

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRAZABILIDAD DE INFORMACIÓN PARA MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE RESCATE A PARTIR DE CÓDIGOS QR

Germán Enrique Suescún Osorio

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Especialista en Gestión del Mantenimiento Industrial

Asesor

Carlos Alberto Acevedo Álvarez

Instituto Tecnológico Metropolitano - ITM
Facultad de Ingenierías
Departamento de Mecatrónica y Electrónica
Medellín, Colombia

2023

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

RESUMEN

La empresa Impleseg S.A.S se dedica a la venta de implementos de seguridad industrial, como lo es la venta de equipos de rescate. Para la empresa Impleseg S.A.S es prioridad prestar un servicio confiable, por lo cual se creó el área de centro de servicios los cuales son los encargados de prestar los servicios de mantenimiento según lo estipulado en el manual de mantenimiento del fabricante. Sin embargo, con el transcurso del tiempo se logró evidenciar que no se lleva una trazabilidad de los mantenimientos realizados. Por tal motivo se decidió diseñar un aplicativo móvil para asegurar la mantenibilidad de los equipos y al mismo mejorar el nivel de servicio para el cliente. Para el desarrollo del trabajo propuesto, se utilizó una metodología la cual se constituye de tres pasos los cuales son, planificación, ejecución y control. Con esto se encontró que no se tenía un orden ni trazabilidad de los mantenimientos realizados. De igual forma se evidenció que las frecuencias y actividades de mantenimiento definidas en el manual del fabricante son creadas sin tener en cuenta el contexto operacional bajo el cual van a trabajar los equipos. Por lo tanto, la creación de del aplicativo es fundamental para mejorar la mantenibilidad de los equipos y mejorar el nivel de servicio.

Palabras clave: Contexto operacional, frecuencia, mantenimiento.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

RECONOCIMIENTOS

Quiero agradecer a Dios por darme la oportunidad de encaminarme a cumplir este de gran logro, llenándome de fortaleza y disciplina durante este proceso de formación que hoy culmino, y a esta gran institución por brindarme la oportunidad de crecer académicamente y conocer grandes personas.

También quiero agradecer a mi madre Olga O, a mi hermano Juan D y a mi gran amor Tatiana Ruiz por el apoyo incondicional que me han brindado ya que siempre han estado para mí dándome la fortaleza necesaria para seguir.

Por último, pero no menos importante quiero dar las gracias a los grandes docentes que me acompañaron en este gran camino que apenas comienza y muchas pero muchas gracias al profe Carlos Acevedo por darme el empujón y los ánimos para seguir adelante.

Como dijo el gran Gustavo Cerati Gracias Totales

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

ACRÓNIMOS

ERA Equipo de respiración autónoma

SCBA Self Contained Breathing Apparatus

TABLA DE CONTENIDO

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	7
1.2 Objetivos.....	10
1.3 Organización de la monografía.....	11
2. MARCO TEÓRICO	12
2.1 Equipos o Herramientas de rescate	12
2.2 Empresa Impleseg	12
2.3 Empresas que venden equipos a nivel Internacional y Nacional	15
2.4 Mantenimiento de equipos de Rescate	15
2.5 ¿Qué es un código QR?.....	17
2.6 ¿Qué es la tecnología NFC?	18
2.7 Sistemas para gestionar el mantenimiento con NFC o QR.....	19
2.8 Bases de datos	20
2.9 Trazabilidad	20
3 METODOLOGÍA.....	22
3.1 Planificación.....	22
3.2 Ejecución.....	23
3.3 Control	23
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
4.1 Interfaz del usuario.....	25
4.2 Lógica de funcionamiento de la aplicación	29
4.3 Validación de la aplicación	30
5 CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO	32
5.1 Conclusiones.....	32
5.2 Recomendaciones.....	33

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

5.3 Trabajo futuro..... 33

REFERENCIAS 35

Bibliografía..... 35

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

1. INTRODUCCIÓN

Impleseg S.A.S una empresa que cuenta con 4 áreas enfocadas a procesos específico. El área de producción es la encargada de realizar recargas y mantenimientos de extintores. El área de servicio técnico encargados de hacer seguimiento y cumplir programas de capacitación a los clientes internos y externos. El área comercial encargados de dar a conocer todos los productos y venderlos, y por último el área de centro de servicios es la encargada de impartir capacitaciones y realizar el mantenimiento de las herramientas y equipos especializados para el rescate, brindado atención intramural y extramural.

Impleseg cuenta con un gran número de clientes los cuales manejan gran cantidad de equipos, de los que se debe realizar seguimiento del funcionamiento y ubicación, con el fin de evitar su pérdida y, asegurar la disposición de equipos en buen estado. Entre los procesos actuales se encuentra oportunidad de mejora en: el tiempo de diligenciamiento de formatos de soporte de equipos los equipos en cuestión, la actualización y reorganización de la información en la base de datos, y la ausencia de un registro que almacene información de la trazabilidad de los mantenimientos.

En los equipos de rescate se debe tener en cuenta sus requerimientos y su aplicación en una emergencia, cuál es su uso, es decir, respiración en espacios confinados o contaminados, cortes en vehículos colisionados o materiales en aceros, separación de estructuras, levantamiento de estructuras, fuerzas ejercidas y manipulación.

