veces repetidas en las que un suceso considerado como falla ocurre en un determinado periodo de tiempo.

No se puede determinar el momento en que falla un dispositivo, pero varios trabajos en la literatura científica utilizan el comportamiento histórico de fallas, así como datos probabilísticos y estadísticos para estimar la probabilidad de un evento y de esta manera reducir la probabilidad de falla, optimizando los procesos de gestión de mantenimiento (Gasca et al., 2017).

La recopilación y el análisis de las frecuencias de falla proporcionan información valiosa sobre el desempeño y la confiabilidad de los equipos industriales. Al examinar y cuantificar las fallas, los equipos de mantenimiento pueden identificar patrones, tendencias y causas subyacentes que están contribuyendo a la ocurrencia de las fallas. Esto permite implementar estrategias de mantenimiento preventivo o predictivo más efectivas, así como tomar decisiones informadas sobre la necesidad de reemplazar o actualizar los equipos.

Existen varias formas de determinar las frecuencias de falla en equipos industriales. Una de ellas es a través del registro y seguimiento de los informes de fallas que son generados por los operarios o personal de mantenimiento cada vez que ocurre una falla. Estos informes deben incluir detalles como la fecha y hora de la falla, la descripción del problema, las acciones tomadas y el tiempo de inactividad asociado. Recopilar y analizar estos informes a lo largo del tiempo proporciona una visión clara de las frecuencias de falla y los patrones de comportamiento del equipo.

Otra forma de determinar las frecuencias de falla es mediante el uso de sistemas de gestión de mantenimiento (CMMS, por sus siglas en inglés) que registran

automáticamente las fallas y los tiempos de inactividad de los equipos. Estos sistemas permiten generar informes y análisis detallados sobre las fallas, lo que facilita la identificación de tendencias y la toma de decisiones basadas en datos.

Al comprender las frecuencias de falla en equipos industriales, los equipos de mantenimiento pueden desarrollar estrategias efectivas para reducir las fallas, minimizar los tiempos de inactividad y maximizar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos. Esto puede incluir acciones como la implementación de programas de mantenimiento preventivo, la mejora de la capacitación del personal, la actualización de equipos obsoletos o la optimización de los procesos operativos.

3.10. Inspección de equipos de protección contra caídas.

Una de las causas más frecuentes de accidentes laborales fatales y catastróficos son las caídas (Bellamy, 2015). Los empleadores están obligados a disponer el lugar de trabajo de modo que nadie pueda caerse de las estaciones de trabajo elevadas, sobre las plataformas o en los huecos del piso o las paredes.

Los sistemas de protección contra caídas deben ser inspeccionados por lo menos una (1) vez al año, por intermedio de una persona o equipo de personas avaladas por el fabricante y/o calificadas según corresponda.

Antes del uso de cualquier tipo de elementos y equipos de protección, estos deben ser inspeccionados por parte del trabajador de manera que se pueda constatar que todos sus componentes se encuentran en adecuado y óptimo estado.

Conforme a la Resolución 4272 de 2021 en su artículo 10: «La obligación del empleador, todo empleador que someta a sus trabajadores en trabajo en alturas debe de cumplir.» inciso 10*.

«10. Garantizar la operatividad de un programa de inspección, conforme a las disposiciones de la presente resolución. Los sistemas de protección contra caídas deben

ser inspeccionados por lo menos una vez al año, por intermedio de una persona o equipo de personas avaladas por el fabricante y/o calificadas según corresponda.»

Por ello, para evitar accidentes, es fundamental que empresas y empleados dispongan de equipos personales para trabajos en altura que cumplan con los requisitos reglamentarios en cuanto a resistencia de equipos y control de calidad.

3.11. Diagramas de Pareto

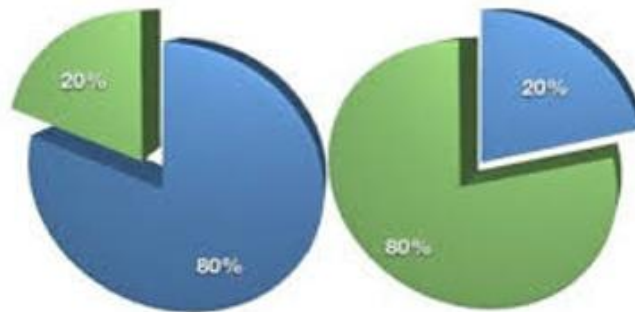
El 'principio de Pareto', como lo expresó Vilfredo Pareto alrededor de 1895, es 'En cualquier serie de elementos a controlar, una pequeña fracción seleccionada, en términos de número de elementos, siempre representa una gran fracción en términos de efecto (Ted Goodman, 2007).

El pionero de la gestión de la calidad, el Dr. Joseph Juran, en las décadas de 1930 y 1940 reconoció un principio universal aplicable en la resolución de problemas en la mejora de la calidad, al que llamó el principio de "pocos vitales y muchos triviales". El principio propone que alrededor del 80 % del impacto general de los errores en cualquier escenario industrial se debe a un pequeño número de tipos de error, denominados "pocos vitales" y el 20 % del impacto debido a otros tipos de error, denominados "muchos triviales". Esto se popularizó más tarde como "análisis de Pareto" (Juran, 1975).

Los Diagramas de Pareto son herramientas ampliamente utilizadas en la evaluación, seguimiento y control del mantenimiento. Estos diagramas proporcionan una forma visual de identificar y priorizar los problemas más significativos o las causas más frecuentes que afectan al rendimiento y la confiabilidad de los equipos y sistemas de mantenimiento.

El Diagrama de Pareto se basa en el principio de Pareto, también conocido como la regla del 80/20, que establece que aproximadamente el 80% de los efectos provienen del 20% de las causas. En el contexto del mantenimiento, esto significa que un pequeño número de problemas o causas son responsables de la mayoría de las fallas, tiempos de inactividad y costos asociados.

Figura 2. Porcentual de Pareto (Hugo Gonzalez, 2012).



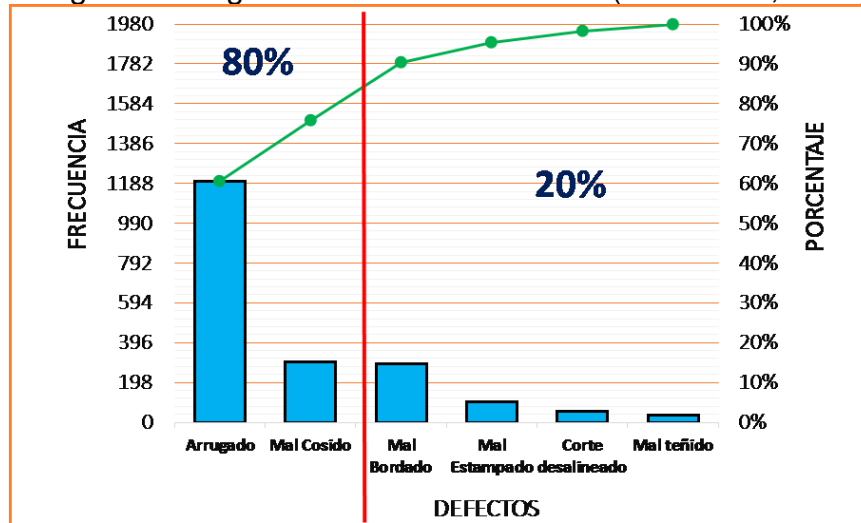
**“Pocas causas (20%) generan
La mayor cantidad de problemas (80%)”**

La construcción de un Diagrama de Pareto implica seguir algunos pasos clave. Primero, se recopilan datos sobre los problemas o las causas que se desean evaluar. Estos pueden incluir fallas recurrentes, tiempos de inactividad prolongados, problemas de calidad, entre otros. Luego, se clasifican los datos recopilados en categorías relevantes y se cuentan la cantidad de ocurrencias o la magnitud de cada categoría (Karuppusami & Gandhinathan, 2006).

Una vez que se tienen los datos clasificados, se construye el gráfico de barras del Diagrama de Pareto. En el eje vertical se representa la frecuencia o el impacto de cada categoría, mientras que en el eje horizontal se muestran las categorías ordenadas de manera descendente, de izquierda a derecha. Las barras se dibujan en orden descendente, y se agrega una línea acumulada que muestra el porcentaje acumulado de frecuencia o impacto.

El Diagrama de Pareto permite visualizar rápidamente cuáles son los problemas o las causas más importantes. La barra más alta representa el problema o la causa principal, mientras que las barras siguientes en orden descendente indican los problemas o las causas secundarios. La línea acumulada muestra cuánto porcentaje del total se atribuye a cada categoría.

Figura 3. Diagrama funcional de Pareto (Suarez JD, 2018).



Esta información es invaluable para el seguimiento y control del mantenimiento. Los equipos de mantenimiento pueden enfocar sus esfuerzos y recursos en abordar los problemas o causas que tienen el mayor impacto, lo que ayuda a optimizar la eficiencia y la confiabilidad de los equipos. Además, el Diagrama de Pareto permite monitorear los cambios a lo largo del tiempo, identificar nuevas tendencias y evaluar la efectividad de las acciones de mejora implementadas.

En resumen, los Diagramas de Pareto son una herramienta esencial en la evaluación, seguimiento y control del mantenimiento. Proporcionan una representación visual clara de los problemas o causas más significativos, lo que permite a los equipos de mantenimiento tomar decisiones informadas y enfocar sus esfuerzos en las áreas que tienen el mayor impacto. Al utilizar esta herramienta de manera regular, los equipos de mantenimiento pueden mejorar la eficiencia, reducir los tiempos de inactividad y maximizar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos y sistemas.

4. ACTUALIDAD Y PROYECCIÓN DEL ÁREA

Para el área de mantenimiento se ha vuelto un reto llevar un control óptimo de dichos activos debido a la organización y soporte que se les brinda a estos, puesto que se realiza manualmente en la herramienta “Excel”, dichas actividades tienen tiempos establecidos según normatividad y/o fecha de fabricante para el mantenimiento, y se clasifican por áreas, que redireccionan a archivos que se deben estar inspeccionando periódicamente, para no perder el control de actividades.

Tabla 1. Planeador en Excel.

ECCOSIS INGENIERÍA S.A.S.		SISTEMA DE GESTIÓN EN SEGURIDAD, SALUD EN EL TRABAJO y MEDIO AMBIENTE										PGSST-001-03														
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO												7-ene-20														
PAGINA:												1 DE 1														
UBICACIÓN:		ECCOSIS INGENIERIA SAS			FECHA:		2/01/2022		PERIODO:		01/01/2022		A 31/12/2022													
OBJETIVO				META				INDICADOR																		
Cumplir con la totalidad de las actividades programadas en lo que al plan de mantenimiento de equipos (alcosensor, radar y andamios) se refiere				Ejecutar el 100% de las actividades planeadas.				ACTIVIDADES EJECUTADAS ACTIVIDADES PLANEADAS																		
OBJETIVO				RECURSOS				RESPONSABLE																		
Planear				Tiempo, Recursos Humanos, Teléfono, Internet, Luz, Papel, Computador.				Coordinador HSEQ																		
Ejecutar				Tiempo, recursos económicos, tecnológico (internet, impresoras, sistemas				Coordinador HSEQ																		
Cualificar				Tiempo, recursos económicos, tecnológico (internet, impresoras, sistemas				Coordinador HSEQ																		
Actualizar				Tiempo, recursos económicos y humanos				Coordinador HSEQ																		
ACCIDENTALIDAD RELACIONADA POR INCUMPLIMIENTO AL PROGRAMA													0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ACTIVIDAD	MES	RESPONS.	FRECUENCIA	STATUS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Cumplimiento	%								
Mantenimiento y calibración de Alcosensor		Dirección administrativa	Anual	P E													1	100%								
Mantenimiento y calibración de radar de velocidad		Dirección administrativa	Anual	P E					P								1	0%								
Calibración de radar con DIAPASON		Operaciones	Trimestral	P E			P			P			P				4	100%								
Mantenimiento de equipo Autocontenido y Equipos de espacios confinados		Operaciones	Anual	P E	P								E				1	100%								
Calibración de radar monitor de atmosferas		Operaciones	Semestral	P E				P						P			1	50%								
Inspección de piezas de sección de andamios		Operaciones	Anual	P E											P		1	100%								
Mantenimiento o inspección pista de alturas		Operaciones	Anual	P E										P			1	100%								
Cámaras de seguridad		Operaciones	Anual	P E										P			1	200%								
Mantenimiento equipos informáticos (Computadores, Impresoras, TV, video Beam)		Técnico sistemas	MENSUAL	P E	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	12	92%								
Mantenimiento red de internet		Técnico sistemas	MENSUAL	P E	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	12	92%								
Inspección anual visual y ensayo no destructivos o mantenimiento general del andamio colgante, (revisión del mecanismo malacate, guayas y sistemas de protección).		Operaciones	Anual	P E		P											1	100%								
Mantenimiento de puntos de control GEOPAR		Operaciones	Semestral	P E				P						P			2	100%								
Mantenimiento equipo de succión unidades sanitarias		Operaciones	Semestral	P E				P						P			2	100%								
Mantenimiento dispensador de Agua		Operaciones	Semestral	P E					P						P		2	100%								
Mantenimiento aires acondicionados (Ver inventario)		Operaciones	A condición, ver inventario	P E	P	P			P	P				P	P	P	7	100%								
Mantenimiento e inspección de lavamanos portatil		Operaciones	Semestral	P E							P															
Inspección equipos TSA (Ver - inventario)		Capacitaciones	A condición, ver inventario	P E	P	P	P					P	P			P	7	71%								
			Programado		6	5	4	5	5	4	4	4	4	4	6	5	59	92%								
			Ejecutado		6	5	4	3	5	4	4	4	4	4	5	2	54									
			% cump		100%	100%	100%	60%	100%	100%	100%	100%	114%	100%	83%	40%										
			Acciones generadas		6	5	4	5	5	4	4	4	7	4	6	5	59	92%								
			Acciones Cerradas		6	5	4	3	5	4	4	4	8	4	5	2	54									

Tabla 1 de seguimiento de actividades para los activos del grupo empresarial Eccosis, que relaciona algunas de las actividades que se deben realizar de manera preventiva o programadas y con una fecha establecida por mes, la cual brida un control de seguimiento manual, que cambia de estado una vez se ejecuta la actividad.

Tabla 2. Inventario Pista Fija.

INVENTARIO DE EQUIPOS DE PROTECCION CONTRA CAIDAS DE PISTA FIA								
Ítem	Tipo de equipo	Marca	Referencia o código del equipo	Numero de precinto	Vigencia de inspección	fecha inicial	fecha de vencimiento	Estado
1	DESCENDEADOR ASAP	PETZL	795	327	12 MESES	15/10/2022	15/10/2023	OK
2	DESCENDEADOR ASAP	PETZL	796	0200.	12 MESES	15/10/2022	15/10/2023	OK
3	ESLINGA EN Y CON ABC	ADM	9159	3760936	6 MESES	20/06/2022	19/12/2022	OK
4	ESLINGA EN Y CON ABC	ADM	9433	3760927	6 MESES	20/06/2022	19/12/2022	OK
5	ESLINGA EN Y CON ABC	ADM	9435	3760970	6 MESES	20/06/2022	19/12/2022	OK
6	ESLINGA EN Y CON ABC	ADM	9438	3760885	6 MESES	20/06/2022	19/12/2022	OK
7	ESLINGA EN Y CON ABC	ADM	9439	3760965	6 MESES	20/06/2022	19/12/2022	OK
8	ESLINGA EN Y CON ABC	ADM	9160	3760934	6 MESES	20/06/2022	19/12/2022	OK
9	ESLINGA EN Y CON ABC	DBI SALA	13112004	3760872	12 MESES	22/11/2022	22/11/2023	OK
10	ESLINGA EN Y CON ABC	STEELPRO	285	3760910	12 MESES	22/11/2022	22/11/2023	OK
11	ESLINGA EN Y CON ABC	STEELPRO	111	3760889	12 MESES	22/11/2022	22/11/2023	OK
12	ESLINGA EN Y CON ABC	PROTECTA	1342275	3760923	12 MESES	22/11/2022	22/11/2023	OK
13	ESLINGA EN Y CON ABC	PROTECTA	88721	3760888	12 MESES	22/11/2022	22/11/2023	OK
14	ESLINGA POSICIONAMIENTO	ADM	8179	3760916	6 MESES	19/16/2022	18/12/2022	OK
15	ESLINGA POSICIONAMIENTO	ADM	8167	3760941	6 MESES	19/16/2022	18/12/2022	OK
16	ESLINGA POSICIONAMIENTO	ADM	8170	3760928	6 MESES	19/16/2022	18/12/2022	OK
17	ESLINGA POSICIONAMIENTO	ADM	8161	3760968	6 MESES	19/16/2022	18/12/2022	OK
18	ESLINGA POSICIONAMIENTO	ADM	8174	3760956	6 MESES	19/16/2022	18/12/2022	OK
19	ESLINGA POSICIONAMIENTO	ADM	8163	3760893	6 MESES	19/16/2022	18/12/2022	OK
20	ESLINGA POSICIONAMIENTO	ADM	8175	3760897	6 MESES	19/16/2022	18/12/2022	OK

En la planeación se evidencia inspección de equipos de TSA, con la nota de ver inventario, que es almacenado en el software Excel ver **Tabla 2**, con datos de identificación directos por equipo que sirven para la identificación y la trazabilidad, además de la fecha en que se debe realizar la próxima inspección orientada a los datos establecidos por el fabricante.

