



Diseño e implementación de un sistema de gestión del mantenimiento para la maquinaria del campo de golf del Country Club de Bogotá, basado en la norma ISO 14224

Carlos Eduardo Villanueva Trujillo

Universidad Antonio Nariño
Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica
Programa de Ingeniería Electromecánica
Bogotá, D.C.
2021

Diseño e implementación de un sistema de gestión del mantenimiento para la maquinaria del campo de golf del Country Club de Bogotá, basado en la norma ISO 14224

Carlos Eduardo Villanueva Trujillo

Director

Ing. José Germán Gutiérrez

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero
Electromecánico

Universidad Antonio Nariño

Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica

Programa de Ingeniería Electromecánica

Bogotá, D.C.

2021

(Dedicatoria o lema)

Es para mí una gran satisfacción llegar a este punto de mi vida, en donde veo materializado el sueño de ser ingeniero y poder aportar a la sociedad de esta manera.

Un logro que es la culminación de una etapa pero también el inicio de una nueva, llena de retos y nuevos sueños, por ello dedico no solo este logro, sino también los esfuerzos, lágrimas, risas y noches de desvelo a mis hijos Melanie y Juan José, que han sido el motor de mi lucha desde el momento de su existir, a mi madre María Trujillo, quien ha sido mi ejemplo de lucha y perseverancia, quien me ha apoyado en cada una de mis decisiones y locuras, a mi pareja Marcela Lozano, por su apoyo incondicional, cariño y motivación.

Agradecimientos

Inicialmente agradezco a Dios por permitirme culminar mi pregrado a cabalidad y por haberme dado la sabiduría requerida en el proceso.

A mi madre, mi ejemplo a seguir y mi inspiración para luchar por mis ideales.

A mi familia, quien ha estado presente en cada uno de los momentos de mi vida apoyándome de manera incondicional.

Al cuerpo docente y directivo de la Universidad Antonio Nariño, quienes me brindaron las bases para realizar este proyecto.

A Don Jaime Zapata Medina, por su apoyo y motivación en el inicio de este proceso.

A las directivas de las compañías Country Club de Bogotá y Golf & Turf, por creer en este proyecto.

Al Ing. José German Gutiérrez, por su dedicación en la asesoría y dirección durante toda mi formación y en mi proyecto de grado.

Resumen

Se realizó el diseño e implementación de un sistema de mantenimiento para la maquinaria del campo de golf del Country Club de Bogotá, basado en la norma ISO 14224, que brinda parámetros para la correcta recolección y administración de los datos.

Inicialmente se realizó un levantamiento de información y un diagnóstico de la flota, se evaluaron fallos y modos de fallo de acuerdo a la jerarquía de los equipos, de igual manera se obtuvo como resultado una serie de medidas preventivas para reducir la probabilidad de que ocurran dichos fallos.

Con la información recolectada y los hallazgos, se alimentó y parametrizó la plataforma SIGE para el seguimiento y gestión del sistema.

Palabras clave: ajuste, césped, confiabilidad, correctivo, gravedad de fallo, disponibilidad, fallo, mantenimiento, maquinaria, preventivo, procedimiento, sistema de mantenimiento, plan de mantenimiento, sistema de gestión, trazabilidad, medidas preventivas.

Abstract

The design and implementation of a maintenance system for the golf course machinery of the Country Club Bogotá was carried out based on the ISO 14224 standard, which provides parameters for the correct collection and administration of data.

Initially, a survey of information and a diagnosis of the fleet was carried out, failures and failure modes were evaluated according to the hierarchy of the equipment, in the same way a series of preventive measures were obtained as a result to reduce the probability of such occurrences failures.

With the information collected and the findings, the SIGE platform was fed and parameterized for the monitoring and management of the system.

Key words: Adjustment, turf, reliability, corrective, severity of failure, availability, failure, maintenance, machinery, preventive, procedure, maintenance system, maintenance plan, management system, traceability, preventive measures.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS.....	8
LISTA DE TABLAS.....	9
LISTA DE SIGLAS.....	10
DEFINICIONES.....	11
INTRODUCCIÓN.....	13
JUSTIFICACIÓN.....	14
1. OBJETIVOS.....	15
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	15
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
2. MARCO TEÓRICO.....	16
2.1. Breve historia del golf.....	16
2.2. Partes del campo de golf.....	16
2.2.1. Tee de salida.....	17
2.2.2. Rough.....	17
2.2.3. Semi rough.....	17
2.2.4. Fairway.....	18
2.2.5. Ante green.....	18
2.2.6. Collar o Collarín.....	18
2.2.7. Green.....	18
2.2.8. Zonas sin césped.....	18
2.3. Maquinaria para campos de golf.....	19
2.4. Country Club de Bogotá.....	21
2.4.1. Breve Historia.....	21
2.4.2. Maquinaria para el mantenimiento del campo de golf del Country club de Bogotá.....	23
2.5. Norma ISO 12224.....	24
2.5.1. Alcance.....	24
2.5.2. Objetivos.....	24
2.5.3. Calidad de los datos.....	25
2.5.4. Límites y jerarquía de equipos.....	26
2.5.5. Estructura de la información.....	26
3. Aplicación de la norma ISO 14224.....	27
4. Diseño e implementación del sistema de gestión.....	36
5. CONCLUSIONES.....	49
6. BIBLIOGRAFÍA.....	50
7. ANEXOS.....	51

Lista de figuras

Figura 1. The Royal and Ancient Golf Club of St Andrews	16
Figura 2. Plano en vista superior de un hoyo en un campo de golf.....	17
Figura 3. Corte de greens en St Andrews Golf Club.....	19
Figura 4. Edwin Beard Budding con su Lawnmower patentada en 1930	20
Figura 5. Corte de greens con máquina autopropulsada fairways con ovejas en un campo de golf.....	20
Figura 6. Logo del Country Club de Bogotá.....	21
Figura 7. Imagen satelital del Country Club de Bogotá.....	22
Figura 8. Imagen aérea del Country Club de Bogotá.....	22
Figura 9. Flota maquinaria para el mantenimiento del campo de golf Country Club de Bogotá	23
Figura 10. Jerarquía de equipos maquinaria del campo de golf Country Club de Bogotá	30
Figura 11. Flujo grama sistema de gestión del mantenimiento para maquinaria del campo de golf.....	37
Figura 11. Esquema de actores que intervienen en el sistema de gestión.....	37
Figura 11. Pantalla de acceso a SIGE.....	38
Figura 12. Módulos plataforma SIGE.....	39
Figura 13. Gestión de equipos.....	39
Figura 14. Atributos de cada equipo dentro del SIGE.....	40
Figura 15. Crear novedad.....	41
Figura 16. Historial de fallos	41
Figura 17. Crear servicio técnico	42
Figura 18. Trazabilidad de servicios técnicos	42
Figura 18. Informe de intervenciones	43
Figura 20. Informe de la flota de maquinaria	44
Figura 21. Formato de ficha técnica - Eclipse 322.....	45
Figura 22. Formato de Check List preoperacional (Anexo 3)	46
Figura 23. Carpeta digital de hojas de vida en el computador de mantenimiento	46
Figura 24. Fotografía de las carpetas de las hojas de vida físicas en el taller de mecánica	47
Figura 25. Capacitación LF570.....	47
Figura 26. Imágenes con los resultados del sistema de gestión – Un campo para campeones	48

Lista de tablas

Tabla 1. Datos de equipos adquiridos según norma ISO 14224	28
Tabla 2. Listado de funciones y especificaciones	30
Tabla 3. Lista de fallos funcionales y técnicos de cada clase	32
Tabla 4. Lista de fallos, modos de fallo y gravedad	33
Tabla 5. Lista y agrupación de medidas preventivas	34

Lista de siglas

MI: Maintainable Ítem (Ítem Mantenable)

MTO: Mantenimiento

OREDA: Project for collection of oil and gas industry equipment reliability and maintenance data (Proyecto de recolección de datos de confiabilidad y mantenimiento en la industria del gas y del petróleo)

PM: Preventive Maintenance (Mantenimiento preventivo)

QRA: Quantitative Risk Assessment (Evaluación cuantitativa de riesgo)

R&A: Royal and Ancient (Real y Antigua: Sociedad de Golfistas de St Andrews)

RAM: Reliability, Availability and Maintainability Analysis (Análisis de confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad)

RCM: Reliability Centered Maintenance (Mantenimiento Centrado en Confiabilidad)

RM: Reliability and Maintenance (Confiabilidad y mantenimiento)

SIGE: Sistema de Gestión de Equipos

USGA: United States Golf Association (Asociación de Golf de Estados Unidos)

WELLMASTER: Reliability data collection for well completion equipment (Recolección de datos confiables para la buena terminación de un equipo)

Definiciones

Causa de la falla: La raíz que, durante el diseño, la fabricación o el uso han conducido a una falla.

Clase de equipo: Es el tipo de equipo de acuerdo a su función.

Confiabilidad (funcionamiento): La capacidad de un ítem mantenible de realizar una función requerida bajo condiciones específicas para un intervalo de tiempo específico.

Disponibilidad: La capacidad de un ítem de estar en un estado disponible en el momento que se requiera.

Estado de operación: El estado del equipo de acuerdo a sus condiciones.

Falla: La interrupción de la disponibilidad en un momento determinado.

Falla funcional: Falla que impide la disponibilidad del equipo.

Falla técnica: Falla que permite la disponibilidad del equipo, pero debe ser reparada.

Falla crítica: Falla que puede ocasionar accidente o pérdida del equipo.

Falla importante: Falla que puede ocasionar pérdida de productividad.

Falla tolerable: Falla que es poco probable que ocurra o que no causa mayor estrés.

Inactividad: Estado del equipo durante el mantenimiento preventivo.

Ítem: Cualquier parte, componente, dispositivo, subsistema, unidad funcional, equipo o sistema que puedan ser considerados individualmente.