El tipo de mantenimiento se basa en manuales según fabricante, cada dos años los fabricantes realizan cursos teóricos prácticos los cuales certifican los técnicos y serán los encargados de realizar mantenimientos preventivos o correctivos basándose en

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

manuales.

Las herramientas Holmatro son equipos hidráulicos para rescate vehicular o estructural, esas herramientas pueden con bomba a gasolina o eléctricas, que son el separador, cortador, gato y la combinada (separador más cortador); estas herramientas están diseñadas para aplicaciones industriales y sobre todo para servicios de emergencia.

Los equipos de respiración Scott, son equipos desarrollados para respirar en entornos contaminados, se dividen en equipos industriales con certificación NIOSH que son para uso en entornos industriales no relacionados con incendios y equipos bomberiles con certificación NFPA 1986 que son para enfrentar incendios y altas temperaturas, así como en operaciones tácticas y técnicas en espacios confinados.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Gran parte de la gestión de mantenimientos de los equipos especializados en la empresa Impleseg se realizan de forma manual, generando retrasos en los procesos, complicaciones y pérdida de información.

En la actualidad las empresas tienen una alta rotación de personal y tiempos de entrega cortos, eso ha generado que el personal encargado no sepa diferenciar entre los modelos de los equipos y las distintas referencias. Lo anterior ha ocasionado que en muchos equipos no se realice el diagnóstico y mantenimiento oportuno, generando que en el caso de que se presente un suceso y se requiera usar el equipo éste no responda de forma óptima.

La diversidad de referencias de los equipos, la rotación continua de personal en las empresas, la falta de información y falta de formación adecuada, la multiplicidad y dispersión de información y la falta de claridad en los canales de comunicación ha generado dificultades para realizar el diagnóstico y mantenimiento oportuno de los equipos y se pueda llevar una

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

trazabilidad de los modelos y referencias (Lambert, 2001)

En Medellín se promueve la innovación empresarial, siguiendo los lineamientos de Medellín como Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación. La ciudad va a tener una mesa preponderante, muy importante en la concertación de todo lo relacionado con la política pública de ciencia, tecnología e innovación- CTi. La ciudad será la sede de las pruebas piloto y todos los temas que se tienen que hacer de CTi. Adicionalmente la ciudad entra a participar en los comités y en las mesas de la política pública nacional en ciencia y tecnología de manera directa (Espectador, 2022).

Aprovechando las condiciones que hay en Medellín y en la Especialización en Gestión del Mantenimiento Industrial y el Semillero de Modelamiento Matemático y Cómputo Científico (MMCC) del ITM, se propone hacer uso de las nuevas tecnologías para desarrollar un sistema de gestión que ayude en el mantenimiento de equipos de rescate para la empresa Impleseg.

Al realizar incorporaciones de tecnología de forma adecuada conlleva a un mejor desempeño del personal. Al mejorar los procesos de automatización con las bases de datos se genera una gestión tecnológica orientada en acciones de mantenimientos predictivos, preventivos y correctivos que garantizan que los equipos puedan estar disponibles en todo momento y tengan una operación segura, y sacar el mayor provecho de las prestaciones y el costo-efectividad (Garrido, s.f.)

Problema: Hoy en día, los procesos de gestión documental de los mantenimientos se manejan de forma manual por medio del diligenciamiento de formatos; y ciertos documentos como servicio técnico y algunos de los certificados de calibración están almacenados en correos o en el drive de forma poco estructurada.

Orientación hacia la solución: Al realizar la gestión documental teniendo como referente principal el número de serie de los equipos para su identificación (H. González, Sistema Gestor de, 2005). A cada equipo se le coloca un código de barras que codifica el número de serie para hacer el seguimiento del equipo y gestionar su mantenimiento, el inconveniente es que esa información solo se maneja de manera interna de Impleseg y el código de barras se borra muy fácilmente (Rojas-

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Torres, 2022). Se han investigado diferentes materiales para la impresión de códigos QR para que resistan altas temperaturas y así no se borren tan fácil, también se estudia la forma de embellecer el código QR para poder así personalizar o dar un toque único a cada herramienta o cliente (Min-Jen Tsai, 2022).

Pregunta de investigación: ¿Es posible realizar un sistema con AppSheets que permita la gestión del mantenimiento de los equipos de rescate para la empresa Impleseg?

1.2 Objetivos

1.2.1 General

Diseñar un sistema de identificación por medio de códigos QR para los equipos críticos de Scott y Holmatro que permita acceder a la trazabilidad de mantenimiento y estado de los equipos.

1.2.2 Específicos

- Identificar las características técnicas de los equipos Scott y Holmatro, en tablas de inventarios y mantenimiento.
- Diseñar una aplicación básica con AppSheet para lectura de códigos QR.
- Implementar y evaluar una prueba funcional del prototipo con las tablas de inventario y mantenimiento para los equipos Scott y Holmatro.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

1.3 Organización de la monografía

La monografía desarrollada se encuentra estructurada de la siguiente forma mostrada a continuación:

- Capítulo 1: Se presenta la introducción de la monografía donde se muestran algunas generalidades, justificación y problemática abordada en el desarrollo realizado. De igual forma se presentan los objetivos del trabajo.