Información que es almacenada en un servidor local, donde adicionalmente existen carpetas donde reposan dichos certificados de inspección, certificados de conformidad y manuales, que con el tiempo ocupan el almacenamiento que es casi imposible agregar más equipos o información.

La idea es visualizar el cumplimiento de las metas en el final del planeador, en la **Tabla 3**, que se encuentra la información de los indicadores con un reporte semestral de cumplimiento.

Tabla 3. Indicadores.

INDICADOR DE CUMPLIMIENTO PRIMER SEMESTRE			
	CANTIDAD	CUMPLIMIENTO	META
Actividades Ejecutadas	27	93%	80%
Actividades Programadas	29		
¿Se cumple con la meta establecida?			SI

INDICADOR DE CUMPLIMIENTO SEGUNDO SEMESTRE			
	CANTIDAD	CUMPLIMIENTO	META
Actividades Ejecutadas	30	100%	80%
Actividades Programadas	30		
¿Se cumple con la meta establecida?			SI

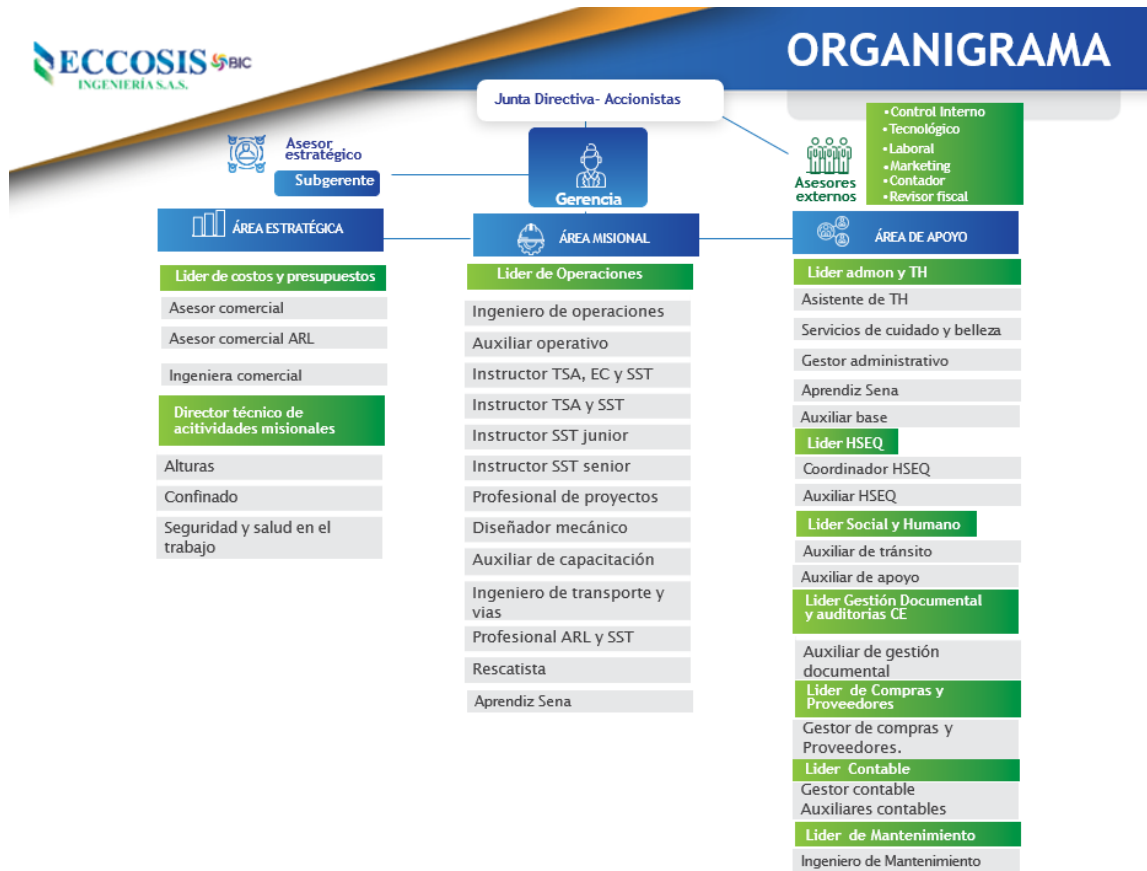
Indicadores de cumplimiento del año 2022 por semestre, según la ejecución de las actividades. Se evidencia que no se cumple con la meta final de mantenimiento, pero se ejecutan la mayoría de las actividades propuestas.

Tabla 4. Análisis de indicadores.

ANÁLISIS INDICADORES DE CUMPLIMIENTO, COBERTURA Y EFICACIA							
PERIODO	ANÁLISIS	DE MEJORA		ACCIONES DE MEJORA	FECHA DE EJECUCION	RESPONSABLE	ESTADO
		SI	NO				
PRIMER SEMESTRE	Durante el primer semestre se evidencia cumplimiento de la meta establecida (93%) para los indicadores de cumplimiento con un porcentaje del 93%, cobertura 93% y eficacia 80% del programa de mantenimiento de equipos y vehículos.		X	Ejecutar actividades programadas para el segundo semestre y dar cierre de hallazgos evidenciados en inspecciones preoperacionales, gerenciales y de áreas.	Segundo semestre	Lider operaciones	Cumplido
SEGUNDO SEMESTRE	Durante el primer semestre se evidencia cumplimiento de la meta establecida (100%) para los indicadores de cumplimiento con un porcentaje del 100%, cobertura 100% y eficacia 80% del programa de mantenimiento de equipos y vehículos.	X		Buscar trazabilidad de los equipos y mantener la información relacionada a la mano, realizar seguimiento a las actividades que se realizan de modo correcto y consolidar ordenes de trabajo así, permisos de trabajo, entre otros; para el desarrollo de las actividades	Primer Semestre	Lider de Mantenimiento	Por ejecutar

Como se visualiza en la **Tabla 4**. Se emite el concepto de los indicadores obtenidos del mantenimiento realizado durante el año 2022, con lo que no se cumple a cabalidad con un mantenimiento y control de activos eficiente. Por lo que se realizan cambios en la organización a nivel de recurso humano y de la herramienta de control y seguimiento al mantenimiento.

Figura 4. Creación de área.



Estructura organizacional de Eccosis ingeniería S.A.S para el año 2023. Se crearon nuevos roles dentro de los cuales se encuentra el líder y/o ingeniero de mantenimiento con el propósito de la implementación y gestión del área. Que era documentada por el líder de operaciones. Visualizar el organigrama en **Figura 4** al área de mantenimiento como un área de apoyo para la organización.

5. METODOLOGÍA

5.1 SELECCIÓN DE CMMS




Es necesario realizar una búsqueda de proveedores de CMMS que se adapten a las necesidades del plan de gestión de mantenimiento de ECCOSIS ingeniería s.a.s, se buscan diferentes opciones que cumplan con las necesidades, que se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Requisitos para CMMS.

Necesidades para CMMS	
ítem	descripción
1	Trazabilidad de activos
2	Soporte en la nube
3	Interface amigable
4	Soporte técnico
5	Capacitación
6	Multiusuario
7	Aplicativo móvil (Android y iPhone)
8	Costo asequible
9	Generación automática de ordenes
10	Indicadores de disponibilidad, cumplimiento, etc.
11	Informe por áreas
12	Portabilidad de datos (Extraer a Excel u otros)
13	Listas de chequeo personalizadas
14	Comentarios y fotos por actividad de rutina
15	Cargue de archivos PDF
16	Respaldo en base de datos física
17	Firma digital
18	Control de presupuestos

Algunos de los proveedores evaluados son los siguientes: Dabi.io, Apping, SMpluspro, teniendo en cuenta los criterios anteriormente mencionados se realiza la selección final del proveedor.

Tabla 6. Comparativo para selección.

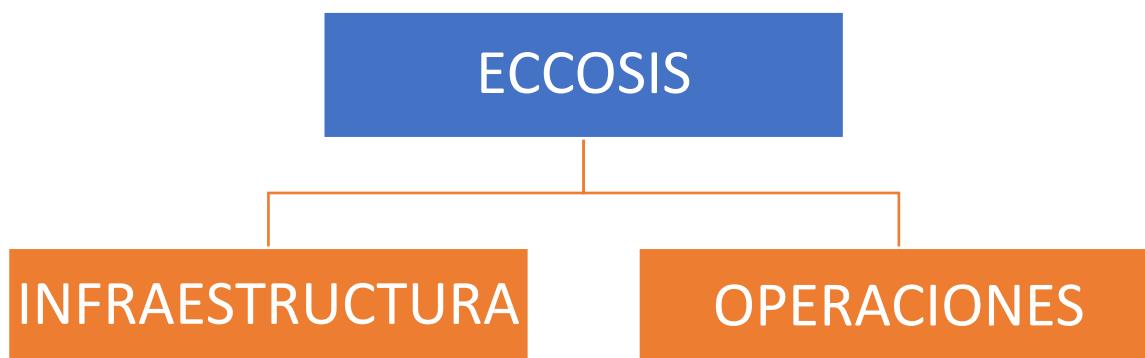
Comparativo de CMMS				
ítem	Descripción	Software		
				
1	Trazabilidad de activos	★	★	★
2	Soporte en la nube	★	★	★
3	Interface amigable	★	★	
4	Soporte técnico	★	★	
5	Capacitación		★	★
6	Multiusuario	★	★	
7	Aplicativo móvil (Android y iPhone)		★	
8	Costo asequible		★	★
9	Generación automática de ordenes	★	★	★
10	Indicadores de disponibilidad, cumplimiento, etc.	★	★	
11	Informe por áreas		★	
12	Portabilidad de datos (Extraer a Excel u otros)	★	★	★
13	Listas de chequeo personalizadas		★	
14	Comentarios y fotos por actividad de rutina	★	★	
15	Cargue de archivos PDF		★	
16	Respaldo en base de datos física			★
17	Firma digital	★		
18	Control de presupuestos	★		★

Finalmente, el software que mejor se adapta a las necesidades es el elaborado por la empresa apping Lab, además de que presenta oportunidades o prestaciones para más áreas de la empresa a un costo asequible, la información está bien resguardada y cualquier usuario puede acceder desde un dispositivo con conexión a internet. Además, es una empresa colombiana, que brinda estabilidad en la tarifa al tratarse de la misma divisa a diferencia de Dabi.ai, que también brinda características muy importantes y SMpluspro tiende a evolucionar de modo reflexivo, estas características se pueden visualizar en la **Tabla 6.**(cmms, 2023)

5.2 TAXONOMÍA

Se hace necesario realizar una clasificación de los equipos y/o activos de la empresa para poder darles un orden lógico según la operación y la ubicación de estos, como se refleja a continuación en la **Figura 5**. A partir del nombre de la organización se dividen principalmente en activos de infraestructura y activos operacionales.

Figura 5. Mapa de taxonomía.



Los operacionales son los que representan el mayor valor agregado a la empresa e influyen directamente en la disponibilidad y por consiguiente en la producción. Los de infraestructura, prestan un servicio y pueden ser necesarios, pero no causan traumatismo sobre la operación. Haciendo que cada activo posea un código y se logre cumplir con la trazabilidad esperada.

Figura 6. Taxonomía en activos.



En la **Figura 6**, se evidencian los códigos taxonómicos para la creación de los activos en el software, el siguiente ejemplo, hace referencia a un activo que se encuentra en una de las tres pistas de capacitación que tiene el centro de entrenamiento ECCOSIS. OP-TA-AR es el activo padre de los arneses de la pista de capacitación fija de trabajo seguro en alturas (TSA), siendo OP-Operación, TA-Torre de alturas, y AR-Arnés. Facilitando el trabajo en el software, logrando diferenciar la ubicación de los equipos, y el conjunto al que pertenece.

La clasificación de activos no solo brinda una vista amigable, sino que también ayuda a llevar un control y trazabilidad en el proceso, lo que diferencia en gran forma el control

del mantenimiento manual, puesto que, al no encontrar un orden en el almacenamiento de datos, se pierde tiempo administrativo, que reduce la eficiencia.

Una vez clasificados, se suman en totalidad por grupo, para obtener datos que se puedan trabajar y entender mejor el comportamiento de la empresa, según los activos que posee, se ve que la empresa se encuentra orientada a la operación, la idea es clasificar por criticidad a los activos de operación y saber a cuáles se debe prestar mayor atención.

Tabla 7. Cantidad de activos.

ACTIVOS BASE ECCOSIS			
	INFRAESTRUCTURA	OPERACIÓN	TOTAL
CANTIDAD	103	448	551
PORCENTAJE	18,7	81,3	100

En un conteo de los activos de la empresa, tanto para el área de capacitación como ingeniería hay un total de 551, de los cuales el 18,7% son activos de infraestructura y el 81,3% son activos de operación, ver **Tabla 7**.

5.3 ANALISIS DE CRITICIDAD

Una vez clasificados y ordenados los activos se establece la criticidad por cada tipo que maneja la organización, mediante el modelo semi cualitativo, para brindar mayor o menor atención a cada activo según corresponda, y teniendo en cuenta la fórmula que establece el rango según distintos parámetros de la operación.

A continuación, se presentan de manera detallada, las fórmulas utilizadas para jerarquizar los sistemas a partir del modelo, estableciendo la criticidad total por riesgo.

$$CTR = FF \times C \quad (2)$$

Donde:

- FF: Frecuencia de fallos (rango de fallos en un tiempo determinado (fallos/año))
- C: Consecuencias de los eventos de fallos.

Donde la consecuencia se evalúa mediante el uso de los siguientes parámetros evaluador desde el área de mantenimiento de ECCOSIS ingeniería S.A.S

$$C = (IO \times FO \times TPR) + CM + SHA \quad (3)$$

Siendo:


- IO: Factor de impacto en la producción
- FO: Factor de flexibilidad operacional
- TPR: Tiempo promedio para reparar
- CM: Factor de costes de mantenimiento
- SHA: Factor de impacto en seguridad, higiene y ambiente
- Factor de Frecuencia de Fallos (FF) (escala 1 - 4)

Obteniendo finalmente la expresión de criticidad total por riesgo de la siguiente forma:

$$CTR = FF \times ((IO \times FO \times TPR) + CM + SHA) \quad (4)$$

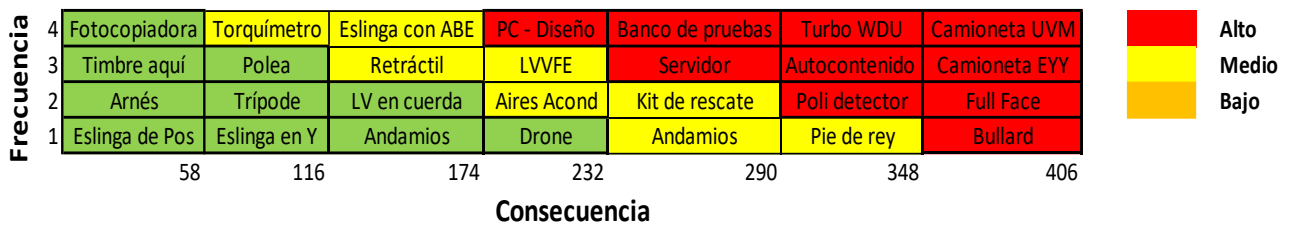
Para evaluar los activos. Se crean unos rangos de calificación por parámetro, como se evidencia en la **Tabla 8**, involucrando las áreas de mantenimiento, operación, producción, capacitación y el área de seguridad y salud en el trabajo (HSEQ).

Tabla 8. Criticidad de equipos.

 ECCOSIS Salvando Vidas		GUIA DE CRITICIDAD Hoja captura de datos Semi Cuantitativa	Puntaje
1	FRECUENCIA DE FALLA (FF) - (Causa impacto en la producción)	Rango	
	Menos de una por año	1	
	Entre 1 y 12 por año (Mensual)	2	
	Entre 12 y 52 por año (Semanal)	3	
	Entre 53 y 364 por año (Diario)	4	
2	Impacto Operacional (IO)	Rango	
	Perdidas de producción menor al 10%	1	
	Perdidas de producción entre el 11% y el 24%	3	
	Perdidas de producción entre el 25% y el 49%	5	
	Perdidas de producción entre el 50% y el 74%	7	
	Perdidas de producción superiores al 75%	10	
3	Flexibilidad Operacional (FO)	Rango	
	Se cuenta con unidades de reserva en línea, tiempos de reparación y logística pequeños	1	
	Se cuenta con unidades de reserva que logran cubrir de forma parcial el impacto de producción, tiempos de reparación y logística intermedios	2	
	No se cuenta con unidades de reserva para cubrir la producción, tiempos de reparación y logística muy grandes	3	
4	Tiempo promedio para reparar (TPPR)	Rango	
	Menos de 5 horas	1	
	Entre 1 - 10 días	3	
	Entre 11 - 30 días	5	
	Entre 30 días - 4 meses	7	
	Mas 4 meses	10	
5	Costos de Mantenimiento (CM)	Rango	
	Menos de 200.000	3	
	Entre 200.000 - 1M	5	
	Entre 1M - 5M	10	
	Entre 5M - 10M	25	
	Más de 10M	40	
6	Impacto en la seguridad personal (cualquier tipo de daño, fatalidad)	Rango	
	Sin Lesión	0	
	Accidente con primeros auxilios	10	
	Accidente con pérdida de tiempo, sin hospitalización	25	
	Accidente con fatalidad o accidente con lesionados u hospitalización	35	
7	Impacto ambiental (daños a terceros)	Rango	
	Sin Impacto ambiental	0	
	Impacto ambiental controlado	10	
	Impacto ambiental que requiere notificar o reportar a ente regulador	20	
	Impacto ambiental que involucra penalidad legal	30	

Posterior a la creación de la tabla y los parámetros con los que se evaluara cada activo, se pretende establecer la matriz donde se puedan ubicar uno a uno los activos y su criticidad con el fin de saber cuáles merecen mayor atención y/o cuidado, o si es necesario implementar alguna estrategia para aquellos equipos que son de vital importancia para la operación.