Mantenimiento: Es la combinación de las acciones técnicas y administrativas, incluyendo la supervisión, cuyo fin es mantener un aparato para que opere en un estado que le permita realizar las funciones requeridas.

Mantenimiento correctivo: Mantenimiento realizado después del reconocimiento de una falla para ponerlo en estado disponible.

Mantenimiento hora / hombre: Duración de cualquier actividad de mantenimiento cuantificada en horas.

Mantenimiento preventivo: El mantenimiento realizado en los intervalos predeterminados o según criterios prescritos y previsto para reducir la probabilidad de falla o la degradación del funcionamiento de un artículo.

Mecanismo de falla: Físico, químico u otro proceso que ha conducido a la falla

Modo de falla: Es la manera en cómo puede ocurrir la falla.

Pieza de repuesto: Ítem Mantenible de menor jerarquía para poner disponible un sistema.

Introducción

Country Club de Bogotá, el club más antiguo y prestigioso del país, cuenta con la flota más amplia y tecnológicamente más avanzada del país, pero con una deficiencia en términos de mantenimiento de esta flota, a pesar de contar con un muy buen equipo de mecánicos, no existe un control adecuado para estas labores, no existe un sistema de gestión del mantenimiento, lo que impide estar actualizado acorde a los equipos que tienen y a los estándares internacionales, de igual manera impide tener un panorama general de la flota actual, necesidades, requerimientos, fallas recurrentes, etc., también genera sobrestock de refacciones, baja ventana operativa, disponibilidad inapropiada, etc.

El club no cuenta con un manual procedimientos para el mantenimiento de la maquinaria, lo que imposibilita estandarizarlo, dificulta los conocimientos técnicos y la operatividad misma, por otro lado, no cuenta con un cronograma de capacitación o actualización en las actividades de mantenimiento.

La operatividad y disponibilidad de los equipos es incierta y puede llegar a afectar el mantenimiento del campo, con el agravante de que algunos cortes de césped se realizan en horas de la madrugada. Al no contar con un correcto sistema de mantenimiento para los equipos, las áreas a podar quedan expuestas a no ser cortadas hasta ser afectadas por fugas de lubricantes o estrés por elementos sin afilar.

Los socios y jugadores del Country Club de Bogotá esperan condiciones de juego que cumplan con estándares internacionales, y esto no se logrará sin una flota en buen estado y con adecuado mantenimiento.

Justificación

Existe un vacío en la industria del golf en términos de mantenimiento de maquinaria, con el sistema de gestión de mantenimiento ya implementado, estos problemas se reducirán, aumentando la ventana operativa de los equipos, haciendo más eficiente el mantenimiento en sí y teniendo la disponibilidad de los equipos en el momento que se requieran.

Esto al final elevará la jugabilidad (palabra que describe la sensación de un jugador de golf respecto al terreno y rodadura de la pelota de golf) de los campos, la satisfacción de los jugadores, prolongará la vida útil de los equipos y aportará confiabilidad de los equipos al departamento de agronomía.

Sin duda, también marcará parámetros a seguir para otros campos que deseen elevar el nivel de mantenimiento de su flota de maquinaria a estándares como los que se lograrán en el Country Club de Bogotá.

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema de gestión del mantenimiento para la maquinaria del campo de golf del Country Club de Bogotá basado en la norma ISO 14224, que permita administrar la flota de maquinaria y realizar trazabilidad al mantenimiento.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un levantamiento de información de acuerdo a la norma ISO 14224.
- Realizar un diagnóstico general y específico de la flota actual.
- Diseñar e implementar el sistema de gestión de mantenimiento con su respectiva trazabilidad en SIGE.
- Consolidar una base de datos de los equipos en la plataforma SIGE.
- Elaborar formatos de fichas técnicas y Check List, con el fin de tener un BackUp en disco duro y en físico.
- Elaborar un listado de procedimientos para las medidas preventivas determinadas en el proyecto.

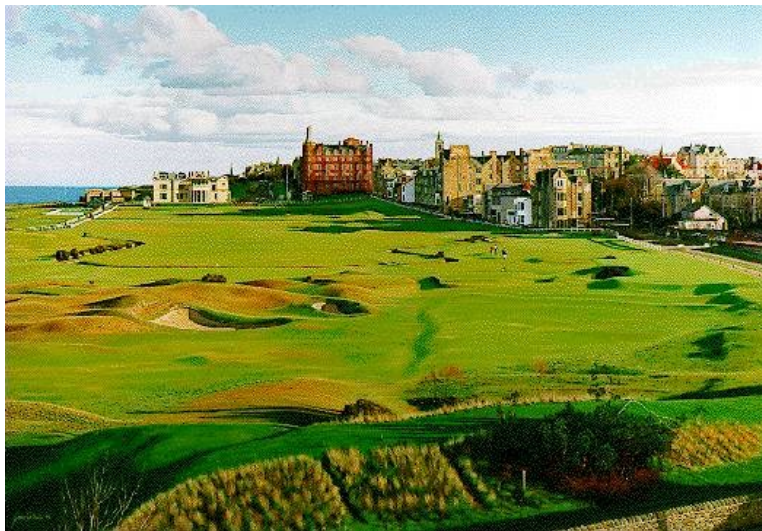
2. MARCO TEÓRICO

2.1. Breve historia del golf

El deporte del golf, como se le conoce hoy, data de los años 1500, exactamente en el año 1552 cuya primera referencia nace en la población de ST Andrews al este de Escocia, en donde hoy se encuentra uno de los campos de golf más antiguos del mundo, el *“The Royal and Ancient Golf Club of St Andrews”*.

Hoy en día es un deporte de elite, regulado por la USGA en América y por *“The R&A”* en Europa y el resto del mundo.

Figura 1. The Royal and Ancient Golf Club of St Andrews



Fuente: Obtenido de <http://www.lawebdegolf.com/historia.php>

2.2. Partes del campo de golf

Un campo de golf estándar cuenta con 18 hoyos, en los cuales se definen distintas áreas que se caracterizan principalmente por su altura de césped o carencia del mismo.

Cada zona cuenta con características específicas en términos de área, longitud en línea de juego etc., y cumplen determinadas funciones ya sea para facilitar el juego o por el contrario castigar y ajustar la dificultad para el jugador.

Si bien es cierto hay parámetros que rigen por la USGA o la R&A, las medidas finales las define el arquitecto o diseñador del campo, y se pueden ir ajustando o modificando con el paso del tiempo.

Figura 2. Plano en vista superior de un hoyo en un campo de golf



Fuente: Obtenido de <http://www.golfparatodos.es/campos/>

2.2.1. Tee de salida

Es la zona desde la cual se inicia el juego, esta zona es plana cubierta de césped, cada hoyo tiene su propio tee de salida.

2.2.2. Rough

Es la parte del campo con el césped más alto, es utilizado en forma de castigo cuando el jugador no golpea de manera correcta la bola, ya que allí es más difícil realizar un nuevo golpe.

2.2.3. Semi rough

Esta zona se encuentra entre el Rough y el Fairway, y se poda generalmente a media altura entre estas áreas, brinda un aspecto estético al campo y actúa como dificultad media

2.2.4. Fairway

Generalmente esta zona es la más amplia o la que más abarca área dentro del campo, es por donde en teoría debería jugarse o caer la bola luego del primer golpe, también se le conoce como calle.

2.2.5. Ante green

Esta zona es la que se encuentra antes del Green, preparando la bola para el ingreso al Green, generalmente es podado a mayor altura que el Green pero a menor que el Fairway.

2.2.6. Collar o Collarín

El collar o collarín se le da el nombre a la zona que rodea al Green, separándolo ya sea del ante Green o zonas de Fairway

2.2.7. Green

El Green se considera la zona más importante dentro del campo, que es donde se encuentra el hoyo o agujero como tal y su respectiva bandera, es donde se define el juego, es la zona que necesita mayor precisión de corte, calibrado a décimas de milímetro.

2.2.8. Zonas sin césped

2.2.8.1. Espejos de agua o lagos

Estas zonas representan castigo para el jugador, ya que se denota como fuera de juego y se adiciona un golpe, estos también se utilizan para dar aspecto estético al campo y para provisionar agua para el riego.

2.2.8.2. Bunker o trampas de arena

Estas zonas están ubicadas generalmente alrededor de los greens, generando mayor grado de dificultad, ya que, de caer la pelota en esta zona, es muy complejo salir de allí.

2.3. Maquinaria para campos de golf

Desde la invención misma del deporte, se evidenció la necesidad de realizar ciertas actividades de mantenimiento, dentro de ellas y tal vez la más importante la siega, corte o poda del césped de cada una de las áreas.

Debido a esta necesidad, inicialmente las áreas se podaban al modo convencional con elementos generalmente utilizados en el área agrícola, y a medida que avanza el tiempo la maquinaria para campos de golf se actualiza y se pone a la par del avance tecnológico.

Y es así como desde 1552, los greens se podaban con cizalla, y los Fairways con ovejas, ahora existen equipos autónomos guiados de manera remota; pero el gran salto tecnológico se dio en 1830 cuando Edwin Beard Budding patentó la primera segadora de carrete, impulsada por ruedas.

Figura 3. Corte de greens en St Andrews Golf



Fuente: Obtenido de <https://www.bernhard.co.uk/knowledge/education-and-training/>

Figura 4. Edwin Beard Budding con su Lawnmower patentada en 1830



Fuente: Obtenido de <https://www.bernhard.co.uk/knowledge/education-and-training/>

Figura 5. Corte de greens con máquina autopropulsada y Fairway con ovejas en un campo de golf



Fuente: Obtenido de <https://www.bernhard.co.uk/knowledge/education-and-training/>

2.4. Country Club de Bogotá

2.4.1. Breve Historia

El County Club de Bogotá, el más antiguo y prestigioso del país que hoy cuenta con 103 años, fundado en 1917 en la ciudad de Bogotá inicialmente en la calle 53, luego en la calle 85 y por último en el terreno conocido como Contador, donde se encuentra hoy en día, siendo un pulmón para la ciudad y un centro de la vida social y de elite capitalina.