- Capítulo 2: Contiene los conceptos teóricos que ayudarán a comprender el desarrollo de los objetivos y metodología. También se muestra un estado del arte basado en la problemática tratada.

- Capítulo 3: Contiene la metodología empleada para desarrollar cada uno de los objetivos propuestos.

- Capítulo 4: Esta conformado por los resultados obtenidos y la discusión de estos, esto basado en las actividades realizadas hechas en metodología.

- Capítulo 5: Esta conformado por las conclusiones, recomendaciones y trabajo futuro de la monografía realizada. En la parte final del documento se aprecia las referencias bibliográficas utilizadas para el desarrollo del trabajo y por último el listado de los anexos.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Equipos o Herramientas de rescate

Los equipos de rescate en accidentes están diseñados para salvar vidas, son un apoyo vital para la labor de búsqueda y salvamento, por lo que deben estar operando y disponibles en el momento que se requiera hacer uso de ellos. Cuando no se tiene certeza de su estado genera incertidumbre a los equipos que lo operan como cuerpos de bomberos oficiales y voluntarios, bomberos aeronáuticos, concesiones viales y brigadas de grandes empresas como lo son Cerrejón, Cerromatoso, Ecopetrol y las brigadas de las empresas. Adicionalmente se realizan rescates en diferentes tipos de accidentes o sucesos donde las herramientas y el tiempo son de vital importancia para salvar vidas (Colombia, 2021).

En los últimos se años ha incrementado la venta y uso de equipos de rescate a nivel local y nacional, esto implica que más empresas que adquieren los equipos tengan que realizar mantenimientos periódicos para garantizar el funcionamiento en condiciones óptimas.

2.2 Empresa Impleseg

La empresa Impleseg es una organización comercial, industrial y de servicios, con 44 años de experiencia, dedicados a brindar Seguridad Industrial a las empresas y entidades públicas y privadas que lo requieran (Impleseg, 2022). La empresa se encuentra en una etapa de crecimiento y expansión tanto a nivel local como nacional generando una demanda en venta y mantenimiento de equipos especializados en rescate. Actualmente, la empresa cuenta con un grupo de gestión especializado en las

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

marcas Scott y Holmatro liderado por un ingeniero mecánico, un coordinador de ingeniería y un auxiliar en mecánica.

Este grupo cumple con la función de mantener el buen estado y funcionamiento de los equipos especializados realizando mantenimientos preventivos y correctivos, se encargan realizar los informes de mantenimiento y realizan capacitaciones para el buen uso de los equipos a los diferentes cuerpos de bomberos como a las brigadas.

Desde la empresa se trabajan las marcas Scott y Holmatro. Scott es una empresa que produce equipos de protección respiratoria y de respiración autónoma, es decir, equipos especializados para cuerpos de bomberos y brigadas. Los equipos de respiración autónoma como los conocemos hoy en día empezaron a surgir en 1896 tras la invención del compresor, desde ese momento surgieron diversos respiradores que incorporaban botellas de aire u oxígeno comprimido, en la década de los 50s tras las mejoras encontradas por Jacks-Yves Cousteau (un oficial de la Marina Francesa), junto con el investigador Emile Gagnan a, ideó un ligero sistema de respiración subacuática que consistía en la colocación de tres bombonas de aire en la espalda de un buzo y un sistema de regulación de la presión dependiendo de la profundidad a la que se descendiera y a partir de ahí era cuestión de tiempo el que los bomberos incorporaran a sus equipos todas las mejoras encontradas por Cousteau en el almacenamiento y regulación del aire (13, s.f.) como se puede ver en la figura 1.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

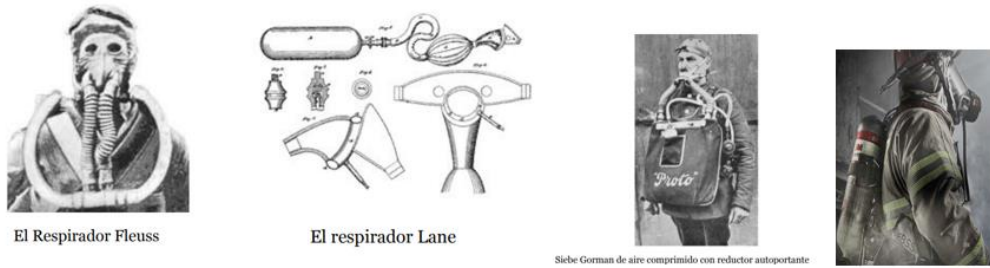


Figura 1. Evolución equipos SCBA (13, s.f.).