Tabla 9. Matriz de criticidad.



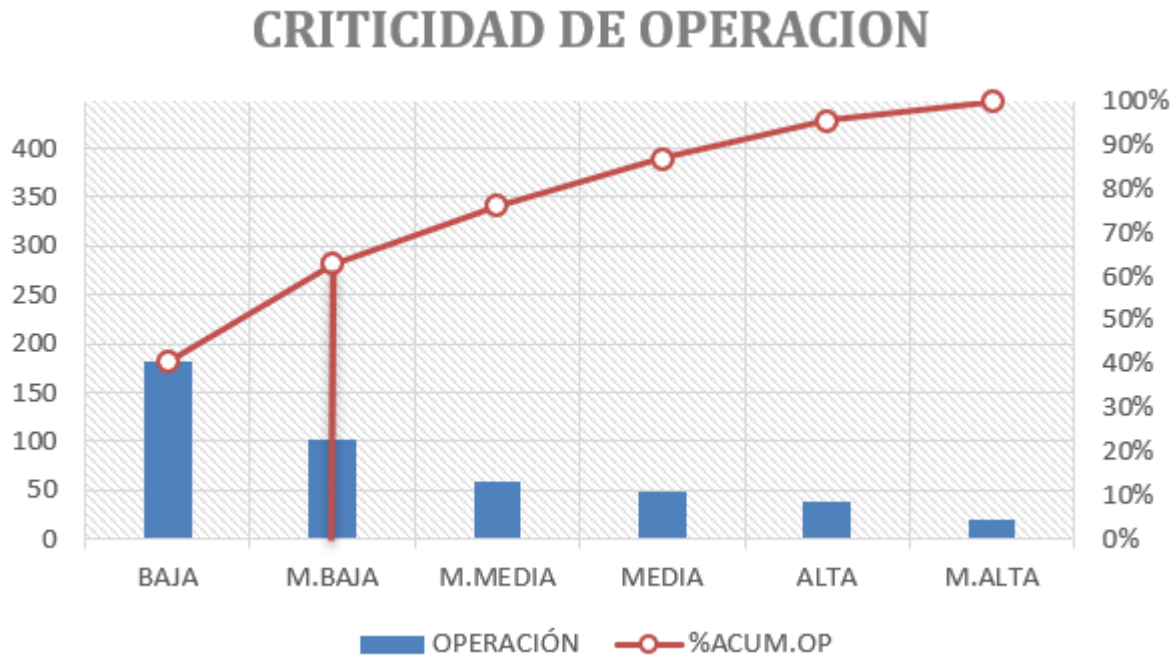
La frecuencia es la variable independiente, por lo que se ubica en el eje Y, mientras la consecuencia que alberga los demás parámetros correspondientes, es la variable dependiente ubicada en el eje X. Siendo alto el valor que se encuentra en rojo y al que habrá que prestar mayor atención, medio en amarillo y bajo en verde. En la **Tabla 9** se evidencian algunos equipos relacionados con su nivel de criticidad para la operación de la empresa.

Tabla 10. Cantidad de equipos críticos.

CANTIDAD DE EQUIPOS CRITICOS						
	INFRAESTRUCTURA	%IN	OPERACIÓN	%OP	TOTAL	%TOTAL
ALTA	12	12%	59	13%	71	13%
MEDIA	49	48%	107	24%	156	28%
BAJA	42	41%	282	63%	324	59%
TOTAL	103	100%	448	100%	551	100%

Con un total de 551 equipos como se evidencia en la **Tabla 10**, se encuentran 448 que pertenecen a los de operación y 12 que pertenecen a los de infraestructura, entre todos los niveles de criticidad establecidos (ALTA, MEDIA, BAJA); siendo los 59 de operación críticos a los que se debe prestar mayor atención.

Figura 7. Pareto de criticidad de equipos.

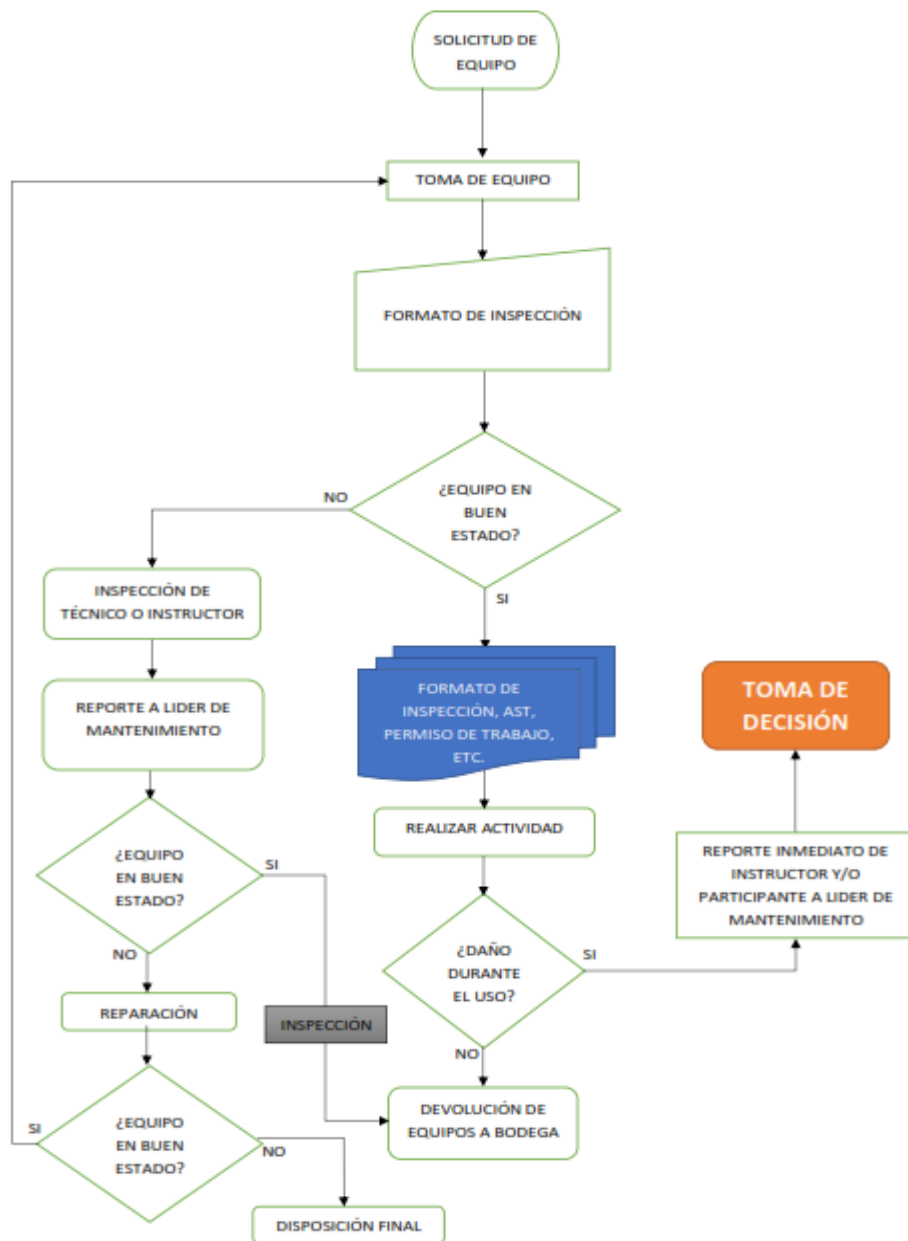


En la **Figura 7**, se muestra el resultado del Pareto realizado a los activos críticos de la operación, buscando determinar a cuáles de estos, se les debe realizar una estrategia de mantenimiento con el fin de tener una pronta respuesta y que sea muy satisfactoria al cliente o área interesada, el Pareto describe que el 63% de los equipos pertenecen al nivel bajo, mientras el 37% corresponde a los niveles medio y alto.

5.3.1 Reporte de falla funcional

¿Qué hacer si se presenta una falla funcional?, Se establece un flujograma de actividades o pasos que se deben seguir una vez ocurre algún evento, ya sea de inspección o correctivo, también conocido como un plan de acción inmediato con los responsables.

Figura 8. Plan de acción.



Desde que se hace la solicitud del equipo hasta la entrega final se contemplan diversos escenarios que pueden pasar si el equipo llegara a fallar, todo se debe respaldar mediante un documento, en caso de que falle se debe reportar a los involucrados en el flujograma del plan de acción de la **Figura 8**.

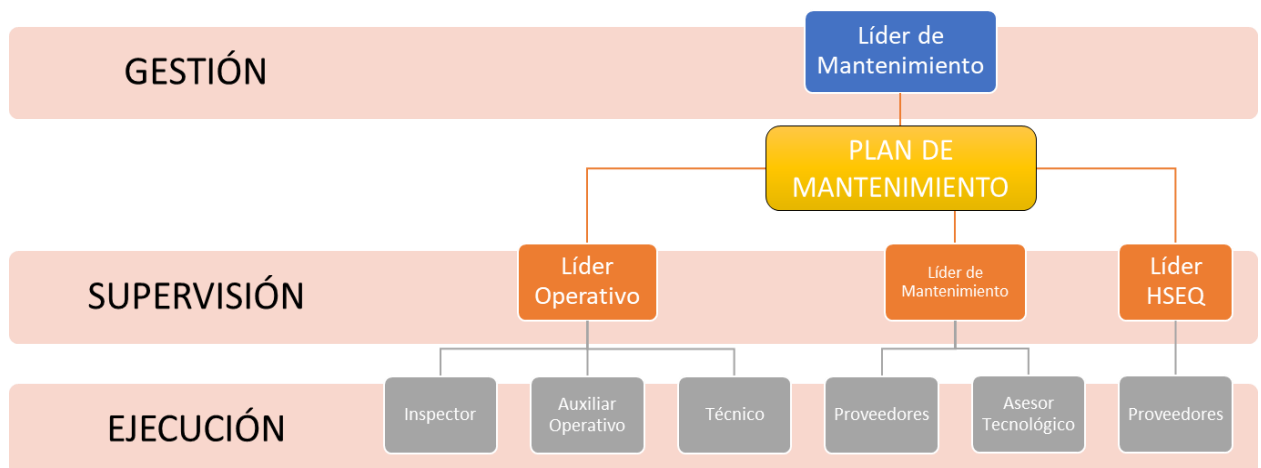
5.4 DIAGRAMA FUNCIONAL DE MANTENIMIENTO

Mediante un diagrama se busca plasmar la información relevante de manera más sencilla y perceptible para todos los que quieran o deban conocer dicha información, dejando más claros algunos aspectos, se pretende dar a conocer cada uno de los miembros del mantenimiento en relación al plan para seguimiento y ejecución.

5.4.1 Diagrama organizacional del área

Los niveles organizacionales del área se dividen en tres: Gestión se encarga de las nuevas estrategias y la mejora continua, además de la elaboración de la planeación, Supervisión es encargada de controlar y supervisar las actividades, además de documentarlas y brindar indicadores, finalmente la ejecución es la encargada de la puesta en marcha de las actividades. En la **Figura 9**, se evidencia el mapa del proceso.

Figura 9. Diagrama funcional.




Se quiere lograr además desde la gestión, que el líder controle el proceso, mediante la programación, evaluación y aprobación de actividades, la supervisión que además asegure las actividades para brindar una entrega conforme. Finalmente, la fase de ejecución se encarga de realizar el trabajo según los procedimientos, sugerir acciones de mejora y entregar registro de las actividades.

5.4.2 Formato de reporte

Se crea formato con el fin de almacenar información de los activos cuando presenten algún tipo de falla, condición insegura o acción que se deba corregir, funcionando como una tarjeta de reporte que se llena manualmente, pensando en las limitaciones de cantidades de usuarios que brindan los CMMS.

Tabla 11. Formato de reporte.

	ECCOSIS INGENIERÍA		Formato
	CONTROL Y REPORTE DE MANTENIMIENTO		V.1.0

Nombre: _____ Fecha: DD/MM/AAAA
 Área: _____ O.D.S _____

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	
EQUIPO	
MARCA	
MODELO	
NÚMERO DE PRECINTO O INVENTARIO	

DESCRIPCIÓN DE FALLA	

TIPO DE MANTENIMIENTO					
PREVENTIVO		CORRECTIVO		INSPECCIÓN	
				LIMPIEZA	
				OTRO	

OBSERVACIONES	
RECEPCIÓN DEL EQUIPO	DEVOLUCIÓN DEL EQUIPO
RECIBE:	RECIBE:

CRITICIDAD DE EQUIPO			
SEGÚN LA FALLA		MÉTODO SEMICUALITATIVO	
ALTA (A)	 	MEDIA (M)	
BAJA (B)	 	POR DEFINIR	

COSTOS		
CENTRO DE COSTOS	N°	
VALOR DE MANTENIMIENTO (MCTE)	\$	

La idea es que el operario, o cualquier persona que detecte la falla pueda diligenciar una tarjeta de este tipo y así lograr capturar datos del fabricante y la descripción del problema, con el fin de poder brindar una solución y documentar todo el proceso para generar una trazabilidad a cada equipo.

Como se puede observar en la **Tabla 11**, también hay unas casillas destinadas a los responsables con el fin de documentar lo observado de parte de quien entrega y de quien recibe y que los responsables sean los encargados de dar respuesta al problema. Las casillas de criticidad se deben marcar con una “X” según corresponda a la evaluación que se le realizó al equipo mediante la guía de criticidad definida como se muestra en la **Tabla 8**, para finalizar con un valor que le interesa al nivel de gestión y la gerencia que son los costos por el mantenimiento realizado, además esta información debe ir acompañada de un centro de costos.

5.4.3 Roles y responsabilidades por actividad

Hay varias actividades que son comunes y se repiten, ya sea para mantenimiento preventivo o rutinas de inspección las cuales se mencionan a continuación, con una ubicación específica o tipo de actividad, para así tener claros los alcances y responsabilidades que tiene cada área en cuanto a la ejecución de las mismas, ver **Figura 10**.

Figura 10. Roles por actividad.

Personal correspondiente para actividades de mantenimiento				
Actividad	Ubicación o Tipo	Responsable		
		Gestión	Supervisión	Ejecución
Mantenimiento o inspección de equipos	Pista de capacitación Fija TA	Líder de Mantenimiento	Líder de Operaciones	*Inspector de equipos de protección contra caídas. *Persona calificada. *Auxiliar operativo.
	Pista de capacitación móvil			
	Pista de capacitación de espacios confinados			
Mantenimiento o inspección de pista	Pista de capacitación Fija TA (Inspección Visual y ensayos no destructivos, Pintura y/o soldadura)	Líder de Mantenimiento	Líder de Operaciones	*Inspector líquidos penetrantes Nivel 2. *Auxiliar operativo. *Proveedor.
	Pista de capacitación móvil			
	Pista de capacitación de espacios confinados			
Inspección y/o Mantenimiento de instalaciones	Pintura, techos y cielo raso	Líder de Mantenimiento	Líder de Operaciones	Auxiliar operativo
	Redes eléctricas			Técnico electricista
	Inspección general de áreas			Hseq
	Sistema hidrosanitario		Ingeniero ambiental	
	Fumigación		Proveedor	
	Mantenimiento y limpieza de almacén de LINEAS DE VIDA		Líder de mantenimiento	Líder de producción
Mantenimiento de equipos de Tecnología	*Computadores *Impresoras *Celulares *Servidor *Red de internet	Líder de Mantenimiento	Líder de Mantenimiento	Asesor Tecnológico
Mantenimiento de equipos para seguridad en el trabajo (Botiquines y extintores)	Botiquines y extintores de zonas comunes, oficinas, bodegas y vehículos	Líder de Mantenimiento	Líder HSEQ	Proveedor (Bomberos, Kuiquen)
Mantenimiento de equipos de medición de condiciones laborales y ambientales (Alcosensor, Luxómetro, Sonómetro).	Campañas de seguridad vial	Líder de Mantenimiento		Líder de Operaciones
	Puntos de control vial Geopark			
mantenimiento de cámaras de seguridad CCTV y Puertas de seguridad	Base eccosis	Líder de Operaciones	Líder de Mantenimiento	Proveedor (Binarios, Pentágono)
	Pista de espacios confinados, tsa, bodega de almacenamiento			
Mantenimiento de medidor de atmosferas	Capacitación espacios confinados	Líder de Operaciones	Líder de Operaciones	Proveedor (Monitox)
Mantenimiento de medidor de radar de velocidad	Campañas de seguridad vial	Líder de Mantenimiento	Líder de Operaciones	Proveedor (Saravia Bravo)
Mantenimiento de aires acondicionados	Salones y oficinas	Líder de Mantenimiento	Líder de Operaciones	Proveedor (Refriservicios)
Mantenimiento equipo de succión, unidades sanitarias de puntos de control GEOPARK	Llanos 34, proyecto Geopark (Ingeniero residente)	Líder de Mantenimiento	Líder de Operaciones	Auxiliar operativo
Mantenimiento Hidrosanitario de puntos de control GEOPARK			Líder de Operaciones	Auxiliar operativo
Mantenimiento de vehículos de operaciones			Líder de Operaciones	Auxiliar operativo

Se definen responsabilidad en cada nivel, por actividad y se divulga a cada una de las partes que conforman el área.