El club cuenta con 2 campos de golf, “Fundadores” y “Pacos y Fabios”, en los cuales se desarrollan torneos de talla internacional como el **Web.com Tour** y el **Korn Ferry Tour**, ambos pertenecientes al **PGA Tour**, convirtiéndolo en un club.

Figura 6. Logo del Country Club de Bogotá



Fuente: Obtenido de <https://www.countryclubdebogota.com/>

Figura 7. Imagen satelital del Country Club de Bogotá



Fuente: Obtenido de <https://www.google.es/maps/>

Figura 8. Imagen aérea de Country Club de Bogotá



Fuente: Obtenido de <https://www.pinterest.ie/>

2.4.2. Maquinaria para el mantenimiento del campo de golf del Country Club de Bogotá

El Country Club de Bogotá, renovó cerca del 70% de su flota de maquinaria a finales del año 2016, con una inversión cercana a \$2.000.000.000, luego de eso ha venido adquiriendo maquinaria de manera paulatina, equipos de última tecnología y principalmente de la marca Jacobsen.

El activo que representa la maquinaria es bastante importante, pero aún más importante es donde se utilizan estos equipos, el campo de golf como tal, que además de ser el mayor activo fijo, es el corazón del club, finalmente para lo que fue fundado, constituido y a diario mantenido.

Este proyecto tiene como finalidad dar parámetros para el correcto mantenimiento de la flota mencionada, y para mantener su respectiva ventana operativa.

Figura 9. Flota maquinaria para el mantenimiento del campo de golf Country Club de Bogotá



Fuente: Imagen propia.

2.5. Norma ISO 14224

2.5.1. Alcance

Como lo resume (OREDA, s.f.) Esta norma internacional brinda una base para la recolección de datos de confiabilidad y mantenimiento en un formato estándar para las áreas de perforación, producción, refinación, transporte de petróleo y gas natural, con criterios que pueden extenderse a otras actividades e industrias. Sus definiciones son tomadas del RCM.

Presenta los lineamientos para la especificación, recolección y aseguramiento de la calidad de los datos que permitan cuantificar la confiabilidad de equipos y compararla con la de otros de características similares.

Los parámetros sobre confiabilidad pueden determinarse para su uso en las fases de diseño montaje, operación y mantenimiento.

2.5.2. Objetivos

Los principales objetivos de esta norma internacional son:

- a) Especificar los datos que serán recolectados para el análisis de:
 - Diseño y configuración del sistema.
 - Seguridad, confiabilidad y disponibilidad de los sistemas y plantas.
 - Costo del ciclo de vida.
 - Planeamiento, optimización y ejecución del mantenimiento.
- b) Especificar datos en un formato normalizado, a fin de:
 - Permitir el intercambio de datos entre plantas.
 - Asegurar que los datos sean de calidad suficiente, para el análisis que se pretende realizar.

2.5.3. Calidad de los datos

2.5.3.1. Definición de calidad de datos

La confiabilidad de los datos y de su respectivo análisis, dependen en gran medida de la calidad de los datos recolectados, los datos de calidad se caracterizan principalmente por:

- Totalidad de datos de acuerdo a la especificación.
- Concordancia de los datos con su tipo y formato.
- Correcto almacenamiento y administración de datos.

2.5.3.2. Guía para la obtención de datos de calidad

Para poder obtener datos de calidad, es necesario tener en cuenta los siguientes ítems, antes de iniciar el proceso de recolección:

- Examinar la fuente de los datos para confirmar la confiabilidad, idoneidad, calidad y disponibilidad de los datos, además de que estos estén completos.
- Determinar el fin con el cual se realiza la obtención de datos, para tomar los datos que sean pertinentes.
- Es recomendable realizar una prueba para verificar la factibilidad del proceso de adquisición de datos.
- Diseñar un procedimiento para la adquisición de datos.
- Capacitar, estimular y liderar al personal dispuesto para la adquisición de datos.
- Realizar control de calidad a los datos adquiridos.

2.5.3.3. Sistema de fuentes de datos

El control del mantenimiento es la principal fuente de datos para el sistema, y su calidad depende principalmente de la manera en cómo se adquiera los datos, tomando como base esta norma, se obtendrá una base de datos más consistente y sólida.

Los datos adquiridos tendrán un nivel de detalle definido por la importancia de los equipos y su seguridad, y es allí donde se definirán las prioridades de acuerdo a la criticidad.

2.5.4. Límites y jerarquía de equipos

2.5.4.1. Descripción de límite

Para la correcta adquisición y respectivo análisis de los datos, se debe realizar una descripción detallada de los límites de los datos.

Se definirá un límite respectivo para cada clase de equipo.

2.5.4.2. Guía para definición de jerarquía del equipo

Es recomendable siempre establecer una jerarquía de los equipos, el número de subdivisiones dependerá de lo complejo que sea un equipo, y el nivel más alto será el equipo en sí.

Realice las subdivisiones necesarias según la calidad y detalle de datos a recopilar.

2.5.5. Estructura de la información

2.5.5.1. Categorías de datos

Los datos deben ser adquiridos de forma estructurada y organizada, se deben tener en cuenta categorías como datos del equipo, de fallos y de mantenimiento.

a) Datos del equipo:

- Datos de identificación y caracterización del equipo.
- Datos de diseño, como fabricante, etc.
- Datos de aplicación y/o operación.

b) Datos de fallos:

- Datos de identificación, registro de fallo, etc.
- Datos de caracterización de la falla, como fecha, partes, método de observación, causa de la falla, etc.

c) Datos de mantenimiento:

- Categoría de mantenimiento, fecha, horas hombre, tiempos de inactividad.

Los datos de fallas y mantenimiento serán comunes para todos los equipos, el registro de mantenimientos se realizaría para llevar una trazabilidad y cuantificación de ciclo de vida de los equipos.

3. Aplicación de la norma ISO 14224

3.1. Listado y diagnóstico de la flota

Se realizó un levantamiento de información de la flota existente, en este caso el origen de los datos se recolectó directamente de las placas de fabricación de los equipos, mediante el método de observación directa.

Los datos se digitaron inicialmente en tabla de Excel (Anexo 1) y luego fueron almacenados en la plataforma SIGE, de acuerdo a los atributos y datos de equipo enlistados a continuación y a la norma ISO 14224.

Datos de equipos:

- **Serial:** Esta será la llave o código único de cada equipo.
- **Marca:** Este será la marca del fabricante del equipo.
- **Modelo:** El modelo será el tipo de equipo en cuanto a familia.
- **Utilidad:** Esto dependerá de las características de corte del equipo.
- **Placa de activo fijo:** Será la clave ante el departamento de contabilidad.
- **Numero maquina:** Será el nombre interno dentro de cada modelo de equipo.
- **Estado:** Este caracteriza la operatividad de cada equipo.
- **Horas de trabajo:** Esta nos brindara parámetros para programar mantenimientos.
- **Tipo Motor:** Esto dependerá del tipo de combustible y dará parámetros para lubricantes.
- **Marca Motor:** Es importante para la base de datos correcta de los equipos.
- **Modelo Motor:** Marca del fabricante del motor de combustión.
- **Serial Motor:** Llave única de fabricación de cada motor.
- **Fecha de compra:** Se buscó esta información con el departamento de contabilidad.

- **Observaciones:** Se reportarán observaciones adicionales de cada equipo, para el respectivo diagnóstico específico.

Tabla 1. Datos de equipos adquiridos según norma ISO 14224 (Anexo 1)