Holmatro es una marca que fabrica equipos hidráulicos y eléctricos de extricación vehicular y de rescate como cortadoras, separadoras, gatos, cizallas, separadores, herramientas combinadas y cilindros fundada el 19 de mayo de 1967, Holmatro inicia su actividad como N.V. Holmatra Industrial Equipment, representando de forma exclusiva el equipo para pintura de pulverización Meiji para los Países Bajos y Alemania. Uno de los clientes de Holmatra en el sector de construcción naval, que es también miembro del cuerpo de bomberos voluntarios, señala el hecho de que en la extinción de incendios se usan herramientas de rescate hidráulicas tremendamente pesadas. Al emplear sistemas hidráulicos de alta presión, Holmatra podía producir cilindros compactos y ligeros, por lo que la pregunta surgió de forma natural: ¿la empresa puede hacer también herramientas de rescate? Holmatra presenta la primera herramienta de rescate –la cizalla– en la exposición Europort de 1977. Dos años después, se lanza en el mercado holandés el primer programa completo de herramientas de rescate, la serie 1000, durante la Exposición Internacional del Departamento de Bomberos de los Países Bajos y en 1979 Holmatra cambia su nombre a Holmatro desde entonces es una de las compañías más importante en equipos de extricación en la industria mundial (Holmatro, 2022) como se puede ver en la Figura 2.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020



Figura 2. Equipos de rescate para extracción.

2.3 Empresas que venden equipos a nivel Internacional y Nacional

En el mundo existen empresas para la venta y mantenimiento de equipos de rescate: IGS (IGS, 2022), SafetyWork (SafetyWork, 2022), WorkProtect (WorkProtect, 2022), KratosSafety (KratosSafety, 2022).

En Colombia se cuenta con varias empresas que venden equipos de rescate: KpnSafety (KpnSafety, 2022), Adrenalina (Adrenalina, 2022) y MSA Security (Security, 2022).

2.4 Mantenimiento de equipos de Rescate

2.4.1 Mantenimiento Preventivo

Se realiza a equipos que estén en condiciones de funcionamiento lo cual permite evitar fallos de los equipos. Este mantenimiento puede incluir sustitución de piezas desgastadas, limpieza, cambios de aceites y lubricantes. Se debe procurar realizar los mantenimientos preventivos de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes y la legislación vigente.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

2.4.2 Mantenimiento Correctivo

Se realiza cuando los equipos están en condiciones de funcionamiento defectuosas. Se localizan las averías para luego ser reparados. Cuando se realiza a este tipo de mantenimiento las empresas tienen que asumir costos que se podían evitar si se tuvieran planes de mantenimiento preventivo. También al llegar a estos mantenimientos, pueden ocurrir funcionamientos defectuosos de los equipos, lo que evita que realicen su función de rescate y salvamento.

2.4.3 Plan de Mantenimiento

Es el conjunto de acciones preventivas que se realizan a las instalaciones o equipos, conllevan al cumplimiento de la disponibilidad, ahorro en costos de reparación y prolongación de la vida útil de los equipos. Hay tres formas de realizar los mantenimientos preventivos (Garrido, s.f.); Con base en las recomendaciones de:

- Fabricantes
- Protocolos Genéricos
- Análisis de Fallos potenciales

2.4.4 Mantenimiento preventivo y correctivo de equipos de rescate de la unidad de operaciones especiales en emergencias y desastres

El mantenimiento preventivo y correctivo de equipos de rescate es necesario en las unidades de emergencias, en este caso se cita una convocatoria para equipos de rescate realizada por la policía Nacional de Colombia en el año 2021 (Colombia, 2021).

Al cuerpo Oficial de Bomberos de Medellín se le entregó un nuevo equipamiento de

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

rescate en julio del año 2021 (Medellín., s.f.). Ese equipamiento lo conformaban 28 kits, con una dotación superior a los 1.500 artículos, entre los que se encontraban cuerdas, arneses, mosquetones, poleas, placas multianclajes, elementos de amarres y anillos como se ve en la Figura 3. Todos estos insumos serán distribuidos en las ocho estaciones de Bomberos Medellín que hay en la ciudad.



Figura 3. Kits de rescate Bomberos Medellín.

2.5 ¿Qué es un código QR?

También conocido como QR Code, es un acrónimo de Quick Response o respuesta rápida, en español. Es un código de barras bidimensional que se puede convertir automáticamente en texto (interactivo), dirección URL, número de teléfono, ubicación georreferenciada, correo electrónico, contacto o incluso SMS. “Desde su creación en 1994, el Código QR se ha convertido en un aliado para la gestión del mantenimiento, siendo muy utilizado, en un principio, para catalogar piezas en la fabricación de vehículos” (Tractian, 2022).

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020



Figura 3. Captura de un código QR.
(Tractian, 2022).

2.6 ¿Qué es la tecnología NFC?

NFC por sus siglas en inglés *Near-Field Communication* o en español comunicaciones de campo cercano, es una tecnología de conectividad *wireless* que permite el intercambio de información entre dispositivos en tiempo real, siempre que estén cerca uno del otro y tengan una etiqueta NFC. Cuando se acercan, la comunicación se establece automáticamente sin necesidad de ninguna configuración. Los dispositivos de lectura pueden ser *smartphones*, *tablets* o cualquier otro dispositivo que disponga de esta tecnología (ValueKeep, 2022). Una etiqueta NFC se puede ver en la Figura 4.