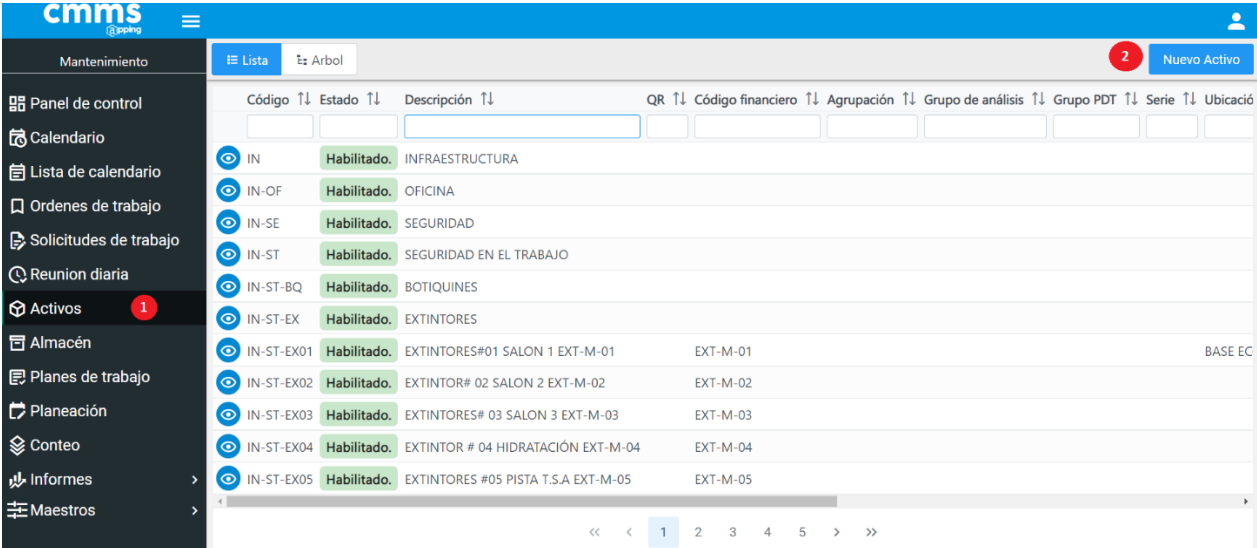
5.5 IMPLEMENTACIÓN EN EL CMMS

Se crea un acuerdo comercial con la empresa APPING LAB, la cual presta el servicio de CMMS para el control de activos de ECCOSIS ingeniería S.A.S. que aporta y se ajusta en gran parte a la necesidad del mantenimiento.

5.5.1 Creación de activos.

Una vez se da inicio a la implementación del plan de mantenimiento en el CMMS, lo que se debe hacer es la alimentación de datos, en este caso creando activos a los cuales se les va a realizar llevar la trazabilidad, teniendo en cuenta la taxonomía elaborada.

Figura 11. Menú principal CMMS.



Código	Estado	Descripción	QR	Código financiero	Agrupación	Grupo de análisis	Grupo PDT	Serie	Ubicación
IN	Habilitado	INFRAESTRUCTURA							
IN-OF	Habilitado	OFICINA							
IN-SE	Habilitado	SEGURIDAD							
IN-ST	Habilitado	SEGURIDAD EN EL TRABAJO							
IN-ST-BQ	Habilitado	BOTIQUINES							
IN-ST-EX	Habilitado	EXTINTORES							
IN-ST-EX01	Habilitado	EXTINTORES#01 SALON 1 EXT-M-01		EXT-M-01					BASE EC
IN-ST-EX02	Habilitado	EXTINTOR# 02 SALON 2 EXT-M-02		EXT-M-02					
IN-ST-EX03	Habilitado	EXTINTORES# 03 SALON 3 EXT-M-03		EXT-M-03					
IN-ST-EX04	Habilitado	EXTINTOR # 04 HIDRATACIÓN EXT-M-04		EXT-M-04					
IN-ST-EX05	Habilitado	EXTINTORES #05 PISTA T.S.A EXT-M-05		EXT-M-05					

1. **Activos:** Permite consultar y visualizar todo el módulo de activos, ya sean creados o para crear y además permite filtrarlos, por código taxonómico, estado, descripción, entre otros.
2. **Nuevo Activo:** Permite crear activos, por código (definido por taxonomía) y descripción.

Figura 12. Pestaña de nuevo activo.

Nuevo activo

Código*

OP-TA-CS 3

Descripción*

CUERDA SEMIESTATICA 4

236

Cancelar Guardar

3. **Código:** se agrega el código definido para el activo que se quiere agregar basado en la clasificación taxonómica que se realizó para cada uno “OP-TA-CS”.
 4. **Descripción:** Insertar nombre de activo “CUERDA SEMIESTATICA”.
- GUARDAR.**

Figura 13. Información de activo.

OP-TA-CS

Activo Información Ordenes y Calendario

Fotos

Estado*

Habilitado. 5

Activo padre

[OP-TA] PISTA DE CAPACITACIÓN FIJA TSA 6

Especialidad*

TA - EQUIPOS DE TA

CAMARAS - CAMARAS

INSPECCION - INSPECCION

PRODUCCIÓN - PRODUCCIÓN

AIRES - EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN DE OFICINAS Y CAPACITACIÓN 8

QR

Departamento*

NA - NO APLICA 7

Centro de costo*

Grupo de análisis

Código financiero



Modelo

5. **Estado:** Declaración de activo como habilitado o inhabilitado.
6. **Activo padre:** Se crea activo padre para visualizar o buscar en vista de árbol.

7. **Departamento:** Selección de departamento “NA – NO APLICA”, si pertenece el activo a uno en específico.
8. **Especialidad:** Escoger la especialidad a la que pertenece el activo, para este caso es “TA – EQUIPOS DE TA”, que son los activos que pertenecen a la pista de capacitación fija.

GUARDAR.

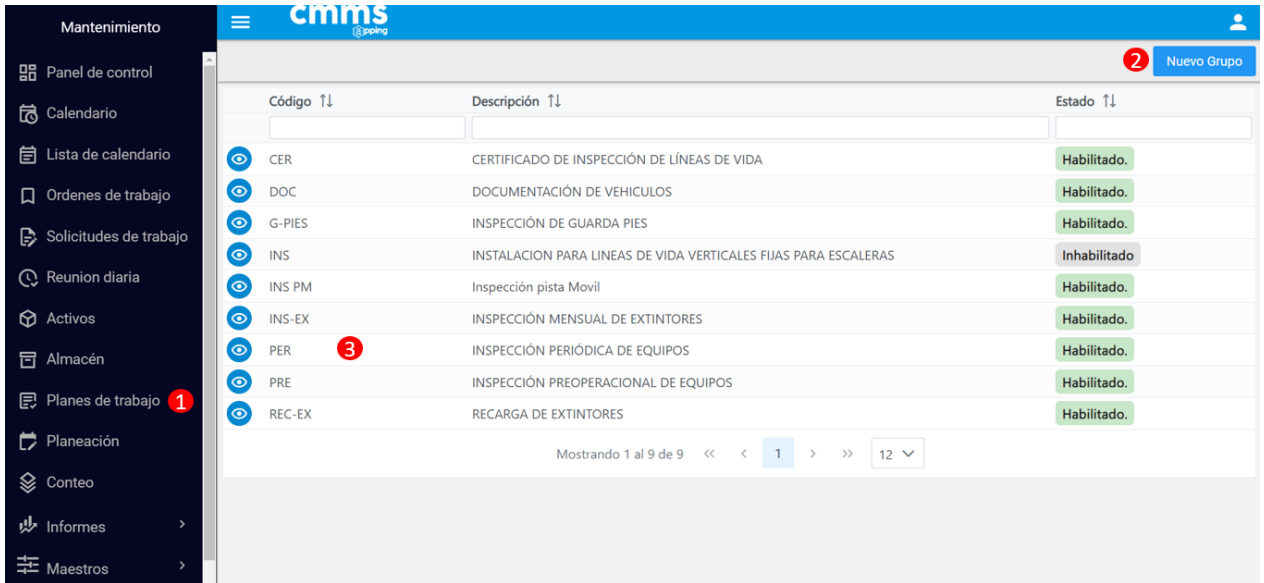
Figura 14. Hoja de vida en PDF.

ECCOSIS INGENIERIAS S.A.S.		Informe de hoja de vida	DESDE 2023-04-03
		OP-TA-LV02	HASTA 2023-06-06
DATOS DE IDENTIFICACIÓN			
Activo:	OP-TA-LV02	Descripción:	LINEA DE VIDA VERTICAL EN CUERDA 3760410 DE LA PISTA DE CAPACITACIÓN FIJA TSA
Estado:	Habilitado.	QR:	
Departamento:	NO APLICA	Especialidad:	EQUIPOS DE PISTA FIJA TSA
Centro de costo:	PISTA DE CAPACITACIÓN FIJA TSA	Agrupación:	
Grupo de análisis:		Grupo PDT:	
Código financiero:	3760410	Activo padre:	LINEAS DE VIDA VERTICALES
Marca:	NEW ENGLAND ROPES	Modelo:	NP
Serie:	140417743	Criticidad:	
Identificador 1:		Identificador 2:	
Ordenador:		Tiempo Funcionamiento (horas):	
Fecha de calibración:	NA	Frecuencia de calibración:	0
Fecha de verificación:	NA	Frecuencia de verificación:	0
Usuario:	Mantenimiento	Fecha Creacion:	2023-01-18
Comentario:		:	
FOTOS			
			
ATRIBUTOS			
Atributo	Valor		
CODIGO	140417743		

La orden de trabajo que crea el CMMS es fundamental para la trazabilidad, puesto que contiene información relevante del activo como los atributos del fabricante y adicionalmente cada actividad que se realiza a los distintos equipos desde el área de mantenimiento.

5.5.2 Planes de trabajo.

Figura 15. Menú principal CMMS.



1. **Planes de trabajo:** Permite consultar y visualizar todo el módulo de plan de trabajo, ya sean creados o para crear y además permite filtrarlos.
2. **Nuevo grupo:** Permite crear grupo para rutinas, con código, descripción y estado (habilitado o inhabilitado).

Figura 16. Nuevo grupo de trabajo.

The screenshot shows a modal form titled 'Nuevo grupo de trabajo'. It has three input fields: 'Código*' with the value 'PER' (marked with a red '4'), 'Descripción*' with the value 'INSPECCIÓN PERIÓDICA DE EQUIPOS' (marked with a red '5'), and 'Estado*' with a dropdown menu showing 'Habilitado.' (marked with a red '6'). At the bottom right, there are two buttons: 'Cancelar' and 'Guardar'.

3. **Código:** se agrega el código definido para el grupo que se quiere crear, basado en la planeación o check list de inspección o verificación a realizar, para este caso PER.

4. **Descripción:** Insertar nombre de la descripción apropiada del grupo “INSPECCIÓN PERIÓDICA DE EQUIPOS”.
5. **Estado:** Se crea en estado habilitado por defecto, pero si por alguna razón no quiere seguir contando con dicha rutina, se inhabilita y ya no se permite realizar nuevamente.

GUARDAR.

Figura 17. Editar grupo de trabajo.

Editar grupo de trabajo 🔖 ✕

Código*

Descripción*

Estado*
 ▾

Plan de Trabajo 6

7	+	Codigo	Descripcion	Estado
8	👁	A-TSA	INSPECCIÓN ANUAL DE EQUIPOS PARA TSA	Habilitado.
	👁	S-TSA	INSPECCIÓN SEMESTRAL DE EQUIPOS PARA TSA	Habilitado.
	👁	S-ESC	INSPECCION SEMESTRAL DE ESCALERAS	Habilitado.

6. **Plan de trabajo:** Se pueden crear una o más rutinas en un grupo, ya sea que varíen por condición o por frecuencia de tiempo, (normalmente son activos que comparten información, en este caso son equipos para trabajo en alturas).
7. **“más o agregar”:** Creación de grupo, con código y descripción para facilitar búsqueda, una vez se quiera seleccionar rutina para activo.
8. **Inspección anual:** Plan de trabajo creado para inspección de equipos en específico, se pueden crea o modificar según se requiera.

GUARDAR.

Figura 18. Editar plan de trabajo.

Editar Plan De Trabajo

Código*
A-TSA

Descripción*
INSPECCIÓN ANUAL DE EQUIPOS PARA TSA

Estado*
Habilitado

Número de Personas*
1

Especialidad*
PTA EQUIPOS DE PISTA FIJA TSA

Tipo de Orden*
INSPECCIÓN INS

Tipo de Frecuencia*
Año **9**

Valor de Frecuencia*
1 **10**

Tiempo de Ejecución*
60 **11**

Tiempo de Parada*
0

Actividades

12

#	Descripción
25	PIEZAS METALICAS
26	Con deformaciones o desgaste excesivo (deflexión, golpes, etc.)
27	Picaduras, bordes filosos, aplastamiento, grietas, quemaduras, abrasiones, etc.
28	Modificaciones en la pieza

9. **Tipo de frecuencia:** Selección de frecuencia, según el tiempo de ejecución de la actividad, por ejemplo: año, mes, semana, día o no se repite.
10. **Valor de frecuencia:** Selección de repeticiones en la frecuencia, para este caso 1, lo que corresponde a que se repite el evento 1 vez por año.
11. **Tiempo de ejecución:** tiempo preestablecido en que se va a ejecutar la rutina, el cual va a servir como indicador en la ejecución de la actividad.
12. **Actividades:** Insertar diferentes actividades que evalúan la conformidad de la inspección que le va a realizar al activo, ver **Figura 18**.

GUARDAR.

5.5.3 Planeación.

Figura 19. Menú principal CMMS.

Activo	Descripción activo	Descripción	Plan trabajo	Lista de repuestos	Fecha
IN-ST-EX01	EXTINTOR #01 SALON 1 EXT-M-01	INSPECCION MENSUAL DE EXTINTORES	INSPECCION MENSUAL DE EXTINTORES-INSPECCION DE ESTADO		07 mar. 2020
IN-ST-EX01	EXTINTOR #01 SALON 1 EXT-M-01	RECARGA DE EXTINTOR	RECARGA DE EXTINTORES-VERIFICACION DE FECHA DE RECARGA		01 nov. 2019
IN-ST-EX02	EXTINTOR #02 SALON 2 EXT-M-02	RECARGA DE EXTINTOR	RECARGA DE EXTINTORES-VERIFICACION DE FECHA DE RECARGA		01 ago. 2019
IN-ST-EX02	EXTINTOR #02 SALON 2 EXT-M-02	INSPECCION MENSUAL DE EXTINTORES	INSPECCION MENSUAL DE EXTINTORES-INSPECCION DE ESTADO		07 mar. 2020
IN-ST-EX03	EXTINTOR #03 SALON 3 EXT-M-03	INSPECCION MENSUAL DE EXTINTORES	INSPECCION MENSUAL DE EXTINTORES-INSPECCION DE ESTADO		16 mar. 2020
IN-ST-EX03	EXTINTOR #03 SALON 3 EXT-M-03	RECARGA DE EXTINTOR	RECARGA DE EXTINTORES-VERIFICACION DE FECHA DE RECARGA		01 ago. 2019
IN-ST-EX04	EXTINTOR #04 HIDRATACION EXT-M-04	RECARGA DE EXTINTOR	RECARGA DE EXTINTORES-VERIFICACION DE FECHA DE RECARGA		01 jul. 2019
IN-ST-EX04	EXTINTOR #04 HIDRATACION EXT-M-04	INSPECCION MENSUAL DE EXTINTORES	INSPECCION MENSUAL DE EXTINTORES-INSPECCION DE ESTADO		07 mar. 2020
IN-ST-EX05	EXTINTOR #05 PISTA T.S.A EXT-M-05	INSPECCION MENSUAL DE EXTINTORES	INSPECCION MENSUAL DE EXTINTORES-INSPECCION DE ESTADO		07 mar. 2020
IN-ST-EX05	EXTINTOR #05 PISTA T.S.A EXT-M-05	RECARGA DE EXTINTOR	RECARGA DE EXTINTORES-VERIFICACION DE FECHA DE RECARGA		01 ago. 2019
IN-ST-EX06	EXTINTOR #06 SALON 04 EXT-M-06	RECARGA DE EXTINTOR	RECARGA DE EXTINTORES-VERIFICACION DE FECHA DE RECARGA		01 ago. 2019
IN-ST-EX06	EXTINTOR #06 SALON 04 EXT-M-06	INSPECCION MENSUAL DE EXTINTORES	INSPECCION MENSUAL DE EXTINTORES-INSPECCION DE ESTADO		07 mar. 2020
IN-ST-EX07	EXTINTOR #07 OPERACIONES EXT-M-07	INSPECCION MENSUAL DE EXTINTORES	INSPECCION MENSUAL DE EXTINTORES-INSPECCION DE ESTADO		07 mar. 2020
IN-ST-EX07	EXTINTOR #07 OPERACIONES EXT-M-07	RECARGA DE EXTINTOR	RECARGA DE EXTINTORES-VERIFICACION DE FECHA DE RECARGA		01 ago. 2019
IN-ST-EX08	EXTINTOR #08 COMERCIAL EXT-M-08	RECARGA DE EXTINTOR	RECARGA DE EXTINTORES-VERIFICACION DE FECHA DE RECARGA		01 ago. 2019

1. **Planeación:** submenú que brinda la posibilidad de crear o cargar una planeación a un activo para controlarlo con una frecuencia determinada.
2. **Nueva planeación:** Creación de planeación con valores específicas y seleccionando una rutina, la cual fue creada como plan de trabajo.
3. **Activo programado:** Se genera lista de cada uno de los activos que se van programando, los cuales pueden ser editados a necesidad.