Serial	Marca	Modelo	Función	Activo	Numero	Horomet	Tipo de mot	Marca de mot	Modelo de mot	Serial de mot	Fecha de com	Observaciones
CB2935	VENTRAC	Contour Deck Mower	Accesorio		MJ840 A	0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Equipo en buen estado
MJ840-CB2985	VENTRAC	Contour Deck Mower	Accesorio		MJ840 B	300	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Equipo en excelente estado
KC180-AB1914	VENTRAC	KC180-39.55300	Accesorio		Stump Grinder	0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Equipo en buen estado
KY400-AA1657	VENTRAC	KY400-39.55455	Accesorio		Trencher	0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Equipo en buen estado
82560-1829	JACOBSEN	VAERATOR VA24	Aireadora		GA 24-A	0	Gasolina	Honda	GX200			Equipo en buen estado
5823401909	JACOBSEN	GA 24 - 58234	Aireadora		GA 24-B	150	Gasolina	Briggs & Stratton	FBSXS3052HB	382509	15/12/2016	Equipo fuera de servicio, obsoleto.
7000235	JACOBSEN	GA600	Aireadora		GA 600-A	50	N/A	N/A	N/A			Equipo en buen estado
405157653	TORO	9200	Aireadora	39591	Procore 648	140	Gasolina	Kohler	CH680	4833505101	04/06/2019	Equipo en excelente estado
208725	TURFCO	Mete-R-Matic IV - 8	Arenadora		Arenadora Meter Mat	5	N/A	N/A	N/A			Equipo en buen estado
U00118	TURFCO	Widespin 1550 - 858	Arenadora		Arenadora Widespin	200	Gasolina	Subaru	EX40	131114		Equipo en buen estado
8804301661	JACOBSEN	Groom Master II - 88	Arregla Bunker		Groom Master A	2075	Diesel	Kubota	D722	4Ew3844		Equipo en buen estado
8804301673	JACOBSEN	Groom Master II - 88	Arregla Bunker		Groom Master B	1401	Diesel	Kubota	D722	4FG1791	15/12/2016	Equipo en buen estado
78763	SMITHCO	Sweep Star V62	Aspiradora Hojas		Sweep Star V62 A	2336	Gasolina	Briggs & Stratton	543477-0175-J1		15/12/2016	Equipo en buen estado
78801	SMITHCO	Sweep Star V62	Aspiradora Hojas		Sweep Star V62 B	903	Gasolina	Briggs & Stratton	543477-0175-J1			Equipo en buen estado
6285101849	JACOBSEN	Eclipse 322 - Hibrida	Corta Antegreen		322 A	1565	Hibrida	Kubota	2482	4GM3689	15/12/2016	Equipo en excelente estado
EP100332	JACOBSEN	TR320 Diesel 3WD	Corta Antegreen	39703	TR320	1197	Diesel	Kubota	D1105		22/02/2019	Equipo en buen estado
6714601955	JACOBSEN	Triking - 67146	Corta Antegreen		Triking B	2291	DIESEL	Kubota	D722	4GJ4347	15/12/2016	Equipo en buen estado
500XCT050015	JOHN DEERE	TC8500	Corta Fairways		JD 8500-1	5677	Diesel	John Deere				Equipo en buen estado
4511757006306	JACOBSEN	Corta fairways LF57	Corta Fairways		LF 570	872	Diesel	Kubota	V2403		20/01/2020	Equipo en excelente estado
6800801780	JACOBSEN	SLF 1890 68006	Corta Fairways		SLF1890 A	2737	Diesel	Kubota	D1105	1GUJ6969	15/12/2016	Equipo en buen estado
6800801782	JACOBSEN	SLF 1890 68006	Corta Fairways		SLF1890 B	2706	Diesel	Kubota	D1105	1GUJ6800	15/12/2016	Equipo en buen estado
6800801783	JACOBSEN	SLF 1890 68006	Corta Fairways		SLF1890 C	2398	Diesel	Kubota	D1105	1GUJ6882	15/12/2016	Equipo en buen estado
1839-280000960	TORO	Groundsmaster 350	Corta Rough		3500 A	0	Diesel	Kubota	D1105			Equipo fuera de servicio, obsoleto.
3839-270001459	TORO	Groundsmaster 350	Corta Rough		3500D B	1264	Diesel	Kubota	D1105			Equipo fuera de servicio, obsoleto.
1KG000437	JACOBSEN	AR3 - 30004	Corta Rough		AR3	3211	Diesel	Kubota	D1105			Equipo en buen estado
3225102241	JACOBSEN	Voladora HoverKing	Speciality		Voladora 1	0	Gasolina	Honda	GCV160	5185719	15/12/2016	Equipo en buen estado
3225102243	JACOBSEN	Voladora HoverKing	Speciality		Voladora 2	0	Gasolina	Honda	GCV160	5185620	15/12/2016	Equipo en buen estado
3225102244	JACOBSEN	Voladora HoverKing	Speciality		Voladora 3	0	Gasolina	Honda	GCV160	5185752	15/12/2016	Equipo en buen estado
42120020102647	JACOBSEN	Spraytek XP - 8408	Fumigadora		Spraytek A	3472	Diesel	Kubota	D1105	1GK2036	15/12/2016	Equipo en buen estado
7006419	JACOBSEN	Spraytek XP175 Die	Fumigadora		Spraytek B	511	Diesel	Kubota	D1105		01/08/2019	Equipo en excelente estado
6335002655	JACOBSEN	Greenera Eclipse II	Greenera		2855	353	Eléctrica	N/A	N/A	N/A		Equipo en buen estado
6335002657	JACOBSEN	Greenera Eclipse II	Greenera		2857	346	Eléctrica	N/A	N/A	N/A		Equipo en buen estado

Fuente: Elaboración propia.

3.2. Diagnóstico

Junto con el levantamiento de la información se realizó un diagnóstico general y cualitativo de cada uno de los equipos con base en el estado operacional actual.

Se encontraron en total 86 equipos dispuestos para el mantenimiento del campo de golf, si bien es cierto se realizó a cada equipo de manera individual, este diagnóstico se resumirá y se presentará de acuerdo a las áreas o funciones de los equipos para una mejor comprensión global.

Accesorio: Estos equipos se encuentran operativos y en buen estado, son de uso ocasional.

Aireadora: Se encuentra un equipo obsoleto, los demás equipos están operativos.

Arenadora: Equipos en correcto estado operativo.

Arregla Bunker: Estos equipos operan correctamente.

Aspiradora Hojas: Equipos operando correctamente, es necesario realizar trabajos de reconstrucción del bodegaje de hojas.

Corta Antegreen: Equipos en excelente estado ya que son relativamente nuevos.

Corta Fairways: Existen 5 equipos de los cuales uno es bastante longevo, es necesario realizar una intervención mayor, principalmente a las unidades de corte.

Corta Rough: Equipos en buen estado, salvo los dos más antiguos que se encuentran fuera de servicio por falla en el motor de combustión.

Fumigadora: Ambos equipos están en buenas condiciones operacionales, sin embargo, es importante resaltar que los alerones de fumigación están expuestos a sustancias químicas y por ende a oxidación.

Greenera: Un porcentaje importante de equipos están en esta categoría, y se encuentra diversidad de marcas y horas de trabajo, existen alrededor de 8 equipos bastante longevos y con poca ventana operativa.

Vehículo Utilitario: Durante la inspección se encontraron equipos en buenas condiciones operativas, es de resaltar que están expuestos a actividades de trabajo pesado.

Roller: Existen 2 equipos en buenas condiciones operativas.

Saca Panta: Los dos equipos existentes están en buenas condiciones operativas.

Sopladora: Ambos equipos están operativos, pero uno presenta inconsistencias en el sistema de carga de batería.

Speciality: En general los equipos están en buen estado, es necesario encenderlos periódicamente si su utilización no es continua.

Tractores: Estos equipos son los que se encuentran en condiciones más críticas, principalmente por su longevidad, es necesario programar una renovación a corto plazo.

3.3. Jerarquía de equipos según la norma ISO 14224

Con base en la importancia de las zonas dentro del campo de golf y los equipos utilizados en su mantenimiento, se determinó una jerarquía de equipos cuya importancia se lee de

izquierda a derecha, con sus respectivos sistemas e ítem mantenible, esto de acuerdo a la norma ISO 14224.

Figura 10. Jerarquía de equipos maquinaria del campo de golf Country Club de Bogotá



Fuente: Elaboración propia.

3.4. Listado de funciones y especificaciones

Con la información levantada y la jerarquía descrita, se realizó una clasificación de funciones, que es para lo que se adquirió cada equipo y las especificaciones, que son las características con las cuales deben cumplir dichas funciones.

Tabla 2. Listado de funciones y especificaciones

CLASES	FUNCIONES	ESPECIFICACIONES
GREENERA	-Realizar corte de greenes -Realizar corte de tees cuando se requiera	- Corte con calidad perfecta sin Scalping, marcelling, sin estresar o maltratar el césped. -Podar a la altura especificada, sin variaciones durante la jornada. -Tener la confiabilidad y disponibilidad requerida.

CORTA FAIRWAYS	-Realizar corte de Fairways	-Corte con calidad perfecta sin Scalping, marcelling, sin estresar o maltratar el césped. -Podar a la altura especificada, sin variaciones durante la jornada. -Tener la confiabilidad y disponibilidad requerida.
TRIPLETA	-Realizar corte de tees -Realizar corte de ante Greenes -Realizar corte de semirough	-Corte con excelente calidad, sin Scalping, marcelling, sin estresar o maltratar el césped. -Podar a la altura especificada, sin variaciones durante la jornada. - Tener la confiabilidad y disponibilidad requerida.
CORTA ROUGH	-Realizar corte de rough	-Corte con excelente calidad, sin estresar o maltratar el césped. -Podar a la altura especificada, sin variaciones durante la jornada. - Tener la confiabilidad y disponibilidad requerida.
ARREGLA BUNKER	-Realizar el arado de los bunker o trampas de arena	- Arado con excelente terminado, estéticamente perfecto, descompactación correcta. -Tener la confiabilidad y disponibilidad requerida.
SPECIALITY	-Realizar cortes especiales -Realizar corte de tapetes -Aplicación de fertilizantes - Transporte de material - Realizar alisado de greenes	-Realizar sus funciones sin variaciones durante la jornada. - Tener la confiabilidad y disponibilidad requerida. -Realizar las funciones básicas para las cuales fue diseñada

Fuente: Elaboración propia.

3.5. Datos de fallos, modos de fallo, gravedad de los fallos y medidas preventivas

Dadas las especificaciones, se determinaron los fallos potenciales de cada clase de equipo, y se clasificaron en fallos funcionales, que son aquellos que inhabilitan al equipo para la operación, y los fallos técnicos, que permiten que el equipo pueda operarse con alguna observación.

Tabla 3. Lista de fallos funcionales y técnicos de cada clase

CLASES	FALLOS FUNCIONALES	FALLOS TECNICOS
GREENERA	-Corte de mala calidad -Motor no enciende -Altura de corte inconsistente -Sistema eléctrico no funciona	-Fallo en luz LED -Acelerador no llega al máximo -Llantas pinchadas
CORTA FAIRWAYS	-Corte de mala calidad -Motor no enciende -Altura de corte inconsistente -Sistema eléctrico no funciona -Alarma temperatura motor	-Fallo en luz LED -Acelerador no llega al máximo -Llantas pinchadas -Alarma nivel aceite hidráulico se activa -Batería no carga
TRIPLETA	-Corte de mala calidad -Motor no enciende -Altura de corte inconsistente -Sistema eléctrico no funciona -Alarma temperatura motor	-Fallo en luz LED -Acelerador no llega al máximo -Llantas pinchadas -Alarma nivel aceite hidráulico se activa -Batería no carga
CORTA ROUGH	-Corte de mala calidad -Motor no enciende -Altura de corte inconsistente -Sistema eléctrico no funciona -Alarma temperatura motor	-Fallo en luz LED -Acelerador no llega al máximo -Llantas pinchadas -Alarma nivel aceite hidráulico se activa Batería no carga
ARREGLA BUNKER	--Motor no enciende -Sistema eléctrico no funciona -Mala calidad en el terminado	-Fallo en luz LED -Acelerador no llega al máximo -Llantas pinchadas -Alarma nivel aceite hidráulico se activa
SPECIALITY	-Motor no enciende -Sistema eléctrico no funciona -Aspersión no uniforme	-Fallo en luz LED -Acelerador no llega al máximo -Llantas pinchadas

		-Alarma nivel aceite hidráulico se activa
--	--	---

Fuente: Elaboración propia.