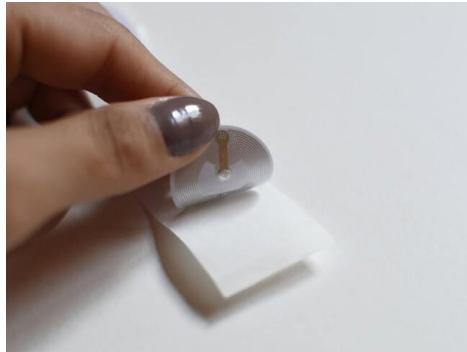


Figura 4. Etiqueta NFC. Tomada de (XATAKA, 2022).

2.7 Sistemas para gestionar el mantenimiento con NFC o QR

Algunos sistemas para la gestión de mantenimiento de equipos utilizan códigos QR otros utilizan sistemas NFC. En la Tabla 1 se muestran algunos sistemas que hay en el mercado y las tecnologías que manejan QR, NFC o ambas.

Tabla 1 Sistemas que hay en el mercado y las tecnologías que manejan QR, NFC o ambas.

Nombre del Software	QR	NFC
Tractian (Tractian, 2022)	si	si
GMAO/CMMS (GMAO/CMMS, 2022)	si	si
ValueKeep (ValueKeep, 2022)	si	si
MP (MP, 2022)	si	si
InfraSpeak (InfraSpeak, 2022)	si	si

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

2.8 Bases de datos

El término base de datos fue escuchado por primera vez en un simposio celebrado en California en 1963, se puede decir que una base de datos es una agrupación de información relacionada en conjunto. Desde el punto de vista informático, una base de datos es un sistema formado por un conjunto de datos almacenados que permiten el acceso directo a ellos (H. González, Sistema Gestor de, 2005).

Por otro lado, un sistema de Gestión de Bases de datos se puede identificar como un software muy específico dedicado a servir entre la base de datos, el usuario y las aplicaciones que la utilizan; o lo que es lo mismo, una agrupación de programas que sirven para definir, construir y manipular una base de datos, permitiendo así almacenar y posteriormente acceder a los datos de forma rápida y estructurada (F. G. Robaina, 2012). Actualmente, las bases de datos están teniendo un impacto decisivo sobre el creciente uso de las computadoras (A. (Bell L. Silberschatz, 2002).

2.9 Trazabilidad

Dentro de las normas ISO, la trazabilidad se define como la habilidad de seguir el rastro de los procesos por los que pasa un determinado producto (ISO, 2015); también la trazabilidad es aplicable al manejo de almacenes, procesos de producción e inclusive al mantenimiento usándose para poder hacer una reconstrucción de la historia de los cuidados y de las averías de los equipos.

Para que exista trazabilidad del producto o servicio respecto a sus fases de realización, necesitamos un sistema de identificación consistente en todos los documentos que viajan en los diferentes flujos que define una organización.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Sin embargo, mantener esta identificación es necesaria para asegurar que el resultado final será conforme a lo que el cliente requiera.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

3 METODOLOGÍA

Con el fin de desarrollar y dar cumplimiento a cada uno de los objetivos específicos, se desarrolló la siguiente metodología.

3.1 Planificación

Según el problema planteado se requirió diseñar un aplicativo móvil (Singh, 2022) y generar un código QR (Focardi, 2019) para cada equipo Scott y Holmatro que permita tener la trazabilidad de principio a fin de los equipos propiedad de Impleseg (Impleseg, 2022) y de los clientes. Para el diseño del sistema de Gestión de Mantenimiento se requirió el levantamiento del inventario de los equipos propiedad de Impleseg, Empresa de implementos de seguridad ubicada en la ciudad de Medellín, distribuidora oficial de las marcas Scott, Holmatro y de los clientes que han adquirido equipos de estas marcas con la empresa. Este inventario se llevó a cabo con las herramientas ofimáticas de Google, Google Drive como espacio para almacenar la información y Google Sheets para crear la base de datos del inventario, aparte también se levantó la base de datos de otros clientes.

A partir de lo anterior se establecieron los siguientes puntos:

- Reconocimiento y familiarización con AppSheet y Apps Script .
- Determinación de la cantidad de vistas y sus funciones asociadas.
- Generación del prototipo inicial de la interfaz.
- Configuración de tipo de datos asociados a las columnas de las hojas de Google Sheets que se rellenan con la información ingresada en las vistas de la aplicación en AppSheet.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

3.2 Ejecución

Se inició con la elección de la herramienta de desarrollo, la investigación y familiarización con la misma. Para la elección de esta herramienta, se consideró por la múltiples tareas y servicios que puede ofrecer y también teniendo en cuenta que el manejo actual de la información de los equipos de Impleseg y sus documentos relacionados se están realizando por medio de la plataforma Google Drive, y que ciertos documentos son elaborados en plantillas diseñadas en hojas de cálculo de Google, se seleccionaron dos aplicaciones de Google para hacer el desarrollo de la aplicación: Google AppSheet y Google Sheets. Luego de haber realizado el inventario, se realizó la base de datos consolidada y se construyó la hoja de vida de cada equipo que contiene:

- ID
- Tipo de equipo
- Marca
- Modelo
- Serial
- Imagen
- Informe
- Ficha técnica (Marca, Modelo, referencia y gráfico)
- Datos de contacto de personal especializado

Y luego se segmentó la información según el actor (Kar, 2022) o tipo de equipo.