Figura 20. Editar planeación.

Editar Planeacion 🔍 ✕

Descripción*

INSPECCIÓN ANUAL DE EQUIPOS ESPACIOS CONFINADOS

Activo*

[OP-EC-ES001] ESLINGA 3893026 DE LA PISTA DE CAPACITACIÓN DE ESPACIOS CONFINADOS 4 ▼

Plan de Trabajo*

[INSPECCIÓN PERIÓDICA DE EQUIPOS] INSPECCIÓN ANUAL DE EQUIPOS PARA TSA 5 ▼

Lista de Repuesto

▼

Usuario*

Mantenimiento 6 ▼

Prioridad*

B Baja 7 ▼

Estado*

Habilitado. ▼

Autogenerar Orden 8

Fecha Inicio*

📅 2023-02-03 07:30 9 ✕

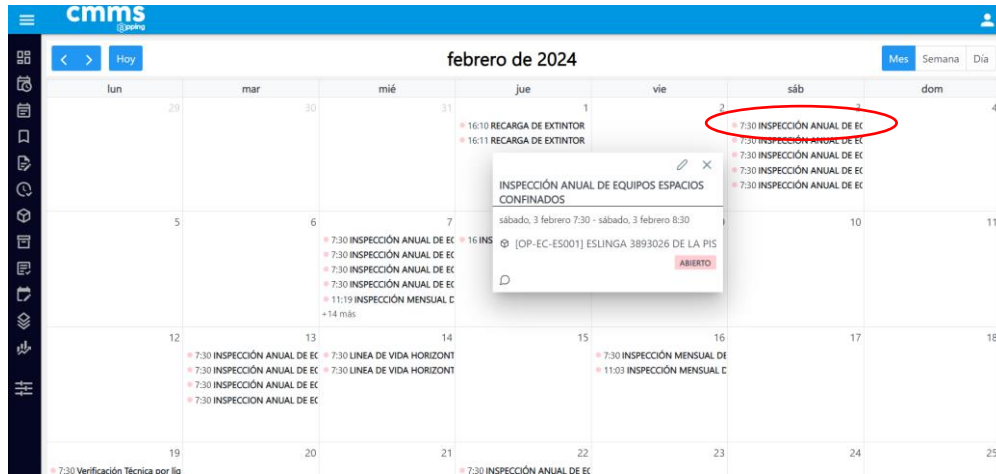
Fecha Fin

📅 Fecha Fin

4. **Activo:** Selección de activo para planear y asignar plan de trabajo.
5. **Plan de trabajo:** Selección de plan de trabajo, para este caso inspección anual de equipos para TSA.
6. **Usuario:** Se designa un responsable para ejecutar la actividad.
7. **Prioridad:** Selección de nivel de atención asignado al requerimiento.
8. **Autogenerar orden:** Se selecciona, si una que llegue la fecha inicial, se quiere que genere automáticamente una orden de trabajo.
9. **Fecha inicio y fin:** Fecha de inicio, se selecciona cuando se quiere que inicie la intervención a el activo, la fecha fin es el plazo máximo para la entrega de la actividad.

GUARDAR.

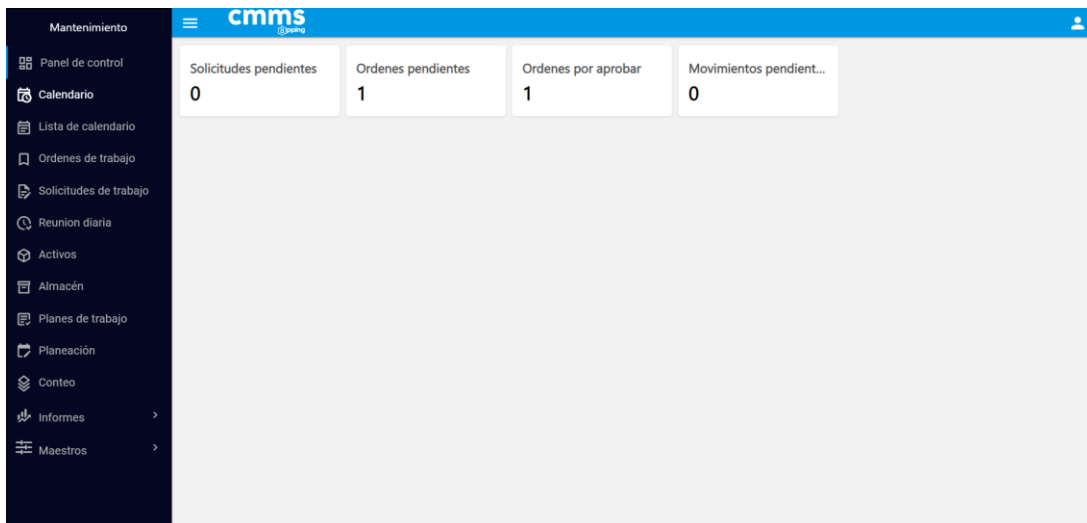
Figura 21. Calendario de programación.



Se puede evidenciar la programación de los activos por fecha en la vista de calendario, donde se ven específicamente cada uno de los activos que están programados por día. Adicionalmente en la creación se deja con autogenerar y un responsable, el cual va a realizar la inspección y/o certificación y anexas.

5.5.4 Ordenes de trabajo.

Figura 22. Órdenes y solicitudes.



En el panel de control de cada usuario, se pueden evidenciar todas las actividades que han sido programadas y solicitudes que han sido cargadas a su perfil.

Figura 23. Ordenes pendientes.

Orden	RD	Fecha creación	Título	Etapas	Responsable	Activo	Descripción
OT-114-23		09 may. 2023 06:00 AM	LINEA DE VIDA VERTICAL EN CUERDA - INSPECCIÓN PERIODICA	Pendiente	Bodegas		OP-TA-LV02 LINEA DE VIDA VERTICAL EN CUERDA 3760410 DE LA PISTA DE CAPACIT

Además de evidenciar el registro a detalle de la orden, se puede revisar el número específico o consecutivo de la orden y el equipo, acompañado de su taxonomía para identificar más fácil a que localización pertenece, finalmente se puede observar en qué estado o etapa se encuentra. Siendo “pendiente” el caso de la **Figura 23**.

Figura 24. Orden específica.

OT-114-23

Orden | Actividades | Personal | Repuestos | Aprobación

Título* (1)
LINEA DE VIDA VERTICAL EN CUERDA - INSPECCIÓN PERIODICA

Descripción*
LINEA DE VIDA VERTICAL EN CUERDA - INSPECCIÓN PERIODICA

Activo*
[OP-TA-LV02] LINEA DE VIDA VERTICAL EN CUERDA 3760410 DE LA PISTA DE CAPACITACIÓN FIJA TSA

Especialidad* (2)
INS INSPECCION

Tipo de orden*
INSPECCIÓN INS

Solicitud
[eye icon]

Prioridad*
A Alta

Es retrabajo Programado (3)

Autor
Mantenimiento

Fecha creación
09 may. 2023 06:00 AM

Fecha inicio* (4)
2023-05-09 08:00

Fecha fin* (5)
2023-05-09 09:00

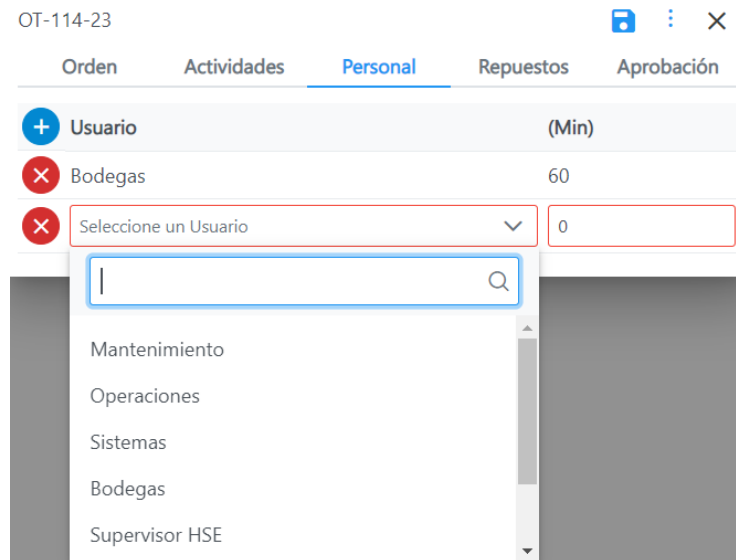
1. **Orden:** Muestra toda la información general de la orden de trabajo, como tiempo, descripción, activo y tipo de orden.
2. **Especialidad:** depende de a donde pertenece el equipo y/o el tipo de trabajo que se va a realizar, por ejemplo, pista de capacitación TSA, cámaras, inspección, producción, equipos de refrigeración, entre otros.
3. **Procedencia:** Puede ser programado o retrabajo, que ocurre si se vuela a abrir la orden porque no fue aprobada.
4. **Fecha inicio:** Registro de la fecha en que inicia la actividad. Acompañado de la hora.
5. **Fecha fin:** Registro de la fecha en que termina la actividad, acompañado de la hora.

Figura 25. Actividades OT.

Orden	Actividades	Personal	Repuestos	Aprobación		
+ Nueva Actividad		+ Agregar PDT				
1	CONDICION DE LA REATA O CORREA	Por ejecutar	En progreso	En pausa	Completa	3
2	Cortes en las costuras o rotura del tejido	Por ejecutar	En progreso	En pausa	Completa	3
3	Decoloración	Por ejecutar	En progreso	En pausa	Completa	3
4	Contacto con productos Químicos visibles	Por ejecutar	En progreso	En pausa	Completa	3
5	PIEZAS PLASTICAS	Por ejecutar	En progreso	En pausa	Completa	0
6	Existen en el equipo	Por ejecutar	En progreso	En pausa	Completa	3
7	Picaduras, bordes filosos, aplastamiento, grietas, abrasiones, etc.					

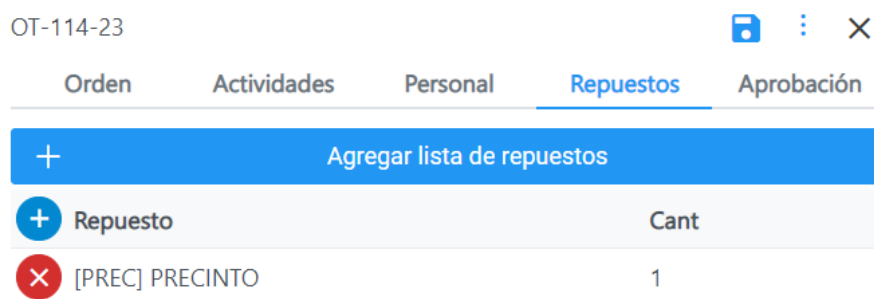
Registro de actividades, que se generaron desde el plan de trabajo como se evidencia en la **Figura 25**, o la puede crear el ejecutante, según sea el desarrollo de la actividad.

Figura 26. Personal OT.



Inicialmente si la OT, fue asignada a un ejecutante y este desarrolla un plan de trabajo, ya sea creado o llamado, él va a tener el tiempo de ejecución total por actividad y adicionalmente se pueden agregar usuarios que pudieron hacer parte de la OT.

Figura 27. Repuestos OT.



Lista de repuestos utilizados para la actividad y la cantidad correspondiente.

Figura 28. Aprobación OT.

OT-114-23

Orden Actividades Personal Repuestos **Aprobación**

Responsable*
Bodegas

Supervisor*
Mantenimiento

Solicitante/Recibe*
Mantenimiento

Etapa*
Pendiente
Finalizada
Anulada

Certificado de inspeccion

Una vez el responsable o ejecutante, de su aprobación o cierre de la actividad, queda pendiente la aprobación por parte del supervisor y el solicitante, siendo mantenimiento en este caso, adicionalmente se pueden cargar archivos en PDF, para este caso se están almacenando las inspecciones con foto y firma en el formato creado por la empresa para esta actividad.

Figura 29. Finalización OT.

OT-114-23

Orden Actividades Personal Repuestos **Aprobación**

Responsable*
Bodegas

Supervisor*
Mantenimiento

Solicitante/Recibe*
Mantenimiento

Etapa*
Finalizada

Observaciones y adjuntos

+ Descripción

Certificado de inspeccion

Duplicar
PDF

El software permite obtener la información global de la OT, en PDF o duplicar la información, si se requiere de una OT con características similares o equipos del mismo tipo, con la misma rutina.

Figura 30. PDF orden de trabajo.

ECCOSIS INGENIERIA S.A.S.		Orden de Trabajo OT-114-23		Fecha Inicio: May 9 2023 1:00PM	Fecha Fin: May 9 2023 2:00PM
DATOS DE IDENTIFICACIÓN					
Título:	LINEA DE VIDA VERTICAL EN CUERDA - INSPECCIÓN PERIODICA	Descripción:	LINEA DE VIDA VERTICAL EN CUERDA - INSPECCIÓN PERIODICA		
Activo:	OP-TA-LV02	Descripción:	LINEA DE VIDA VERTICAL EN CUERDA 3760410 DE LA PISTA DE CAPACITACIÓN FIJA TSA		
Especialidad:	INSPECCION	Tipo de Orden:	INS		
Es retrabajo:	No	Programado:	Si		
Autor:	Mantenimiento	Fecha Creacion:	May 9 2023 6:00AM		
ACTIVIDADES REALIZADAS					
#	Descripción	Comentario	Tiempo (min)	Valor	
1	CONDICION DE LA REATA O CORREA		3	Completa	
2	Cortes en las costuras o rotura del tejido		3	Completa	
3	Decoloración		3	Completa	
4	Contacto con productos Químicos visibles		3	Completa	
5	PIEZAS PLASTICAS		0	En pausa	
6	Existen en el equipo		3	Completa	
7	Picaduras, bordes filosos, aplastamiento, grietas, abrasiones, etc.		3	Completa	
8	Estiramiento excesivo		3	Completa	
9	Fractura		3	Completa	
10	Quemaduras		3	Completa	
11	PIEZAS MECANICAS CON MOVIMIENTO		1	Completa	
12	Desgaste excesivo o deformados		3	Completa	
13	Picaduras, grietas, quemaduras, abrasiones, etc.		3	Completa	
14	Fallas en el mecanismo		3	Completa	
15	Apertura de garganta excesiva respecto al diámetro del elemento a la cual se debe fijar (fijaciones).		3	Completa	
16	Ajuste inadecuado o incorrecto de los cierres de resortes o de seguridad (Enganches)		3	Completa	
17	Fallas en el sistema de bloqueo automático		3	Completa	
18	PIEZAS METALICAS		1	Completa	

El PDF, es muy útil, puesto que recopila toda la información de la orden, desde los datos básicos del activo, hasta el tipo de rutina, con los comentarios y fotos agregadas por el ejecutante en cada rutina; permite observar tiempos, participante, repuestos, aprobación y comentarios que podrán ser agregados por cada aprobador; en el

Apéndice F, se ilustra la continuación de dicha OT con toda la información pertinente a una actividad específica, aportando datos que serán almacenados y se crearan también como indicadores en el software.

5.5.5 Solicitudes de trabajo

La solicitud de trabajo es una herramienta que ayuda a la creación de órdenes de trabajo, se utiliza generalmente para los correctivos, donde un usuario al realizar una nueva solicitud, selecciona de una lista de opciones, la persona o área a la que va dirigida y esta luego será evaluada por el ingeniero de mantenimiento, para ser creada.

Figura 31. Solicitudes de trabajo.