Ya con la clasificación de los fallos, se procede a determinar los modos de fallo, que son la causa raíz de un fallo, cada fallo puede tener múltiples modos de fallo de acuerdo a un histórico, y con base en la disponibilidad requerida y en la importancia de los equipos se han determinado 3 tipos de gravedad de los fallos en los cuales estarán enmarcados los modos de fallo, crítico, importante, tolerable.

Tabla 4. Análisis de gravedad por modo de fallo

FALLO	MODO DE FALLO	GRAVEDAD
Acelerador no llega al máximo	Mala tensión en guaya de aceleración	Tolerable
	Exceso de tensión en guayas de freno	Importante
	Filtro de combustible o aire obstruidos	Tolerable
	Palanca de aceleración con calibración incorrecta	Tolerable
	Combustible contaminado	Importante
	Aire en el sistema de inyección	Tolerable
Alarma alta temperatura de motor	Radiador obstruido	Tolerable
	Bajo nivel de líquido refrigerante	Importante
	Mal estado de correa de distribución	Importante
	Fallo en bomba de líquido o termostato	Critica
Alarma nivel aceite hidráulico se activa	Bajo nivel de aceite hidráulico	Importante
	Fuga de aceite hidráulico	Critica
	Falla en el sensor de aceite	Tolerable
Altura de corte inconsistente	Falla en rodamientos	Critica
	Desgaste en bujes	Critica
	Calibración inadecuada	Critica
	Desgaste en los ajustadores	Critica
Aspersión no uniforme	Calibración inadecuada del computador	Critica
	Boquillas obstruidas	Importante
	Válvula reguladora en mal estado	Importante
	Fallas en el sistema eléctrico	Importante
Batería no carga	Tensión inadecuada en correa de alternador	Tolerable
	Falla en alternador	Tolerable
	Falla en batería	Tolerable
	Ruptura de fusible o conexión	Tolerable
Corte de mala calidad	Cuchilla o molinete en ml estado	Critica

	Rodamientos y bujes en mal estado	Critica
	Acelerador calibrado de manera incorrecta	Importante
	Filtro hidráulico obstruido	Tolerable
Fallo en luz LED	Bombilla quemada	Tolerable
	Mal contacto en conexión	Tolerable
	Switch averiado	Tolerable
Llantas pinchadas	Objeto extraño en la llanta	Importante
	Mala calibración de aire	Tolerable
	Mala sellado llanta/rin	Tolerable
Mala calidad en el terminado	Accesorios en mal estado	Tolerable
	Tornillo de arado muy corto o largo	Tolerable
Motor no enciende	Filtros obstruidos	Critica
	Bujía o inyector en ml estado	Critica
Sistema eléctrico no funciona	Fusibles rotos	Importante
	Relays desgastados	Importante
	Contactos inadecuados	Tolerable

Fuente: Elaboración propia.

Los fallos se reportarán al sistema SIGE mediante el módulo de novedades.

3.5.1. Determinación de medidas preventivas

Las medidas preventivas se clasificarán en 3 grupos, los cuales son:

- a) Inspección diaria: En el Check List se deberán prever estas fallas.
- b) Tareas de mantenimiento: Ya sea durante el mantenimiento preventivo o cuando se determine uno correctivo.
- c) Cambio de piezas: Se cambiará determinada pieza que corregir el daño sin generar un mantenimiento necesariamente correctivo.

Estas medidas preventivas serán las siguientes.

Tabla 5. Determinación y agrupación de las medidas preventivas

MODO DE FALLO	MEDIDA PREVENTIVA	CLASIFICACION
Mala tensión en guaya de aceleración	Tensionar guaya periódicamente	B
Exceso de tensión en guayas de freno	Reajustar guayas de freno	B
Filtro de combustible o aire obstruidos	Cambiar filtros	C
Palanca de aceleración con calibración incorrecta	Reajustar palanca	B
Combustible contaminado	Verificar calidad de combustible	A
Aire en el sistema de inyección	Purgar sistema	A

Radiador obstruido	Verificar a diario radiador	A
Bajo nivel de líquido refrigerante	Verificar nivel de liquido	A
Mal estado de correa de distribución	Verificar estado correa distribución	A
Fallo en bomba de líquido o termostato	Cambiar termostato	C
Bajo nivel de aceite hidráulico	Verificar nivel de hidráulico a diario	A
Fuga de aceite hidráulico	Reparar fuga de hidráulico	B
Falla en el sensor de aceite	Cambiar sensor de aceite	C
Falla en rodamientos	Verificar rodamientos a diario	A
Desgaste en bujes	Verificar estado de bujes a diario	A
Calibración inadecuada	Verificar características de corte	A
Desgaste en los ajustadores	Verificar ajustadores	A
Calibración inadecuada del computador	Calibrar el computador	B
Boquillas obstruidas	Limpiar boquillas periódicamente	B
Válvula reguladora en mal estado	Verificar válvula a diario	A
Fallas en el sistema eléctrico	Realizar mto al sistema eléctrico	B
Tensión inadecuada en correa de alternador	Verificar tensión de correa a diario	A
Falla en alternador	Realizar mto al alternador	B
Falla en batería	Realizar mto a la batería	B
Ruptura de fusible o conexión	Verificar y cambiar fusibles	C
Cuchilla o molinete en ml estado	Afilar cuchillas y molinetes	B
Rodamientos y bujes en mal estado	Verificar y cambiar rodamientos y bujes	C
Acelerador calibrado de manera incorrecta	Verificar acelerador	A
Filtro hidráulico obstruido	Cambiar filtro hidráulico	C
Bombilla quemada	Cambiar bombilla	C
Mal contacto en conexión	Verificar conexiones periódicamente	A
Switch averiado	Cambiar Switch	C
Objeto extraño en la llanta	Realizar inspección de llantas	A
Mala calibración de aire	Calibrar llantas a diario	A
Mala sellado llanta/rin	Realizar re ensamble de llantas	B
Accesorios en mal estado	Verificar estado de accesorios	A
Tornillo de arado muy corto o largo	Cambiar tornillos de arado	C
Filtros obstruidos	Cambiar filtros	C
Bujía o inyector en ml estado	Limpiar bujía y/o inyectores	B
Relays desgastados	Cambiar relays	C
Contactos inadecuados	Verificar contactos	B

Fuente: Elaboración propia.

3.6. Datos de mantenimiento

Tipo de mantenimiento: Tipo de intervención a realizar, preventivo, correctivo, diagnóstico, cambio de pieza o según el fallo.

Tipo de falla: Se presenta el tipo de falla de acuerdo al sistema interno, mecánico, eléctrico, hidráulico, unidad de corte.

Modo de fallo: Se describe el modo de fallo que ocasiono el mantenimiento si se da el caso.

Horometro: Horometro del equipo en el momento del mantenimiento.

Técnico asignado: Persona encargada de ejecutar las labores de mantenimiento.

Descripción corta: Descripción que aporta un resumen de la intervención.

Descripción de la falla: Descripción detallada de la causa del mantenimiento, ya sea por modos de fallo o por horas de mantenimiento.

Fecha de programación: Fecha para la cual se programa la ejecución del mantenimiento.

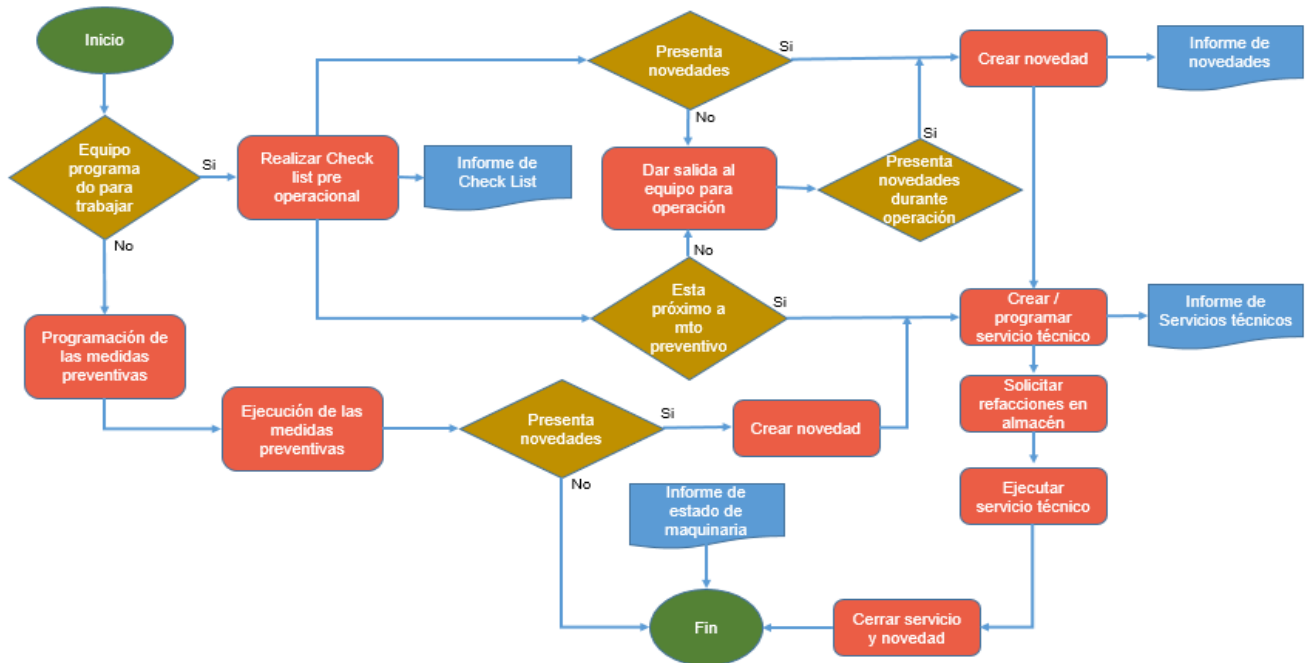
4. Diseño e implementación del sistema de gestión

El sistema de gestión se diseñó mediante flujo grama y esquema de actores dentro del sistema, de igual manera se implementó a través de la plataforma SIGE, desarrollada por la empresa Golf y Turf, la cual nos brindará históricos tanto en fallos como operaciones de mantenimiento, para la trazabilidad necesaria a cada uno de los equipos, de igual que la posibilidad de programar futuras operaciones de mantenimiento.