3.3 Control

Teniendo la base de datos diseñada y la segmentación por actor se procedió con el diseño de la aplicación móvil a partir del appsheet. Se realizó una aplicación básica

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

basada en appsheet (Google, 2022) la cual a un principio muestra cada equipo, y luego al ingresar al ítem del equipo deseado nos muestra su hoja de vida.

Finalmente, a partir de la información recolectada se crea que un código QR el cual nos lleva directo a la aplicación en la cual si no es el usuario final no se puede ingresar, si eres el usuario accederás a la lista de equipo registrados y se podrá seleccionar el equipo que se desee investigador.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta sección se describen características generales de la aplicación diseñada para los equipos demo de la empresa Impleseg s.a.s. Se comienza describiendo la interfaz gráfica y el modo de funcionamiento de la aplicación, posteriormente se hace una descripción de la lógica de funcionamiento de esta y finalmente se muestran a los resultados obtenidos tras el diseño de la aplicación .

4.1 Interfaz del usuario

La Figura 5 nos muestra un menú de la aplicación al usuario. Se muestra un pequeño menú en forma de gráficos estadísticos, el cual tiene la función de escoger los equipos Holmatro o Scott.

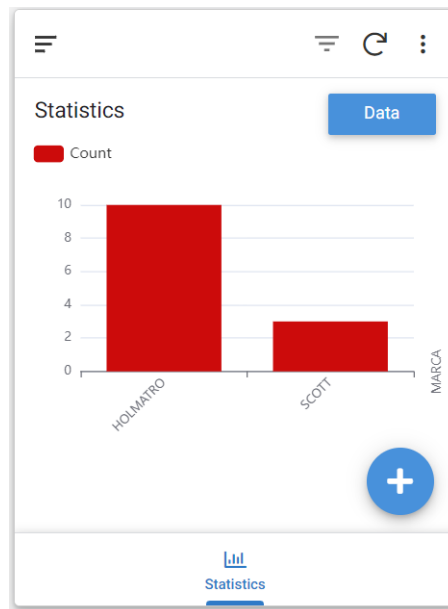


Figura 5. Interfaz del usuario

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

El usuario debe escoger entre las dos marcas para poder entrar al siguiente menú.

En la figura 6, después de escoger alguna de las dos opciones nos muestra el listado de los equipos con los siguientes títulos:

- ID
- CLIENTE
- EQUIPO
- MODELO
- SERIAL
- IMAGEN
- PERSONAL ESPECIALIZADO

☰ EQUIPOS IMPLESEG

🔍 Search Hoja 1










	ID	CLIENTE	EQUIPO	MODELO	SERIAL	IMAGEN	PERSONAL ESPECIALIZADO
📄	3	IMPLESEG	EQUIPO DE EXTRICACION	RAM PTR 51	125JK		
📄	4	IMPLESEG	EQUIPO DE EXTRICACION	COMBINADA PTC 50	126DFG		
📄	5	IMPLESEG	EQUIPO DE EXTRICACION	CORTADOR CU 5050	127FDG		
📄	6	IMPLESEG	EQUIPO DE EXTRICACION	SEPARADOR SP5240	128ERT		
📄	7	IMPLESEG	EQUIPO DE EXTRICACION	RAM TR 5370	1232KJ		
📄	8	IMPLESEG	EQUIPO DE EXTRICACION	COMBINADA CT 5160	124JK		
📄	12	IMPLESEG	EQUIPO DE EXTRICACION	BOMBA SR 20	127FDG		
📄	13	IMPLESEG	BOMBA DPU31	BOMBA DP31	128ERT		
📄	1	IMPLESEG	EQUIPO DE RESCATE	CORTADOR PCU 50	ER123		

Figura 6. Menú de equipos

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

En la figura 7 se muestra el ID del equipo, el cliente, el tipo de equipo, la marca, el modelo del equipo, el serial, la foto del equipo, el informe o ficha técnica del equipo la foto, y por último el nombre del personal especializado.

ID	2
CLIENTE	IMPLESEG
EQUIPO	EQUIPO DE EXTRICACION
MARCA	SCOTT
MODELO	SEPARADOR PSP 50
SERIAL	124JK
IMAGEN	
INFORME	2.FICHA TECNICA.201314.pdf

Figura 6. Menú del equipo

Este menú también cuenta con la opción de editar los valores, es decir si se realiza un nuevo mantenimiento actualizar el informe, cambiar los nombres, cambiar los seriales si es necesario o modificar lo necesario.

El usuario puede dirigirse al menú principal y oprimir en icono de ADD como lo muestra la figura 7, con el fin de agregar un nuevo equipo a los que ya se encuentran en nuestra base de datos.