Solicitud	Fecha creación	Título	Autor	Estado	Activo	Ordenes	Descripción
ST-13-23	18 abr. 2023 11:22 AM	INSPECCIÓN DE SEGURIDAD ANDAMIO COLGANTE	Mantenimiento	Finalizado	OP-TA	OT-93-23	PISTA DE CAPACITACIÓN FIJA TSA
ST-11-23	18 abr. 2023 11:17 AM	FUMIGACIÓN DE BASE	Mantenimiento	Finalizado	PE	OT-92-23	ECCOSIS
ST-11-23	18 abr. 2023 11:15 AM	MANTENIMIENTO GENERAL DE PISTA DE CAPACITACIÓN FIJA TSA	Mantenimiento	Finalizado	OP-TA	OT-91-23	PISTA DE CAPACITACIÓN FIJA TSA
ST-10-23	18 abr. 2023 10:21 AM	INSPECCIÓN DE SEGURIDAD - PISTA MÓVIL	Mantenimiento	Finalizado	OP-TM	OT-89-23, OT-90-23	PISTA DE CAPACITACIÓN MOVIL
ST-9-23	31 mar. 2023 10:56 AM	MOSQUETÓN DE ALUMINIO, SISTEMA DE SEGURO EN FALLA	Mantenimiento	Finalizado	OP-TA-MQ05		MOSQUETÓN A05 DE LA PISTA DE CAPACITACIÓN FIJA
ST-8-23	22 feb. 2023 12:02 PM	FALLA DE NEVERA	HSEQ	Finalizado	IN	OT-18-23	INFRAESTRUCTURA
ST-7-23	22 feb. 2023 11:57 AM	ARNES DIELECTRICO IMPACTADO	HSEQ	Finalizado	OP-TA-AR014	OT-19-23	ARNES DIELECTRICO 3760718 DE LA PISTA DE CAPACITACIÓN
ST-6-23	13 feb. 2023 08:46 AM	Mantenimiento aire salon 4	Supervisor HSE	Finalizado	IN-TE-AA10	OT-16-23	AIRES ACONDICIONADOS SALON 4
ST-5-23	13 feb. 2023 08:44 AM	Mantenimiento aire salón 4	Supervisor HSE	Finalizado	IN-TE-AA09	OT-17-23	AIRES ACONDICIONADOS SALON 4
ST-4-23	06 feb. 2023 11:59 AM	INSPECCIÓN PERIODICA DE PÉRTIGA	Mantenimiento	Finalizado	OP-TA-PT02	OT-13-23	PÉRTIGA 1240 DE LA PISTA DE CAPACITACIÓN FIJA TSA
ST-3-23	06 feb. 2023 11:56 AM	INSPECCIÓN PERIODICA DE PÉRTIGA	Mantenimiento	Finalizado	OP-TA-PT01	OT-12-23	PÉRTIGA 1252 DE LA PISTA DE CAPACITACIÓN FIJA TSA
ST-2-23	05 ene. 2023 09:33 AM	ID	Mantenimiento	Finalizado	OP-TA-ID002	OT-2-23	DESCENDEADOR ID 0055 DE LA PISTA DE CAPACITACIÓN FIJA TSA
ST-1-23	03 ene. 2023 08:20 AM	Cambio de Tula o reparación	Mantenimiento	Finalizado	OP-TA-KR01	OT-1-23	KIT DE RESCATE #1 DE LA PISTA DE CAPACITACIÓN FIJA TSA
ST-1-22	29 dic. 2022 15:55 PM	Inspeccion del arnes 1235	Mantenimiento	Finalizado	OP-TA-AR012	OT-1-22	ARNES 3892997 DE LA PISTA DE CAPACITACIÓN FIJA TSA

- Solicitudes de trabajo:** En el menú principal se evidencia la opción para la creación de solicitudes de trabajo, que se crean según la necesidad del usuario.
- Nueva solicitud:** Creación de la solicitud, con la información necesaria para hacer que el usuario final, pueda ejecutar dicha actividad y la trazabilidad sea almacenada.
- Solicitud creada:** Se pueden evidenciar una a una de ellas, con el estado si está pendiente, finalizada o anulada, el creador de la orden, y el activo al que se le asigno dicha orden.

Figura 32. Pestaña de nueva solicitud I.

The screenshot shows a web form titled 'Nueva solicitud' with the following fields and callouts:

- 4:** Titulo* (Title): Instalación de alarma de evacuación
- 5:** + Detalle del problema (button)
- 6:** Descripción* (Description): No se encuentra alarma de evacuación.; Pista de espacios confinados.; Emergencia o evacuación del área.; Si depende, en caso de evacuación.; Puede crecer el riesgo, por autoconfianza.; No se realiza simulacro de evacuación o emergencia.
- 7:** Activo* (Active): [OP-EC] PISTA DE CAPACITACIÓN DE ESPACIOS CONFINADOS
- 8:** Especialidad* (Specialty): CON ESPACIOS CONFINADOS
- 9:** Tipo de solicitud* (Request type): HSE HSE
- 10:** Prioridad* (Priority): B Baja

Buttons at the bottom: Cancelar (Cancel) and + Crear (Create).

- 4. Título:** Nombre de la actividad a realizar y que va llevar la orden de trabajo en caso de ser aprobada.
- 5. Detalle del problema:** Implementa la estrategia de 5W+1H.

Figura 33. Metodología 5W+1H.

The screenshot shows a form titled '5W+1H' with the following questions and answers:

- ¿Qué? ¿Qué hace evidente el problema?***: No se encuentra alarma de evacuación.
- ¿Dónde? ¿En qué lugar o parte de la máquina?***: Pista de espacios confinados.
- ¿Cuándo? ¿Bajo qué circunstancia ocurre el problema?***: Emergencia o evacuación del área.
- ¿Quién? ¿Depende de las actuaciones humanas?***: Si depende, en caso de evacuación.
- ¿Cuál? ¿Hay una tendencia de problema?***: Puede crecer el riesgo, por autoconfianza.
- ¿Cómo? ¿Cómo se presenta?***: No se realiza simulacro de evacuación o emergencia.

- 6. Descripción:** Se describe el tipo de falla o la actividad que se quiere realizar, con posibles fallas o descripción de la falla presentada.
- 7. Activo:** Selección del activo al que se planea a realizar la acción correctiva o actividad de mejora.

8. **Especialidad:** Lista de especialidades a donde se cargarán diferentes acciones como: Equipos de refrigeración, espacios confinados, trabajo en alturas, pista móvil y demás.
9. **Tipo de solicitud:** Sirve para tener una relación cercana al centro de costos, o área, en este caso HSE, pero pudo ser de capacitación, comercial o mantenimiento.
10. **Prioridad:** Alta, media o baja, según se considere en el momento de la creación de la solicitud.

figura 34. Pestaña de nueva solicitud II.

¿Es falla funcional y requiere ejecución inmediata?

SI
 NO

Anormalidad

Lugares inseguros Condiciones que puedan generar un accidente laboral o ambiental

[X Cancelar](#)
[+ Crear](#)

11. **Falla funcional:** Pregunta si es falla funcional y por consiguiente requiere ejecución inmediata.
12. **Anormalidad:** Lista de selección para detección de fallas o anomalías, como fallas menores, lugares de difícil acceso, condiciones básicas LILA, Fuentes de contaminación, Lugares inseguros.

Crear o cancelar.

Figura 35. Estado de orden abierta.

Solicitud	Fecha creación	Titulo	Autor	Estado	Activo	Ordenes	Descripción
ST-14-23	05 jun. 2023 14:59 PM	Instalación de alarma de evacuación	Mantenimiento	Abierto	OP-EC		PISTA DE CAPACITACIÓN DE ESPACIOS CONFINADO
ST-13-23	18 abr. 2023 11:22 AM	INSPECCIÓN DE SEGURIDAD ANDAMIO COLGANTE	Mantenimiento	Finalizado	OP-TA	OT-93-23	PISTA DE CAPACITACIÓN FIJA TSA
ST-12-23	18 abr. 2023 11:17 AM	FUMIGACIÓN DE BASE	Mantenimiento	Finalizado	PE	OT-92-23	ECCOSIS
ST-11-23	18 abr. 2023 11:15 AM	MANTENIMIENTO GENERAL DE PISTA DE CAPACITACIÓN FIJA TSA	Mantenimiento	Finalizado	OP-TA	OT-91-23	PISTA DE CAPACITACIÓN FIJA TSA

En el menú principal en el apartado de solicitud de trabajo se muestra la nueva solicitud en estado abierto y a espera de orden de trabajo, si es asignada, como se evidencia en la **Figura 35** y será notificado al correo del super usuario (Ingeniero de Mantenimiento).

Figura 36. Notificación vía correo.



Se notifica al correo con un enlace directo para ver la solicitud con un consecutivo y dar respuesta inmediata si así se desea.

Figura 37. Pestaña de aprobación solicitud.

The screenshot shows the 'Aprobación' tab for work request ST-14-23. It features a header with 'Solicitud' and 'Aprobación' tabs. The form includes the following fields and buttons:

- Autor***: Mantenimiento
- Aprobador 1***: Mantenimiento (dropdown menu)
- Buttons: Sin revisar, **Aprobado**, Rechazado
- Aprobador 2***: HSEQ (dropdown menu)
- Buttons: Sin revisar, Aprobado, Rechazado
- Estado***: Abierto (dropdown menu)
- Table headers: Orden, Estado

En la **Figura 37**, se evidencia el autor o creador de la solicitud, el aprobador principal que por defecto es mantenimiento y los demás aprobadores a quienes corresponde la actividad.

Figura 38. Creación de OT.

Crear orden de trabajo

Tipo de orden*

INSTALACIÓN INT

Responsable*

Mantenimiento

Prioridad*

B Baja

Cancelar + Crear

Sin revisar Aprobado Rechazado

+ Crear orden de trabajo

Estado*

Abierto

Orden Estado

Una vez se tiene las dos aprobaciones, se crea una nueva pestaña para la creación de la orden, que se clasifica en:

1. **Tipo de orden:** Si la orden se trata de una acción correctiva, preventiva, de instalación, inspección o calibración.
2. **Responsable:** En este caso es la persona encargada de ejecutar la actividad y finalizar la orden de trabajo.
3. **Prioridad:** Aparece por defecto la clasificación que se le dio desde la solicitud, pero puede ser modificada si se considera necesario.

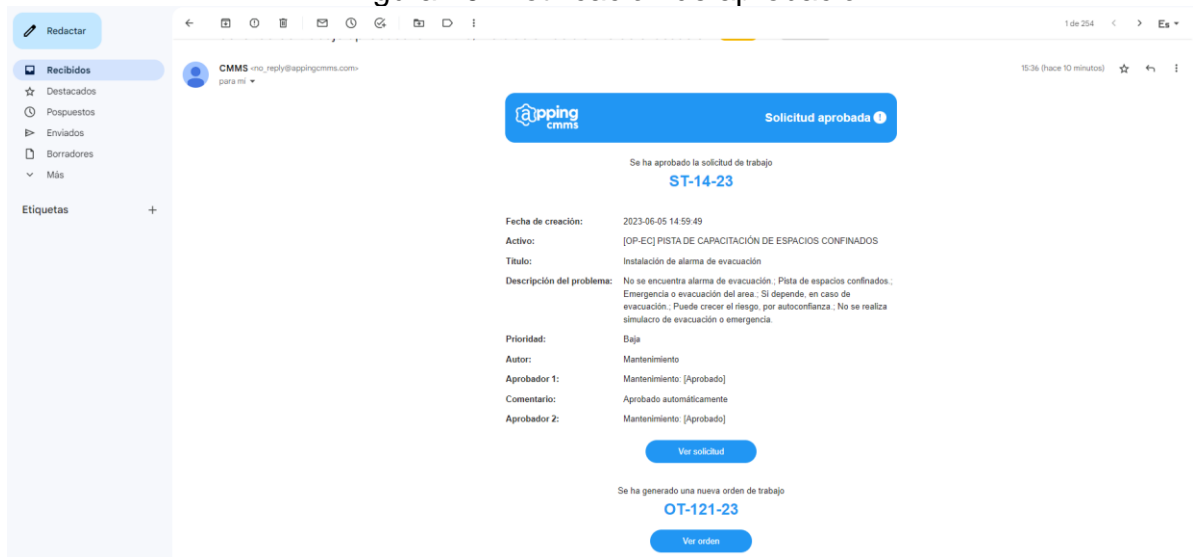
Crear o cancelar.

Figura 39. Orden de trabajo pendiente.

Orden	RD	Fecha creación	Título	Etapa	Responsable	Activo	Descripción
OT-121-23		05 jun. 2023 15:34 PM	Instalación de alarma de evacuación	Pendiente	Mantenimiento	OP-EC	PISTA DE CAPACITACIÓN DE ESPACIOS CONFINADOS

Se genera una nueva orden de trabajo que también es notificada vía correo electrónico a cada responsable. Se ejecuta y además contiene la misma información de ordenes de trabajo como se muestra desde la **Figura 23** a la **Figura 29**. En este caso se encuentra en estado pendiente y no se cambiará hasta que se ejecute la actividad y sea aprobada por los responsables de la orden.

Figura 40. Notificación de aprobación.



En el correo se puede apreciar el número de solicitud que ya se conocía con anterioridad y el número de orden de trabajo que fue generada por el software para dicha solicitud, además la información más relevante como los aprobadores y el estado de la solicitud.

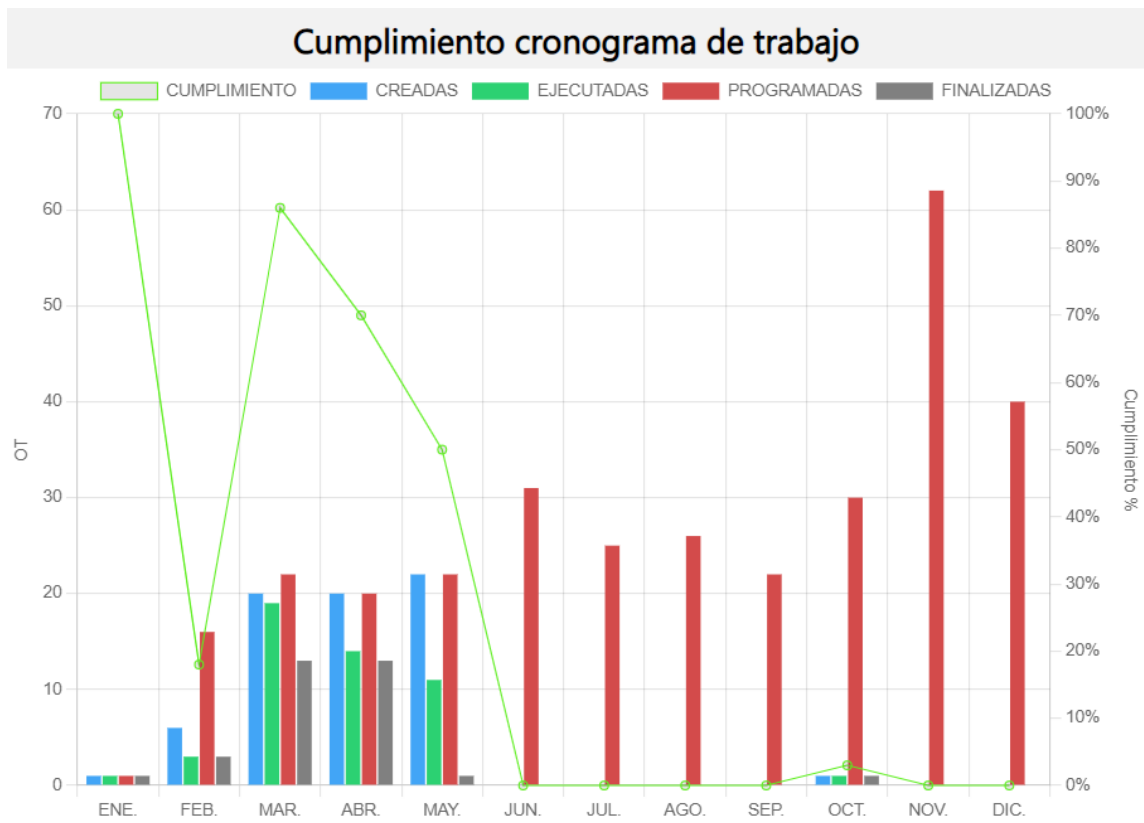
Nota: El cumplimiento de las ordenes de trabajo son responsabilidad del colaborador que la tenga a cargo, el no realizarla a tiempo puede afectar sus indicadores, y el no dimensionar el tiempo de ejecución también afecta la justificación de horas hombre, adicionalmente si se realizan notas aclaratorias y comentarios específicos, va a ser más fácil entender y ejecutar las actividades, desde cualquier nivel, ya sea gestión supervisión o ejecución.

5.5.6 Indicadores

Los indicadores son muy importantes para la toma de decisiones, ya que brindan un acercamiento al comportamiento del plan de mantenimiento y de las ordenes de trabajo, además de mostrar la tendencia de comportamiento, para poder predecir las actividades a las que se le debe dar mayor importancia.

5.5.6.1 Cumplimiento. Visualización de cumplimiento por meses, según las convenciones que relacionan las ordenes de trabajo creadas, ejecutadas, programadas y finalizadas.