La plataforma será alimentada con los datos adquiridos durante el desarrollo del proyecto y de acuerdo a la norma ISO 14224, y se parametrizará con las especificaciones del manual del fabricante en cuanto las operaciones periódicas.

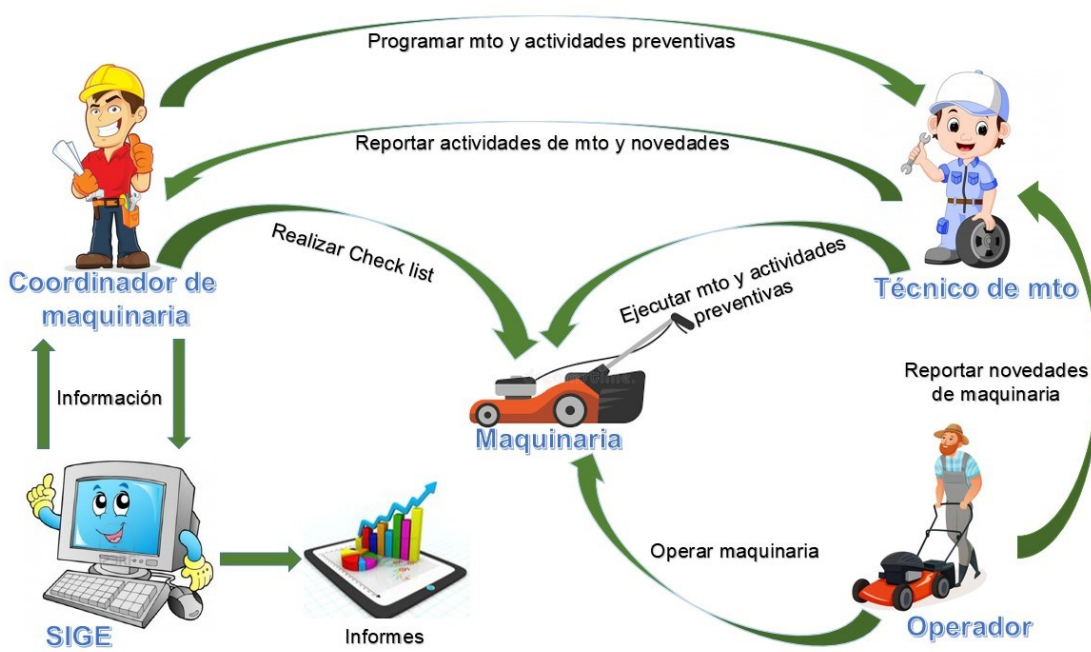
4.1. Diseño del sistema de gestión del mantenimiento para la maquinaria del campo de golf

Figura 11. Flujo grama sistema de gestión del mantenimiento para maquinaria del campo de golf



Fuente: Elaboración propia

Figura 12. Esquema de actores que intervienen en el sistema de gestión



Fuente: Elaboración propia

4.2. Implementación del sistema de gestión a través de la Plataforma SIGE

A continuación, se brindará la descripción de cada uno de los módulos de la plataforma y el procedimiento para poder realizar la trazabilidad.

Figura 13. Pantalla de acceso a SIGE



Ingresa tu usuario: club.country.mto

Ingresa tu contraseña:

Iniciar Sesión

[¿Olvidaste tu contraseña?](#)

[¿Aún no estás registrado? Haz clic aquí](#)

Fuente: Obtenido de <https://clientes.golfyturf.com/index.php>

Con el usuario y contraseña de acceso asignados, podremos ingresar a la plataforma donde consignaremos y encontraremos los datos de los equipos parametrizados.

Usuario: club.country.mto

Contraseña: ClubCountry2020

4.2.1. Módulos dentro de la plataforma SIGE

Figura 14. Módulos plataforma SIGE



Fuente: Obtenido de <https://clientes.golfyturf.com>

4.3. Base de datos de maquinaria

Con la información y datos reclectados en el levantamiento y diagnanóstico alimentamos la plataforma a través del módulo Gestión de equipos → Crear máquina.

Figura 15. Gestión de equipos

Crear Máquina

Serial:	<input type="text"/>
Modelo:	<input type="text" value="-Haga una selección-"/>
Placa activo fijo club:	<input type="text"/>
Máquina número club:	<input type="text"/>
Estado:	<input type="text" value="-Haga una selección-"/>
Horas:	<input type="text"/>
Modelo motor:	<input type="text"/>
Serial motor:	<input type="text"/>
Codigo motor:	<input type="text"/>

Fuente: Obtenido de https://clientes.golfyturf.com/php/crear_maquina.php

Cuando ingresemos la información de todas y cada una de las máquinas, podremos dirigirnos a ver maquinaria, allí encontraremos la base de datos completa de los equipos.

En esta interfaz podremos observar un listado completo de los equipos con sus respectivos atributos que la identifican, de igual manera a través de un semáforo de colores nos indica que tan cerca en términos de horas está el próximo mantenimiento preventivo, para poder realizar la programación y ejecución del mismo.

Se encuentran los atributos de cada uno de los equipos, al igual que los botones de acceso para realizar el chequeo, para ver más información, para ver el historial de fallas y mantenimientos y para editar la información básica del equipo si se requiere.

Figura 16. Atributos de cada equipo dentro del SIGE

Bienvenido(a) club.country.mto, conectado a producción.

Colizaciones Productos Gestión de equipos Reportes Perfil Salir

Generar informe Checklist Generar informe maquinaria

Seleccione un mantenimiento: Ninguno ▾

Serial	Numero Máquina	Marca	Modelo	Función	Horometro	Estado	Horas Vida Útil Repuesto	Proximo Reemplazo	Checklist	Más	Historial	Editar
CB2935	MJ840 A	VENTRAC	Contour Deck Mower - MJ840	Accesorio	0	Operativa	Registros no encontrados	No hay registros				
MJ840-CB2985	MJ840 B	VENTRAC	Contour Deck Mower - MJ840	Accesorio	300	Operativa	Registros no encontrados	No hay registros				
KC180-AB1914	Stump Grinder	VENTRAC	KC180-39.55300	Accesorio	0	Operativa	Registros no encontrados	No hay registros				
KY400-AA1657	Trencher	VENTRAC	KY400-39.55455	Accesorio	0	Operativa	Registros no encontrados	No hay registros				
82560-1829	GA 24-A	JACOBSEN	VAERATOR VA24 - 82560	Aireadora	0	Operativa	Registros no encontrados	No hay registros				
5823401909	GA 24-B	JACOBSEN	GA 24 - 58234	Aireadora	150	Operativa	20	Cambio de filtro de aceite motor				
7000235	GA 600-A	JACOBSEN	GA600	Aireadora	50	Mtto programado - Operativa	Registros no encontrados	No hay registros				
405157653	Procore 648	TORO	09200	Aireadora	140	Operativa	61	Cambio de filtro de aceite hidráulico				
Z08725	Arenadora Meter Matic	TURFCO	Mete-R-Matic IV - 85424	Arenadora	5	Operativa	Registros no encontrados	No hay registros				

Fuente: Obtenido de https://clientes.golfyturf.com/php/ver_maquinaria.php

- Para el reporte de fallas, en el módulo Gestión de equipos → Crear novedad, se registran los fallos eventuales con su respectivo modo de falla.

Figura 17. Crear novedad

Crear Novedad

Serial/Numero máquina:

Tipo de novedad:

Estado de novedad:

Estado de la maquina:

Fecha:

Horas de trabajo al momento de la novedad:

Descripcion corta (Max 15 caracteres) :

Descripción de Novedad inicial:

Foto novedad: Ningún archivo seleccionado

¿Notificar a Gyt?: Si No

Fuente: Obtenido de https://clientes.golfturf.com/php/crear_novedad.php

- En el módulo Gestión de equipos → Ver novedades, podemos realizar trazabilidad al historial de fallos.

Figura 18. Historial de fallos

Ver Novedades:

Identificador	Serial Maquina	Numero Maquina	Fecha	Tipo de novedad	Descripción	Estado de novedad	Actualizar estado	Más
883	8804301679	Groom Master B	2020-12-07	Informativa	Novedad automatica por servicio técnico - Cambio de aceite	Cerrado		
882	4500Y-AJ08674	Ventrac B	2020-12-07	Informativa	Novedad automatica por servicio técnico - Cambio de aceite	Cerrado		
881	AJ08289	Ventrac A	2020-12-07	Informativa	Novedad automatica por servicio técnico - Cambio aceite HYD y filtro	Cerrado		
880	AJ08289	Ventrac A	2020-12-07	Informativa	Novedad automatica por servicio técnico - Cambio de aceite	Cerrado		
871	RB574	Roller B	2020-10-16	Informativa	Novedad automatica por servicio técnico - Cambio de aceite	Cerrado		
870	1TC8500XKCT050015	JD 8500-1	2020-11-26	Informativa	Novedad automatica por servicio técnico - Cambio de aceite motor	Cerrado		
869	4500Y-AJ08674	Ventrac B	2020-11-25	Informativa	Novedad automatica por servicio técnico - Cambio aceite hyd	Cerrado		
868	4511757006306	LF 570	2020-11-20	Informativa	Novedad automatica por servicio técnico - Cambio de aceite motor	Cerrado		
866	KG000437	AR3	2020-10-20	Informativa	Novedad automatica por servicio técnico - Cambio de aceite motor	Cerrado		

Fuente: Obtenido de https://clientes.golfturf.com/php/crear_novedad.php

- Para la programación de actividades de mantenimiento, en módulo Gestión de equipos → Crear servicio técnico, allí se ingresa la información con los datos de mantenimiento.