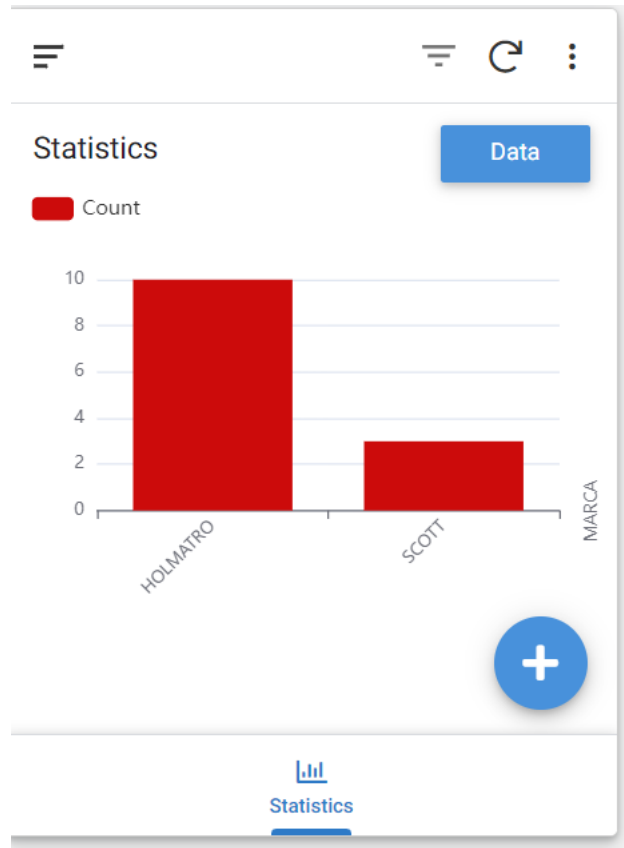


Figura 7. Icono ADD

Al entrar a ese menú tenemos la posibilidad de crear el equipo desde cero colocando el ID, cliente, equipo, marca, modelo, serial, adjuntar la imagen, adjuntar el informe y por último el personal especializado como se puede ver en la figura 8.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

ID* - +

This entry is required

CLIENTE

EQUIPO

MARCA

MODELO

SERIAL

IMAGEN

Figura 8. Agregar nuevo equipo

4.2 Lógica de funcionamiento de la aplicación

Adicional a llenar las tablas vinculadas a la aplicación por medio de Google sheets, el programa trabaja con Appsheet, el cual permite realizar acciones secundarias. Entre estas la actualización de la base de datos en el drive cuando se da la adición de otro equipo. Otra función consiste en buscar los archivos que se encuentran dentro de las carpetas y actualizar la información en el primer menú.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

4.3 Validación de la aplicación

Teniendo en cuenta que los de equipos fueron los equipos que se encuentran como demos de la empresa, la validación de la aplicación se realizó con un total de 13 equipos entre la marca Holmatro y Scott. Se tomaron los documentos existentes de estos equipos y se realizó una base de datos llamada “EQUIPOS IMPLESEG” en el drive, para que a partir de esta base de datos se pudiera cada usuario ingresar un equipo a la base de datos por medio de la aplicación desarrollada.

Para realizar la prueba de la aplicación se ingresaron varios casos en los que se iba a evaluar el funcionamiento, el primero consistió en usar los equipos más nuevos ya que tienen toda la documentación, esto se hizo para identificar si el programa encontraba los archivos y los ubicaba correctamente. El segundo caso consistía en ingresar equipos desde la opción ADD, de los cuales se encuentra muy poca información. Y por último se probó la aplicación ingresando información incorrecta del equipo para corregirla poderla corregir e identificar si el programa era capaz de corregir el error sin causar ningún inconveniente en su funcionamiento. Adicionalmente, se creó un código QR para que el usuario pueda entrar a la aplicación con los permisos correspondientes, en la figura 9 se muestra el código QR.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020



Figura 9. Código QR generado

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

5 CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

5.1 Conclusiones

- A partir del diseño del sistema de identificación por medio de códigos QR y el diseño de la APP lograra tener una trazabilidad clara y oportuna en la gestión de mantenimiento para los equipos de Scott y Holmatro, esto permitirá mejorar la mantenibilidad de los equipos, ayudando a conservar el estado y la funcionalidad de cada componente y al mismo tiempo se proporciona un nivel de servicio óptimo para sus operaciones internas.
- La información general puede variar dependiendo del modelo y la versión específica de los equipos Scott y Holmatro, por lo cual se creó una base de datos teniendo en cuenta las referencias y modelos de cada equipo para poder identificar sus características técnicas.
- Dado el nivel de automatización de la empresa y sus sistemas operativos se determina que la mejor herramienta para implementar la app es con Google Appsheet y Google Sheets. Esta herramienta nos permite mantener y diligenciar la información en línea con el acceso a la información relevante de cada uno de los equipos críticos. Todas las acciones que se ejecutan en la APP se basan en la búsqueda y actualización de la información asociada al ID del equipo.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

- Este es un producto mínimo viable que permite ir agregando funcionalidades a la APP para tener cada vez más información que permita tener analítica y generar información de valor para los diferentes actores que lo requieran.

5.2 Recomendaciones

- Pese a las funcionalidades que ofrece la aplicación, existen aspectos que se pueden mejorar para volverla más eficiente, como poder colocar las ubicaciones de los equipos, tener en cuenta la periodicidad de los mantenimiento preventivos de cada equipo ya que AppSheets tiene opciones de vincularse con Google Calendar y Gmail, se podrían generar alertas de mantenimiento por medio de correo electrónico.
- El trabajo desarrollado se para equipos Holmatro y Scottt, es importante aclarar que la empresa cuenta con equipos de otras marcas los cuales también presentan falencias en el proceso de mantenimiento y la trazabilidad. Por lo tanto, es importante efectuar un análisis de los demás equipos para poder expandir mas la aplicación.