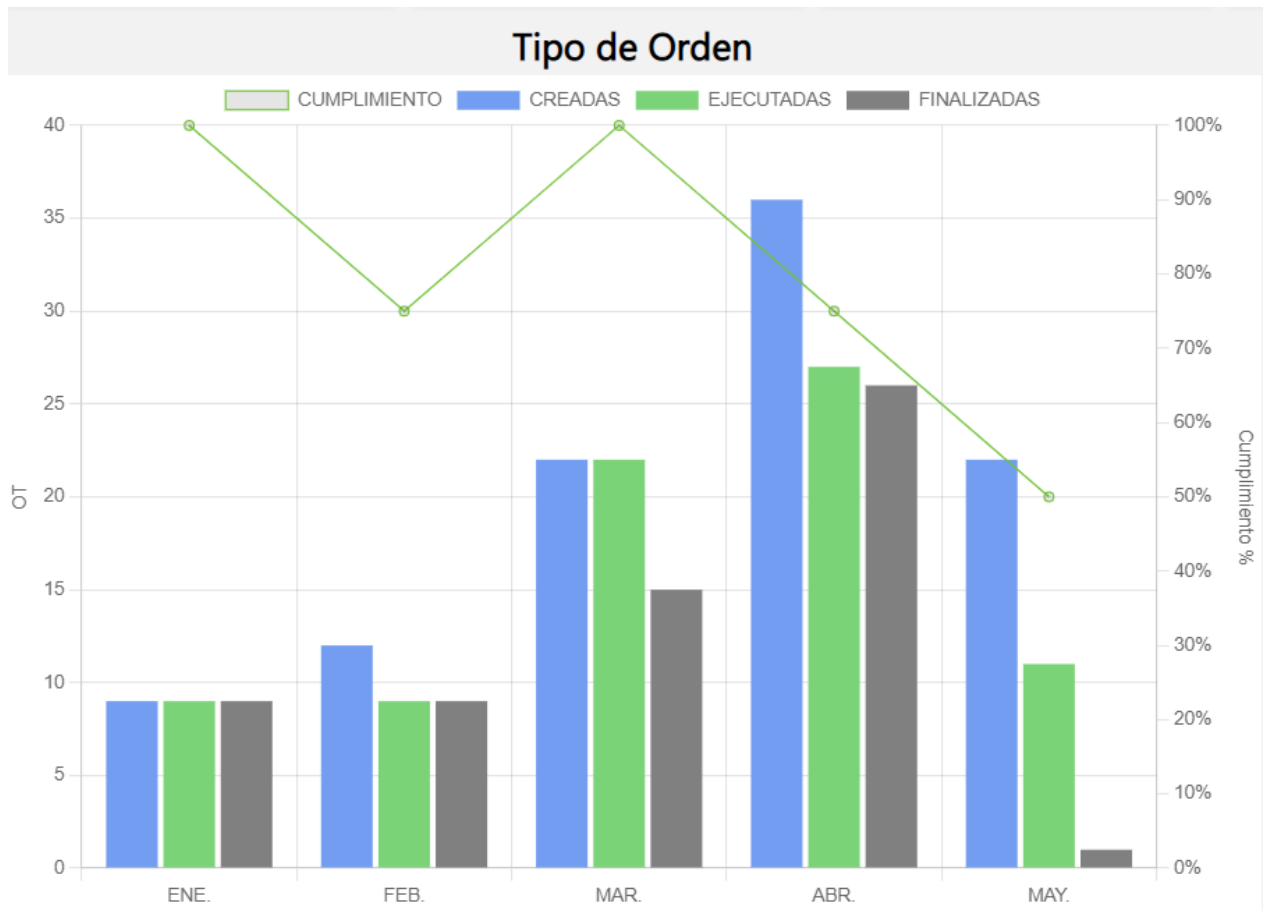
Figura 41. Cumplimiento cronograma.



Cada una de un color específico que los diferencia en el diagrama de barras, las que se encuentran en los últimos meses, son actividades que ya se encuentran cargadas al sistema, como actividades preventivas.

5.5.6.2. Tipo de orden. Existen diferentes tipos de orden de trabajo, de las cuales se evidencian las creadas, ejecutadas y finalizadas, además del cumplimiento, con respecto al mes actual, además de una línea de tendencia y/o comportamiento de las órdenes.

Figura 42. Tipo de Orden de trabajo.



Debido a que se encuentra en etapa de desarrollo la implementación del CMMS, los indicadores que se reflejan no brindan una certeza completa del trabajo, para poder disponer de indicadores más acertados, se deben cargar todos los activos, crear rutinas de mantenimiento y poner en marcha con cada uno de los usuarios disponibles.

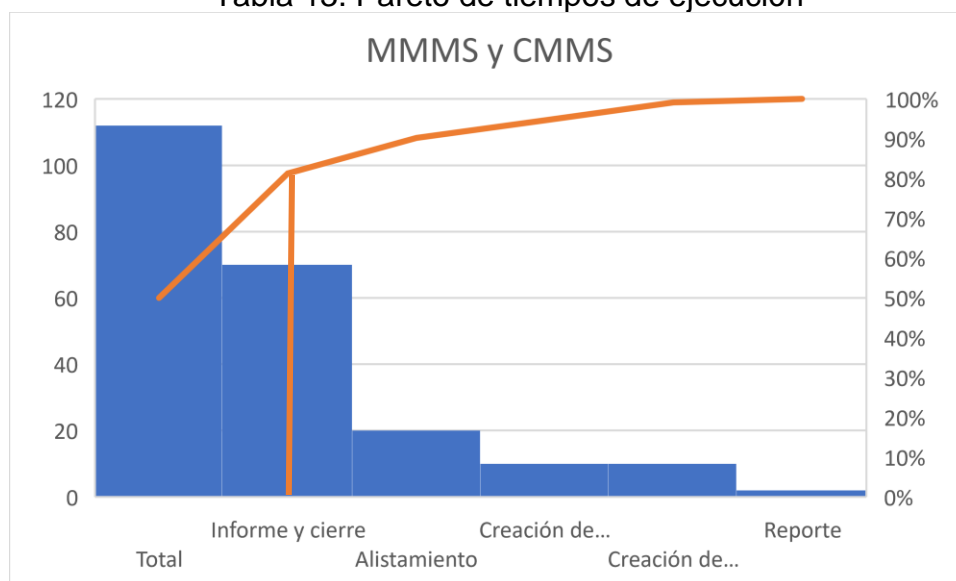
5.5.6.3. Tiempos de ejecución. Se realiza un comparativo de los tiempos administrativos de ejecución de las actividades de forma manual y de forma computarizada y se evidencia un cambio notorio en la reducción de los tiempos que conlleva la gestión, ver **Tabla 12**.

Tabla 12. Comparativo CMMS y MMMS.

Tiempo en minutos de ejecución de actividades en MMMS y CMMS						
Sistema	Reporte	Creación de Solicitud de Trabajo	Creación de Orden de Trabajo	Alistamiento	Informe y cierre	Total
MMMS	2	10	10	20	70	112
CMMS	2	5	3	15	10	35

La reducción de dichos tiempos se presenta según la tarea a realizar, con un 68,7% de diferencia y por consiguiente mayor eficiencia en los tiempos de ejecución de la actividad.

Tabla 13. Pareto de tiempos de ejecución



El cambio representativo se da en el informe final y cierre de las actividades, debido a que el CMMS convierte todos los datos y brinda la información necesaria, mientras que cuando se realiza mediante MMMS, es necesario analizar dichos datos y generar el informe respectivo, lo que ayuda fácilmente a la toma de decisiones y evitando pérdida de información.

6. ELABORACIÓN DE FRECUENCIA DE FALLAS A EQUIPO CRITICO

Inicialmente se realiza una inspección para verificar si la situación encontrada se encuentra de acuerdo a la condición deseada, según los criterios preestablecidos, se deben registrar las anomalías encontradas para luego eliminarlas.

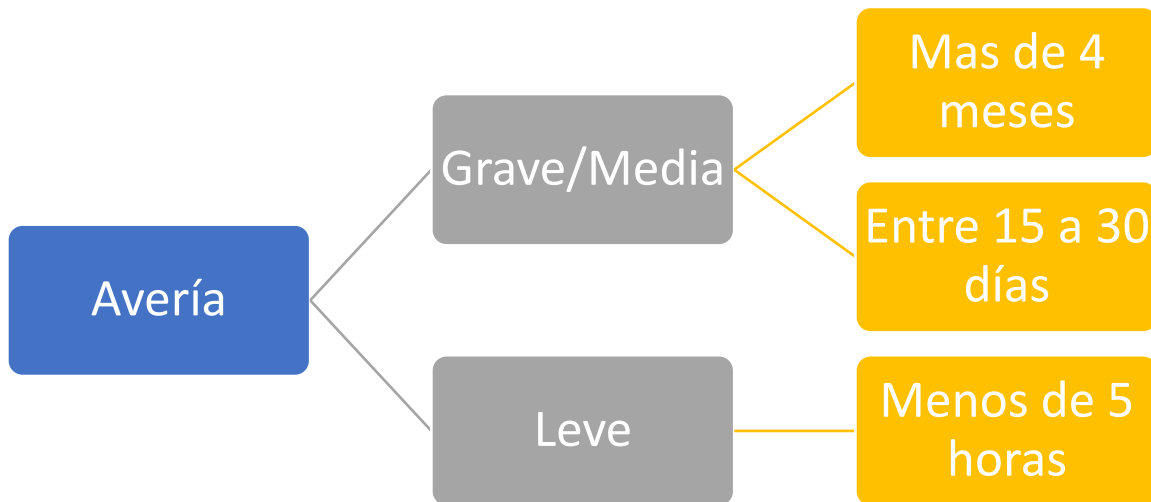
figura 43. Detección de fallas banco de pruebas.

Banco de pruebas para equipos contra caídas		
Detección		
Ítem	Tipo	Descripción
1	Fallas menores	·Pintura en mal estado
2	Lugares de difícil acceso	·Ajuste de línea de vida desde la plataforma, dificulta la instalación. ·Dificultad para cambio de posición de escalera tipo gato
3	Condiciones básicas	·Limpieza en motor de polipasto. ·Ajuste de espárragos.
4	Orden y elementos innecesarios	·Se evidencia maniquí para otro tipo de pruebas en el sitio. ·Herramientas cercanas al banco que pueden llegar ser afectadas por el ensayo, además no están organizadas o rotuladas
5	Fuentes de contaminación	No se evidencia contaminación (Sistemas hidráulico y neumático, debidamente sellados).
6	Lugares inseguros	·Bordes filosos de escalera superior e inferior. ·Falta de señalización de uso de EPP(caída de objetos).
7	Fuente de defectos de calidad	Sistema de sujeción y patrones pueden colisionar con la estructura y afectar el ensayo.

6.1 Evaluación de averías

Una avería se presenta cuando el equipo no puede seguir operando debido a una falla funcional, y se clasifican de la siguiente forma, basados en la necesidad y operación de la empresa, ver **Figura 44**.

Figura 44. Clasificación de averías.



Se tiene en cuenta la clasificación de averías para cuando se va a realizar el registro en la matriz de fallas por componente, la gravedad que representa para el mantenimiento y que tanto afecta la disponibilidad y la mantenibilidad, para poder determinar correctamente la frecuencia de falla y los sistemas que presentan mayor recurrencia de fallas.

Según el análisis de averías encontradas, tanto leves como medias o graves se puede inferir lo siguiente:

- ✓ Las fallas que se presentan tanto eléctricas como electrónicas corresponden al 34% mensual de fallas y todas son graves, lo que significa que se debe realizar un rediseño o una acción de monitoreo constante.
- ✓ Para las fallas mecánicas se evidencia un 17% de las graves y están centradas solo en elementos mecánicos.
- ✓ El 49% restante son fallas leves en el equipo y están relacionado con fallas mecánicas, de tipo neumático lubricación y elementos mecánicos.
- ✓ Los elementos mecánicos, aunque en su mayoría son frecuencias de tipo leve, presentan una gran cantidad de reportes, por lo que se debe prestar atención a la corrección de estas.
- ✓ Se recomienda implementar guías de control visual para el proceso.

Este análisis de modos de falla ayuda a identificar con mayor facilidad los sectores o componentes que presentan fallas y los concentradores de esfuerzos a los que se debe prestar mayor atención.

7. PROYECCIÓN

- ✓ Se quiere lograr disminución del stock de los equipos de alturas, para disminuir costos y lograr estrategias mantenibles para los equipos.
- ✓ Mantener los equipos correspondientes a ingeniería y llevar trazabilidad al 100% de los equipos pertenecientes a la empresa.
- ✓ Fortalecer el área de mantenimiento y lograr unanimidad con las demás, para trabajar en pro de la empresa.
- ✓ Implementar calidad en el proceso, para lograr la satisfacción de cada involucrado como cliente, proveedor, colaborador y demás.
- ✓ Hacer parte del diseño de estrategia y nuevas líneas de proceso con el fin de aportar en el pro de los ítems mantenibles.
- ✓ Agregar control de almacén, conteo y repuestos, identificar y mejorar centros de costos y departamentos, agregar planeación a todos los equipos y certificados de conformidad expedidos por el proveedor.
- ✓ Establecer procedimientos de inspección, lubricación, ajuste y limpieza específicos para cada activo, basados en su modo de operación.
- ✓ Manejar control de presupuesto anual para el área.
- ✓ Brindar respuesta oportuna a cada acción correctiva.
- ✓ Aumentar las acciones preventivas y disminuir las correctivas.
- ✓ Tener un nivel de eficiencia orientado a la excelencia y búsqueda de certificación bajo las normas ISO14224 y la ISO550001.

8. CONCLUSIONES

- Se desarrolla toda una metodología de mantenimiento con procedimientos y rutinas, formatos de reporte y ordenes de trabajo que recopilan información para realización de estrategias mantenibles.
- El cambio del MMMS a CMMS logra una reducción de los tiempos administrativos de mantenimiento de un 68,7%.
- Con la implementación de la taxonomía se logra separar los activos operacionales de los de infraestructura con una cantidad de 448 equivalentes al 81,3% y 103 equivalentes a 18,7% respectivamente.
- Al implementar la criticidad para los equipos, se pueden planear nuevas estrategias a los equipos, principalmente a los de mayor criticidad que representan 13% de los activos de la empresa tanto de infraestructura como operacionales, que a su vez representan el 12% y 13% respectivamente.
- El poder acceder a la información desde cualquier sitio con conexión es muy importante, principalmente en las actividades que se realizan fuera de las instalaciones.

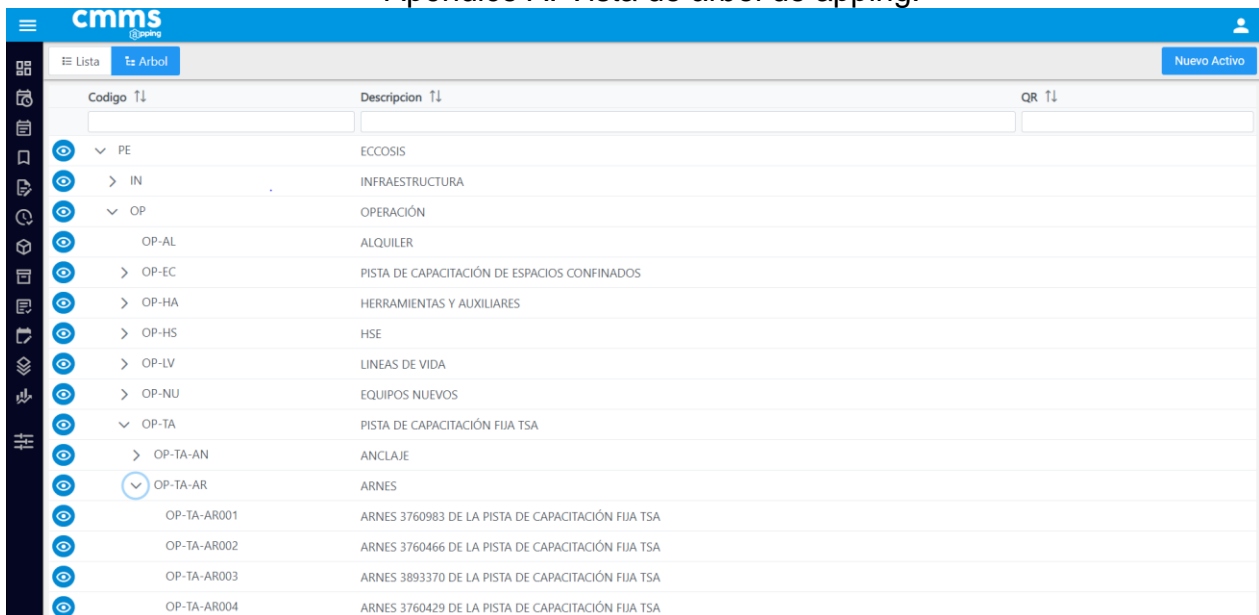
9. RECOMENDACIONES

- Se debe realizar y disponer de una persona calificada para el control del CMMS para obtener resultados y nuevas estrategias que mejoren el área.
- El administrador del proceso “Ingeniero de mantenimiento”, debe conocer el proceso, saber el comportamiento de los activos y los costos de los mismos en las diferentes etapas.
- Relacionamiento constante con las diferentes áreas y ejecución del plan de capacitación siempre que se presente una actualización en el proceso.
- Definir los perfiles y permisos que tienen los usuarios para el control y la ejecución en el CMMS, para no incurrir en fallas graves.
- Para realizar el diseño de la gestión de un mantenimiento, basados o soportado en un CMMS, se debe realizar una buena selección del mismo, no se debe sobredimensionar ni reducir con el fin de no incurrir en gastos innecesarios y no poder cumplir con las necesidades.

APENDICES

Se evidencia información relevante del proceso, con el fin de documentar las opciones diferentes y bondades que brinda el software y la implementación del diseño, como las herramientas que se usaban anteriormente para la gestión del mantenimiento.

Apéndice A. Vista de árbol de apping.