Figura 19. Crear servicio técnico

Crear Servicio Técnico:

Tipo Servicio:

Novedad:

Tipo de Falla:

Relacionar con:

Horometro:

Técnico Asignado:

Descripción Corta:

Descripción:

Fecha de Programación:

Fuente: Obtenido de https://clientes.golftyurf.com/php/crear_servicio_tecnico.php

- Es posible realizar trazabilidad a los mantenimientos programados a través del módulo Gestión de equipos → Ver servicios técnicos, y allí verificar el estado de ejecución.

Figura 20. Trazabilidad de servicios técnicos

Ver Servicios Técnicos:

Fecha de programacion	Descripción	Numero Máquina	Serial	Estado	Técnico	Actualizar	Editar	Más
2020-12-07	se realizara cambio de aceite y de filtros de aire, combustible y aceite.	Groom Master B	8804301679	Cerrado	Jarol Perez			
2020-12-07	Se realizara cambio de aceite y de filtros de aire, combustible y aceite.	Ventrac B	4500Y-AJ08674	Cerrado	Sebastián Leguisamo			
2020-12-07	Se realizará cambio de aceite y filtros hyd	Ventrac A	AJ08289	Cerrado	Sebastián Leguisamo			
2020-12-07	se realizara cambio de aceite y de filtros de aire, combustible y aceite.	Ventrac A	AJ08289	Cerrado	Sebastián Leguisamo			
2020-10-16	Cambio aceite motor	Roller B	RB574	Cerrado	Samuel Hernández			
2020-11-26	Se realizara cambio de aceite de motor, junto con filtros de aceite, aire y combustible.	JD 8500-1	1TC8500XKCT050015	Cerrado	Sebastián Leguisamo			
2020-11-25	Se realizara cambio de filtros hyd de acuerdo a parámetros de fabrica	Ventrac B	4500Y-AJ08674	Cerrado	Samuel Hernández			
2020-11-20	Se realizara cambio de aceite de motor, junto con filtros de aceite, aire y combustible.	LF 570	4511757006306	Cerrado	Samuel Hernández			
2020-10-20	Se realizara cambio de aceite de motor junto con filtros de aceite, aire y combustible.	AR3	KG000437	Cerrado	Sebastián Leguisamo			

Fuente: Recuperado de https://clientes.golftyurf.com/php/ver_servicio_tecnico.php

- De igual manera es posible generar un informe automático general de las intervenciones realizadas en determinado periodo.

Figura 21. Informe de intervenciones



Informe general de servicios técnicos

Cliente: Country Club Bogotá (Beta)
 Fecha actual: 2021-01-07
 Mes seleccionado: Diciembre

Tipo de servicio técnico	Programado	En proceso	Cerrado
Mantenimiento preventivo	0	0	5
Totales	0	0	5

Servicios cerrados:

- Groom Master II - 88043 - Groom Master B
 Descripción: Se realiza cambio de aceite y filtro de motor, de combustible y aire
- Power Unit - 4500Y - Ventrac A
 Descripción: Se realizo cambio de aceite y filtro de motor, de combustible y aire
- Power Unit - 4500Y - Ventrac A
 Descripción: Se realizo cambio de aceite y filtros hyd
- Power Unit 4500Y - Ventrac B
 Descripción: Se realizo cambio de aceite hyd con sus respectivos filtros.
- Power Unit 4500Y - Ventrac B
 Descripción: Se realiza cambio de aceite y filtro de motor, de combustible y aire

Fuente: Obtenido de

https://clientes.golftyurf.com/js/includes/ver_servicios_tecnicos/generar_informe_servicios_tecnicos_pdf.php

- Por último, en el módulo Gestión de equipos → Ver maquinaria, es posible generar un informe automático del estado actual y general de la flota de maquinaria.

Figura 22. Informe de la flota de maquinaria



Informe de Estado de Maquinaria

Fecha actual: 2021-01-07

Funcion maquina	OP	DT	Mtto/OP	Mtto/DT	DC
Greenera	26	0	0	0	0
Corta Fairways	6	0	0	0	0
Corta Rough	5	1	0	0	0
Arregla Bunker	2	0	0	0	0
Vehiculo Utilitario	12	0	0	1	0
Aireadora	3	0	1	0	0
Corta Antegreen	4	0	0	0	0
Aspiradora Hojas	2	0	0	0	0
Sopladora	2	0	0	0	0
Fumigadora	2	0	0	0	0
Verticut	1	0	0	0	0
Arenadora	2	0	0	0	0
Saca Panta	2	0	0	0	0
Roller	2	0	0	0	0
Tractor Multiherramienta	2	0	0	0	0
Accesorio	4	0	0	0	0
Otra	3	0	0	0	0
Vehiculo de Transporte	1	0	0	0	0
Tractor	5	0	0	0	0
Totales	86	1	1	1	0

OP: Operativa, DT: Detenida (tomar acción urgente), Mtto/OP: Mantenimiento programado - Operativa, Mtto/DT: Mantenimiento programado - Detenida, DC: Detenida por el club

Fuente: Obtenido de <https://clientes.golfyturf.com/>

4.4. Diseño de formatos de Check List preoperacional y fichas técnicas de los equipos (Anexo 2)

De acuerdo a los datos recolectados se realizó el diseño de las fichas técnicas de los equipos, para el respectivo BackUp físico y digital, al igual que el formato de Check List, junto con esto se realizó base de datos de manuales de operación mantenimiento y partes.

Figura 23. Formato de ficha técnica - Eclipse 322

	HOJA DE VIDA MAQUINARIA		
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		
	HOJA DE VIDA MAQUINARIA		
	MAQUINA	UTILIDAD O FUNCIÓN	
	ECLIPSE 322 HYBRID (DIESEL)	CORTA GREENS	

Serial o S/N	6285101849	Marca	JACOBSEN
Modelo	ECLIPSE 322 HYBRID	Referencia	62851
Club	CLUB COUNTRY DE BOGOTA	Tipo Motor	HIBRIDA
Marca motor	KUBOTA	Modelo motor	Z482
Serial o S/N de motor	4GM3689	Codigo motor (Si aplica)	1J952-64000
Placa Activo Fijo		Maquina numero	G7

FOTOGRAFIAS	
	

DESCRIPCIÓN DE LA MAQUINA
Diesel: Kubota Z482 2 cilindros diesel; enfriado por líquido; 13.3 hp Corte de césped 0 - 8.9 km/h; Velocidad máxima ajustable electrónicamente Transporte 0 - 14.5 km/h; Velocidad máxima ajustable electrónicamente Tiempo aproximado de operación por tanque : Diesel: 15 horas.


REPUESTOS UTILIZADOS			
PIEZA	CANTIDAD	REFERENCIA	PROVEEDOR
ACEITE MOTOR	1 GL	15W40	Golf y Turf
FILTO DE ACEITE	1	5002644	Golf y Turf
FILTRO AIRE	1	5000913	Golf y Turf
FILTRO HIDRAULICO	1	N/A	Golf y Turf
FILTRO COMBUSTIBLE	2	550489	Golf y Turf

TIPOS DE MANTENIMIENTO	
PREVENTIVO	CORRECTIVO
SEMANAL: ENGRASE GENERAL MENSUAL: CAMBIO ACEITE MOTOR TRIMESTRAL: CAMBIO CUCHILLA DE CORTE	REPARACIONES ELECTRICAS REPARACIONES EN MOTOR DAÑO EN LLANTAS OCACIONALES

OBSERVACIONES

Fuente: Elaboración propia.

Figura 24. Formato de Check List preoperacional (Anexo 3)



Check List Pre-operacional Maquinaria Mantenimiento Campo De Golf

MAQUINA:		HORAS:							MES:							CONSECUTIVO:													
SEMANA DE INSPECCION		SEMANA 1							SEMANA 2							SEMANA 3							SEMANA 4						
Acción	DIA DE LA SEMANA	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D
Inspeccionar/Limpiar Radiador																													
Verificar aceite motor																													
Verificar fluido hidraulico 10W-30																													
Revisar Nivel de Refrigerante																													
Verificar / Afilar Cuchillas																													
Verifica/Ajustar Presión de Liantas																													
Inspeccionar/Limpiar Filtro Aire																													
Engrasar maquina y unidad de corte																													
Probar Sistemas de Seguridad																													
Inspeccionar / Ajustar Correa de Unidad de Corte																													
Verificar/agregar Fluido de Batería																													
Verificar Sujetadores																													
Verificar/Ajustar Correa de Ventilador																													
Comprobar Mangueras del Filtro de Aire																													
Comprobar Mangueras del Radiador																													
Hacer Recorrido de Prueba con la Maquina																													
Inspeccionar mangueras Hidráulicas																													
Inspeccionar Labrado de Liantas																													
Inspeccionar Ajustes de Unidad de Corte																													
Inspeccionar Bujes de las unidades de Levante																													
Inspeccionar el Sistema de Dirección																													

OBSERVACIONES:

REALIZÓ: _____ APROBÓ: _____

Fuente: Elaboración propia.