5.3 Trabajo futuro

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos y analizando todo lo que se puede llevar a cabo con la herramienta AppSheet , se puede realizar un menú más completo, para poder realizar desde la misma aplicación la disponibilidad de los formatos de mantenimientos para poder imprimir, también se puede tener en cuenta la periodicidad de los mantenimiento

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

preventivos de cada equipo ya que AppSheets tiene la opción de vincularse con Google Calendar y Gmail, para poder generar alertas de mantenimiento por medio de correo electrónico y así se podría implementar rutinas de mantenimiento preventivo y se podrá establecer un plan de mantenimiento estructurado para los equipos, el cual permitirá establecer unos objetivos, un presupuesto de mantenimiento, unos indicadores de desempeño y una revisión que va dirigida hacia el mejoramiento continuo que permita optimizar esta aplicación para trabajos futuros.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

REFERENCIAS

Bibliografía

- 13, e. b. (s.f.). *elbomberonumero13*. Obtenido de <https://elbomberonumero13.files.wordpress.com/2015/09/la-historia-de-los-eras.pdf>
- A. (Bell L. Silberschatz, H. F. (2002). Fundamentos de bases de datos. *Instituto Indio de Tecnología*.
- Adrenalina. (2022). *Adrenalina*. Obtenido de <http://adrenalina.co/>
- Colombia, P. (2021). Obtenido de <https://www.policia.gov.co/contenido/mantenimiento-preventivo-y-correctivo-equipos-rescate-unidad-operaciones-especiales>
- Espectador, E. (04 de 10 de 2022). Obtenido de <https://www.elespectador.com/colombia/medellin/medellin-se-convertira-en-distrito-especial-eso-que-implica-para-la-ciudad/>
- F. G. Robaina, J. H. (2012). Base de datos sobre necesidades hídricas A database on water requirements. *Rev Cie Téc Agr*, 42–47.
- Garrido, S. G. (s.f.). Obtenido de <http://mantenimiento.renovetec.com/173-t%C3%A9cnicas-de-elaboraci%C3%B3n-del-plan-de-mantenimiento-de-una-instalaci%C3%B3n-parte-i>
- GMAO/CMMS. (2022). Obtenido de <https://mobility-work.com/es/>
- H. González, L. W. (2005).
- H. González, L. W. (2005). Sistema Gestor de. En *Sistema Gestor de Base de Datos de Maquinas Herramienta* (pág. 2127).
- Holmatro. (2022). *Holmatro*. Obtenido de <https://www.holmatro.com/es/rescate/corte-y-separacion>
- IGS. (2022). Obtenido de <https://industrialglobalsupply.com/mantenimiento-equipos-rescate/>
- Impleseg. (2022). *Impleseg*. Obtenido de <https://impleseg.com/quienes-somos/>
- InfraSpeak. (2022). Obtenido de <https://infraspeak.com/>
- ISO. (2015). *ISO*. Obtenido de <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9001:ed-5:v1:es>
- iso. (2015). *ISO.ORG*. Obtenido de <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9000:ed-4:v1:es>
- KpnSafety. (2022). *KpnSafety*. Obtenido de <https://www.kpnsafety.com/>

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

KratosSafety. (2022). *KratosSafety*. Obtenido de <https://kratossafety.com/>

Lambert, K. M. (2001). Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2020.103269>

Medellin., B. (s.f.). *www.medellin.gov.co*. Obtenido de <https://www.medellin.gov.co/es/sala-de-prensa/noticias/nuevo-equipamiento-de-rescate-sera-entregado-al-cuerpo-oficial-de-bomberos-medellin/>

Min-Jen Tsai, S.-L. P. (22 de 12 de 2022). *Elsevier Inc*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1051200422005048?via%3Dihub>

MP. (2022). Obtenido de <https://gestiondemantenimiento.com/>

Rojas-Torres, J. C. (2022). Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2020.08.032>

SafetyWork. (2022). *SafetyWork*. Obtenido de <https://safetyworkla.com/>

Security, M. (2022). *MSA* . Obtenido de <https://co.msasafety.com/>

Tractian. (2022). *Tractian*. Obtenido de <https://tractian.com/es/blog/descubra-como-los-codigos-qr-pueden-optimizar-la-gestion-de-mantenimiento>

ValueKeep. (2022). Obtenido de <https://valuekeep.com/es/recursos/etiquetas-nfc-y-codigos-qr/>

WorkProtect. (2022). *WorkProtect*. Obtenido de <https://safetyworkla.com/>

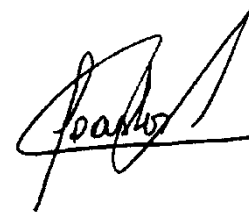
XATAKA. (2022). Obtenido de <https://www.xataka.com/otros-dispositivos/etiquetas-nfc-que-siete-usos-originales-que-puedes-darle>

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

FIRMA ESTUDIANTES



FIRMA ASESORES



FECHA ENTREGA: Junio 13 de 2023