Codigo	Descripcion	QR
PE	ECCOSIS	
IN	INFRAESTRUCTURA	
OP	OPERACIÓN	
OP-AL	ALQUILER	
OP-EC	PISTA DE CAPACITACIÓN DE ESPACIOS CONFINADOS	
OP-HA	HERRAMIENTAS Y AUXILIARES	
OP-HS	HSE	
OP-LV	LINEAS DE VIDA	
OP-NU	EQUIPOS NUEVOS	
OP-TA	PISTA DE CAPACITACIÓN FIJA TSA	
OP-TA-AN	ANCLAJE	
OP-TA-AR	ARNES	
OP-TA-AR001	ARNES 3760983 DE LA PISTA DE CAPACITACIÓN FIJA TSA	
OP-TA-AR002	ARNES 3760466 DE LA PISTA DE CAPACITACIÓN FIJA TSA	
OP-TA-AR003	ARNES 3893370 DE LA PISTA DE CAPACITACIÓN FIJA TSA	
OP-TA-AR004	ARNES 3760429 DE LA PISTA DE CAPACITACIÓN FIJA TSA	

Vista de árbol de los activos, facilita el proceso de búsqueda si se tiene una taxonomía definida correctamente y diferenciación por áreas o pistas según convenga. Además, facilita el proceso de creación de activos o reubicación si se cambia de área el activo.

Apéndice B. Vista desde dispositivo móvil.



Desde el dispositivo móvil, se pueden evidenciar todas las actividades que se realizan desde el software en computador, pero resume información muy importante como por ejemplo si el activo está habilitado o inhabilitado, la ubicación y el código de inspección.





Apéndice C. Formato hoja de vida.

	SISTEMA GESTIÓN INTEGRADO		FO-CE-010-00	
	HOJA DE VIDA DE EQUIPOS TSA		2022/2018 PAGINA 1 DE 1	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				
NOMBRE DEL EQUIPO	ARNES TIPO Y			
FECHA DE FABRICACIÓN DEL EQUIPO	07/2022			
N° CODIGO DE INVENTARIO	1019387			
MARCA	INSAFE			
MODELO	IN-8007-1*			
SERIE	44			
REFERENCIA	IN-8007-1*			
CÓDIGO	44			
LOTE	27323			
FABRICANTE Y LUGAR DE ORIGEN	SOUTH AMERICA-COLOMBIA			
NORMAS QUE CUMPLE	ANSI Z3259.11-2014			
REQUISITOS E INDICACIONES DADAS POR EL FABRICANTE	Revisar ficha técnica			
MANTENIMIENTO INDICADO POR EL FABRICANTE	Revisar ficha técnica			
INSPECCIÓN (PERIODICIDAD)	PRE OPERACIONAL Y ANUALMENTE POR PERSONA CALIFICADA			
VIDA ÚTIL (AÑOS)	20 Años	10 Años	5 Años	
ESTADO ACTUAL	BUENO	X	MALO	
REGISTRO FOTOGRAFICO				
				

Formato estipulado que contiene la información importante de los equipos, que es tomada de la etiqueta o ficha técnica del fabricante, con el fin de obtener una trazabilidad, y agregando un código de inventario por parte de la empresa.

Para la inspección, se agregan parámetros de verificación que son pedidos por el fabricante para la recertificación del equipo y poder seguir usándolo. El inspector de equipos contra caídas debe ser entrenado anualmente o según el fabricante y puede emitir criterio por este tiempo. Adicionalmente cada marca tiene un tiempo establecido de inspección, generalmente es anual o semestral.

Apéndice D. Inspección periódica de equipos para TSA.

		SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRADO					FO-IF-005-00		
		INSPECCIÓN PERIÓDICA DE EQUIPOS PARA TRABAJOS EN ALTURAS					8/03/2016 PAGINA 1 DE 1		
DATOS DEL ELEMENTO /EQUIPO									
DESCRIPCIÓN DE ELEMENTO / EQUIPO	MARCA	CÓDIGO / SERIE	MODELO / REFERENCIA	NORMA(S)	LOTE	COLOR	FECHA DE FABRICACIÓN	CODIGO INTERNO DE INSPECCIÓN	
PRETALES	INSAFE	101L	IN-8091-E	N/A	21343	BLANCO-CAFÉ	1/05/2021	3761203	
Digite en cada uno de los ítems evaluados, las observaciones según corresponda; SI, NO, N/A (No aplica)									
ITEM				ITEM					
CONDICION DE LA REATA O CORREA				PIEZAS PLASTICAS					
Fibras cortadas, desgastadas/desgarradas				NO	Existen en el equipo			SI	
Cortes en las costuras o rotura del tejido				NO	Picaduras, bordes filosos, aplastamiento, grietas, abrasiones, etc.			NO	
Decoloración				NO	Modificaciones en la pieza			NO	
Estiramiento excesivo				NO	Estiramiento excesivo			NO	
Quemaduras				NO	Fractura			NO	
Contacto con productos Químicos visibles				NO	Quemaduras			NO	
Deterioro general excesivo				NO	Deterioro general excesivo			NO	
PIEZAS MECANICAS CON MOVIMIENTO				OTROS					
Desgaste excesivo o deformados				N/A	Absorbedor de choque impactado			N/A	
Picaduras, grietas, quemaduras, abrasiones, etc.				N/A	Sistema Autor retráctil defectuoso			N/A	
Fallas en el mecanismo				N/A	Estiramiento o elongación excesivos línea de sujeción			N/A	
Corrosión				N/A	Desgaste por fricción excesivo/desgarro línea de sujeción			N/A	
Apertura de garganta excesiva respecto al diámetro del elemento a la cual se debe fijar (fijaciones).				N/A	Indicador de Impacto activado			N/A	
Ajuste inadecuado o incorrecto de los cierres de resortes o de seguridad (Enganches)				N/A	Diámetro de sección circular cumple con el estándar aceptado como mínimo			N/A	
Fallas en el sistema de bloqueo automático				N/A				N/A	
Deterioro general excesivo				N/A	Pines, pasadores y seguros defectuosos o ausentes			N/A	
PIEZAS METALICAS				ECCOSIS INGENIERIA					
Con deformaciones o desgaste excesivo (deflexión, golpes, etc.)									N/A
Picaduras, bordes filosos, aplastamiento, grietas, quemaduras, abrasiones, etc.									N/A
Modificaciones en la pieza									N/A
Corrosión									N/A
Deterioro general excesivo				N/A					
OBSERVACIONES: AL MOMENTO DE LA INSPECCION EL EQUIPO SE ENCUENTRA EN BUENAS CONDICIONES PARA SEGUIR SIENDO USADO EN LAS ACTIVIDADES QUE DESARROLLA LA EMPRESA, YA QUE SIGUEN MANTENIENDO LAS CONDICIONES DEL FABRICANTE Y ESTANDARES DE FABRICACION.									
CONCEPTO:	Apto para usar			VALIDO HASTA	25/02/2023				
NOMBRE DEL INSPECTOR	PERFIL DEL INSPECTOR			FIRMA Y FECHA DE INSPECCIÓN					
XXXXXXXXXX	INSPECTOR DE EQUIPOS DE PROTECCION CC			25/02/2022					
REGISTRO FOTOGRAFICO									
									
El concepto emitido en este documento es valido por un año a partir de su fecha de inspección, se establece teniendo en cuenta las condiciones en que se encuentra el equipo al momento de la inspección, y es válido si se mantienen estas características y/o se aplican las recomendaciones establecidas; cualquier alteración que afecte la integridad del equipo, invalida dicho concepto.									

Formato de inspección con check list de condición de piezas y partes para equipos de trabajo en alturas, inspeccionado por inspector de la marca y firma que aprueba el apto.

Apéndice E. Trazabilidad hoja de vida CMMS.

FOTOS



ATRIBUTOS

Atributo	Valor
CODIGO	140417743
COLOR	BLANCO - AZUL
FECHA FABRICACIÓN	01/2014
LOTE	989245
MARCA	NEW ENGLAND ROPES
MODELO/REFERENCIA	NP
NORMA	ANSI Z359.15-2014
SERIE	140417743
VIDA ÚTIL (AÑOS)	10

ORDEN

Informe de hoja de vida: OP-TA-LV02. Impreso en SAIM® el Jun 5 2023 3:56PM

Orden	Fecha Creación	Título	Etapas	Especialidad	Tipo
OT-114-23	2023-05-09	LINEA DE VIDA VERTICAL EN CUERDA - INSPECCIÓN PERIODICA	Pendiente	INS	INSPECCIÓN

CALENDARIO

Orden	Título	Fecha Inicio	Fecha Fin	Estado
OT-114-23	LINEA DE VIDA VERTICAL EN CUERDA - INSPECCIÓN PERIODICA	2023-05-09	2023-05-09	Abierto

Adicionalmente la hoja de vida creada en el CMMS, agrega información de ordenes de trabajo que se le han creado a el activo, y pueden ser buscadas en el software. Siendo la continuación de la hoja de vida presentada en la **Figura 14**. También se pueden visualizar los atributos que se crearon para los activos que no trae el sistema por defecto y pueden ser considerados importantes.

Apéndice F. Observaciones OT.

18	PIEZAS METALICAS		1	Completa
19	Con deformaciones o desgaste excesivo (deflexión, golpes, etc.)		3	Completa
20	Picaduras, bordes filosos, aplastamiento, grietas, quemaduras, abrasiones, etc.		3	Completa
21	Modificaciones en la pieza		3	Completa
22	Corrosión		3	Completa
23	Deterioro general excesivo		3	Completa
24	OTROS		1	Completa
25	Absorbedor de choque impactado		3	Completa
26	Sistema Autorretractil defectuoso		3	Completa
27	Estiramiento o elongación excesivos línea de sujeción		3	Completa
28	Indicador de Impacto activado		3	Completa
29	Desgaste por fricción excesivo/desgarro línea de sujeción		3	Completa
30	Diámetro de sección circular cumple con el estándar aceptado como mínimo		3	Completa
31	Pines, pasadores y seguros defectuosos o ausentes		3	Completa
PERSONAL INVOLUCRADO				
Nombre Completo		Tiempo (min)		
Duglas Mosquera		60		
Informe de Orden de trabajo: OT-114-23. Impreso en SAIM® el Jun 5 2023 3:57PM				
Mantenimiento		2		
LISTA DE CHEQUEO				
Descripción		Valor		
APROBACIÓN				
Usuario	Nombre	Comentario	Aprobado	
Responsable	Bodegas		Si	
Supervisor	Mantenimiento		Si	
Solicitante	Mantenimiento		Si	
OBSERVACIONES				
Descripcion		RutaAdjunto		
Certificado de inspeccion		Ver		

La orden de trabajo (Continuación **Figura 30**) incluye toda la rutina de mantenimiento que se realiza en la inspección periódica de equipos para trabajo en alturas (**Apéndice D**) pero no se puede agregar firma digital por inspector, por lo que no es un documento válido

de certificación. No obstante, de debe cargar el certificado de inspección y se pueden almacenar varios documentos adicionales sin límite.

Apéndice G. Aprobación y certificado.

OT-114-23 📁 ⋮ ✕

Orden **Actividades** **Personal** **Repuestos** **Aprobación**

Responsable*
Bodegas ▼ ☰ 💬 ✓

Supervisor*
Mantenimiento ▼ 💬 ✓

Solicitante/Recibe*
Mantenimiento ▼ 💬 ✓


Etapa*
Finalizada ▼

Observaciones y adjuntos

- + Descripción
- 🗑️ 👁️ [Certificado de inspeccion](#)

En la aprobación es donde agregan los documentos que se le quieren anexar a la orden, con una capacidad de 4 megabytes, pero sin límite de archivos de este tamaño, por lo que se pueden agregar también certificados de conformidad o cualquier otro archivo que sea necesario para la información del equipo o la actividad ejecutada.

Apéndice H. Criticidad de camioneta OP-HA-VE02.

		GUIA DE CRITICIDAD Hoja captura de datos Semi Cuantitativa		Puntaje	Banco de Pruebas
1	FRECUENCIA DE FALLA (FF) - (Causa impacto en la producción)	Rango	4		
	Menos de una por año	1			
	Entre 1 y 12 por año (Mensual)	2			
	Entre 12 y 52 por año (Semanal)	3			
	Entre 53 y 364 por año (Diario)	4			X
2	Impacto Operacional (IO)	Rango	5		
	Perdidas de producción menor al 10%	1			
	Perdidas de producción entre el 11% y el 24%	3			
	Perdidas de producción entre el 25% y el 49%	5			X
	Perdidas de producción entre el 50% y el 74%	7			
	Perdidas de producción superiores al 75%	10			
3	Flexibilidad Operacional (FO)	Rango	3		
	Se cuenta con unidades de reserva en línea, tiempos de reparación y logística pequeños	1			
	Se cuenta con unidades de reserva que logran cubrir de forma parcial el impacto de producción, tiempos de reparación y logística intermedios	2			
	No se cuenta con unidades de reserva para cubrir la producción, tiempos de reparación y logística muy grandes	3			X
4	Tiempo promedio para reparar (TPPR)	Rango	10		
	Menos de 5 horas	1			
	Entre 1 - 10 días	3			
	Entre 11 - 30 días	5			
	Entre 30 días - 4 meses	7			
	Mas 4 meses	10			X
5	Costos de Mantenimiento (CM)	Rango	40		
	Menos de 200.000	3			
	Entre 200.000 - 1M	5			
	Entre 1M - 5M	10			
	Entre 5M - 10M	25			
	Más de 10M	40			X
6	Impacto en la seguridad personal (cualquier tipo de daño, fatalidad)	Rango	35		
	Sin Lesión	0			
	Accidente con primeros auxilios	10			
	Accidente con pérdida de tiempo, sin hospitalización	25			
	Accidente con fatalidad o accidente con lesionados u hospitalización	35			X
7	Impacto ambiental (daños a terceros)	Rango	10		
	Sin Impacto ambiental	0			
	Impacto ambiental controlado	10			X
	Impacto ambiental que requiere notificar o reportar a ente regulador	20			
	Impacto ambiental que involucra penalidad legal	30			

Criticidad de Banco de pruebas dinámicas OP-LV-BP01, siendo un equipo crítico debido a la frecuencia de fallas que presenta y las consecuencias como el impacto operacional, costos de mantenimiento y la poca flexibilidad operacional que presenta, por eso se evalúa en el capítulo 5 para identificar con mayor facilidad la causa de las fallas.

REFERENCIAS

- Al-Turki, U. M., Ayar, T., Yilbas, B. S., & Sahin, A. Z. (2014). Maintenance in manufacturing environment: An overview. In *SpringerBriefs in Applied Sciences and Technology* (Issue 9783319062891, pp. 5–23). Springer Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-319-06290-7_2
- Bellamy, L. J. (2015). Exploring the relationship between major hazard, fatal and non-fatal accidents through outcomes and causes. *Safety Science*, 71(PB), 93–103. <https://doi.org/10.1016/J.SSCI.2014.02.009>
- Cmms. (2023). *Apping lab* .
- Currás, E. (2010). Taxonomies and thesauri. *Ontologies, Taxonomies and Thesauri in Systems Science and Systematics*, 35–56. <https://doi.org/10.1016/B978-1-84334-612-8.50002-8>
- Deighton, M. G. (2016). Maintenance Management. In *Facility Integrity Management* (pp. 87–139). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801764-7.00005-X>
- Diego Fabián Tandalla Guanoquiza. (2017). *Análisis de criticidad de equipos para el mejoramiento del sistema de gestión del mantenimiento en la empresa de aluminios CEDAL*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- ECCOSIS INGENIERÍA S.A.S. (2023).
- Enrique Isaza Velasquez, & Humberto Herrera Sanchez. (2006). El modelo de control retroalimentado como paradigma en la administración del mantenimiento industrial . *Scientia et Technica* .

- Gasca, M. C., Camargo, L. L., & Medina, B. (2017). Sistema para Evaluar la Confiabilidad de Equipos Críticos en el Sector Industrial. *Informacion Tecnologica*, 28(4), 111–124. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642017000400014>
- Hugo Gonzalez. (2012). *La mejora continua- Diagrama de Pareto* .
- International Organization for Standardization. (2016). *ISO 14224: Petroleum, petrochemical and natural gas industries Collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment*.
- Juran, J. M. (1975). The non-Pareto principle; Mea Culpa. . *Quality Progress*, 8, 8–9.
- Karuppusami, G., & Gandhinathan, R. (2006). Pareto analysis of critical success factors of total quality management: A literature review and analysis. *TQM Magazine*, 18(4), 372–385. <https://doi.org/10.1108/09544780610671048>
- Kelly, A. (2006). Exercises on maintenance strategy. In *Plant Maintenance Management Set* (pp. 207–214). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-075066995-5.50042-4>
- Labib, A. W. (2004). A decision analysis model for maintenance policy selection using a CMMS. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 10(3), 191–202. <https://doi.org/10.1108/13552510410553244>
- Parra Márquez, C., & Crespo Márquez, A. (2012). *Técnicas de Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad aplicadas en el proceso de Gestión de Activos Nota técnica 5: Métodos de Análisis de Criticidad y Jerarquización de Activos*. www.ingeman.net
- Rastegari, A., Gto, V., & Mobin, M. (n.d.). *Maintenance Decision Making, Supported By Computerized Maintenance Management System*.

Sexto, L. F. (2014). *Inspección basada en análisis de fallos y riesgo*. . Escuela superior
politécnica de Chimborazo.

Suarez JD. (2018). *El diagrama de Pareto* .

Ted Goodman. (2007). *The Forbes Book of Business Quotations* (Black Dog).

Wienker, M., Henderson, K., & Volkerts, J. (2016). The Computerized Maintenance
Management System an Essential Tool for World Class Maintenance. *Procedia
Engineering*, 138, 413–420. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.02.100>