Figura 25. Carpeta digital de hojas de vida en el computador de mantenimiento

Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
Aireadora GA24	14/10/2020 18:26	Carpeta de archivos	
AR3	14/10/2020 18:27	Carpeta de archivos	
Eclipse 322	14/10/2020 18:28	Carpeta de archivos	
Greeneras	14/10/2020 19:13	Carpeta de archivos	
Groom Master II	14/10/2020 19:15	Carpeta de archivos	
Roller	14/10/2020 19:15	Carpeta de archivos	
SLF 1880	14/10/2020 19:15	Carpeta de archivos	
SOD Cutter	14/10/2020 19:20	Carpeta de archivos	
Spraytek	14/10/2020 19:16	Carpeta de archivos	
Sweep V62	14/10/2020 19:18	Carpeta de archivos	
TORRENT	14/10/2020 19:19	Carpeta de archivos	
TR320	14/10/2020 19:24	Carpeta de archivos	
Triking	14/10/2020 19:24	Carpeta de archivos	
Truckster MX	14/10/2020 19:24	Carpeta de archivos	
Truckster XD	14/10/2020 19:25	Carpeta de archivos	
Verticut 214	14/10/2020 19:25	Carpeta de archivos	
Vetrac 4500Y + MJ840	14/10/2020 19:27	Carpeta de archivos	

Fuente: Imagen propia.

Figura 26. Fotografía de las carpetas de las hojas de vida físicas en el taller de mecánica



Fuente: Imagen propia.

4.5. Capacitaciones (Anexo 4)

Para complementar las actividades se diseñaron una serie de capacitaciones, las cuales se darán de manera física en cuanto se establezcan protocolos de bioseguridad frente al COVID-19 para este tipo de reuniones dentro de la corporación, algunas de estas se adjuntarán con anexo.

Figura 27. Capacitación LF570



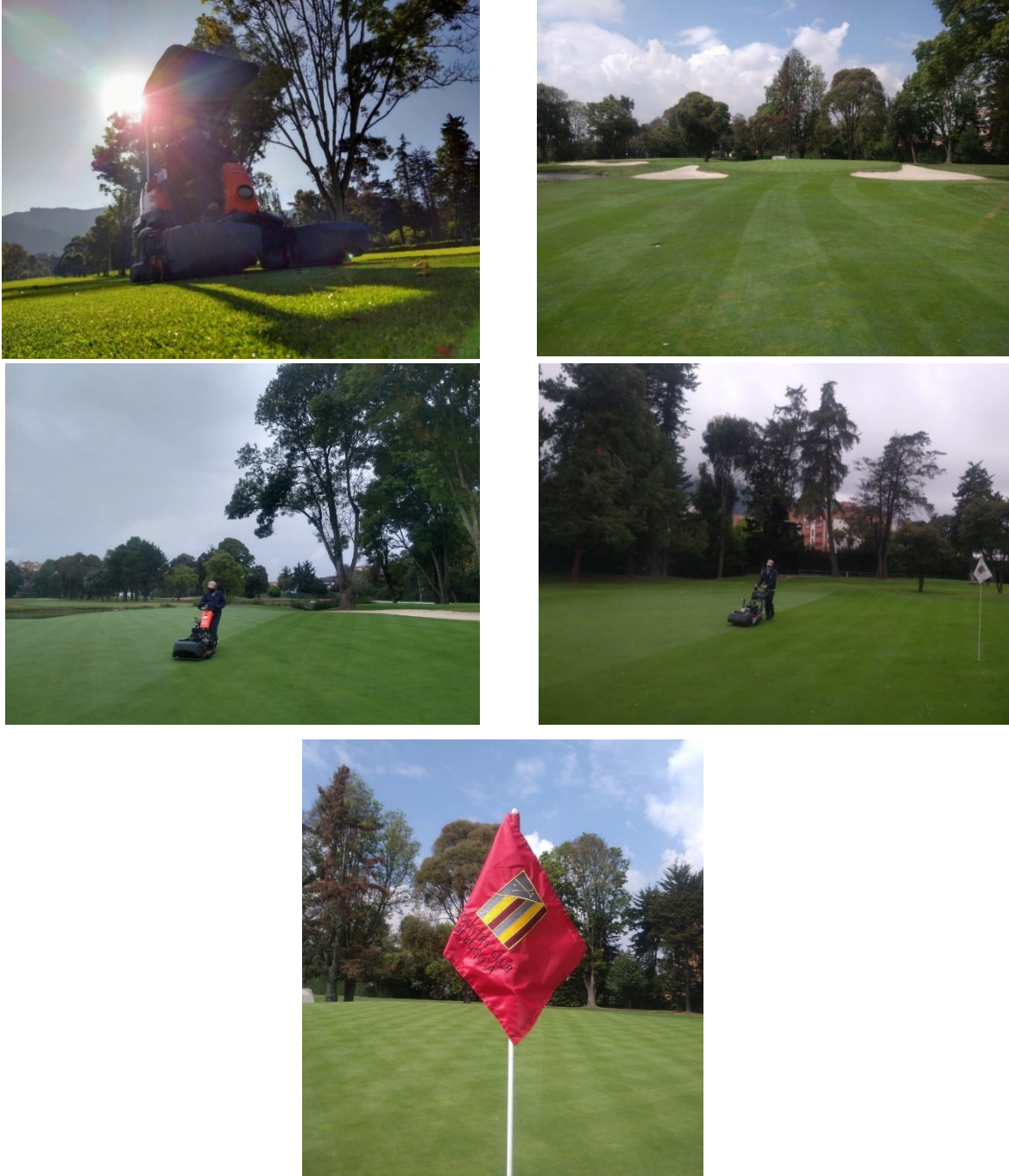
Fuente: Imagen propia.

4.6. Listado de procedimientos para las actividades preventivas (Anexo 5)

De acuerdo a las fallas críticas y a los modos de fallo, se diseñó un listado de procedimientos donde se relacionan las actividades básicas para prevenir los fallos

encontrados en la elaboración y diseño del sistema. Este se encuentra como anexo a este documento.

Figura 28. Imágenes con los resultados del sistema de gestión – Un campo para campeones



Fuente: Imagen propia.

5. Conclusiones

- La captación de datos e información se realizó mediante el método de observación y de manera cualitativa. La norma ISO 14224 brinda un alto grado de confiabilidad en la toma y tratamiento de datos, ya que da parámetros para que el proceso se ejecute de la manera correcta.
- Gracias a la captación de datos se logró obtener y desarrollar un diagnóstico general de la flota y determinar las medidas preventivas correspondientes.
- La flota del Campo de golf del Country Club de Bogotá, en general se encuentra en buen estado operativo y con la implementación de las medidas preventivas se prolongará la vida útil de los equipos y se asegurará la ventana operativa de los mismos.
- El sistema de gestión diseñado e implementado brindará trazabilidad e historial de averías y mantenimientos de la flota, lo que permitirá mantenerlos correctamente.
- Tener la base de datos y llevar la gestión a través de una plataforma como SIGE, da enfoque de actualización y digitalización del proceso, acorde a los avances tecnológicos actuales.
- Con las fichas técnicas de los equipos se tendrá una interfaz tanto física como digital, con el fin de contar con un backup, además del acceso a personas que interactúen con la plataforma.
- Mediante el listado de procedimientos para las actividades preventivas, el equipo técnico del Country Club de Bogotá tendrá acceso de primera mano a información relevante para prevenir los fallos en la maquinaria.

6. Bibliografía

Bernhard Company. (s.f.). *Bernhard Company Education and Training*. Obtenido de <https://www.bernhard.co.uk/knowledge/education-and-training/>

Coronell Martínez, C., & Hernández Paz, A. (Noviembre de 2005). *Implementación de un modelo de mantenimiento para la empresa IMETALES LTDA, basado en la norma ISO-14224*. Obtenido de <https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0030329.pdf>

Country Club de Bogotá. (s.f.). Obtenido de <https://www.countryclubdebogota.com>

Federación Colombiana de Golf. (s.f.). Obtenido de <https://www.federacioncolombianadegolf.com/apex/clubs?Post=0015x000027TYA6AAO#>

García Garrido, S. . (2009). *Manual práctico para la gestión eficaz del mantenimiento industrial*. Obtenido de <http://www.renovetec.com/ingenieria-del-mantenimiento.pdf>

García Garrido, S. (20 de Marzo de 2014). *RCM Mantenimiento centrado en fiabilidad*. Obtenido de www.youtube.com. <https://youtu.be/PZSr52a-e78>

García Garrido, S. (s.f.). *Curso gratuito gestor de software de mantenimiento*. Obtenido de <http://www.renovetec.com/1252-curso-gratuito-renovefree-2020-gestor-de-aplicaciones-informaticas-de-mantenimiento>

Golf y Turf SAS. (s.f.). Obtenido de <https://www.golftyurf.co/>

Golf y Turf SAS. (s.f.). *SIGE - Gestión de equipos*. Obtenido de https://clientes.golftyurf.com/php/ver_maquinaria.php

OREDA. (s.f.). *Análisis ISO 14224*. Obtenido de <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/analisis-iso-14224-oreda/>

Sánchez Leal, J. (s.f.). *Somos cien por cien golf. Golf Para Todos*. Obtenido de <http://www.golfparatodos.es/principiante/conocer-el-campo-de-golf/plano-de-un-hoyo-de-golf-numerado-por-areas>

Sánchez Sáenz, R. (s.f.). *La Web Del Golf*. Obtenido de <http://www.lawebdegolf.com/historia.php>

7. Anexos

Anexo 1. Listado de equipos acorde a la norma ISO 14224.

Anexo 2. Formatos de fichas técnicas para equipos del campo de golf.

Anexo 3. Formato Check List Preoperacional.

Anexo 4. Capacitaciones en operación y mantenimiento para máquinas del campo de golf del Country Club de Bogotá, adquiridas últimamente.

Anexo 5. Manual de procedimientos para las actividades preventivas.