

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA
SANTIAGO - CHILE



“EXTRAPOLACIÓN DE TECNOLOGÍAS Y
PRÁCTICAS MINERAS EN EL DESARROLLO DE
UN FLEET MANAGER SYSTEM PARA PYMES”

JORGE JUAN GÁLVEZ

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL EN INFORMÁTICA

Profesor Guía: Pedro Francisco Godoy Barrera
Profesor Correferente: Luis Hevia Rodríguez

Noviembre - 2023

DEDICATORIA

“Un viaje de mil leguas comienza con un solo paso”- Lao Tse.

Gracias a mis padres Paula y Vicente por acompañarme en cada uno de esos pasos.

AGRADECIMIENTOS

Muchas gracias a toda mi familia por apoyarme durante todo este tiempo, mis padres Paula Gálvez y Vicente Juan por siempre estar ahí apoyándonos a mi hermano y a mí. A mi hermano Vicente Juan que ha tenido que soportarme a mí, mis quejas y mis bromas por toda su vida, A mis abuelos Iván Gálvez y Gilda Navarrete que siempre nos saludan con un abrazo, un beso y una sonrisa enorme y a mi abuela Isabel Hermosilla que a base de sudor, lágrimas y sangre logró enseñarme todo el inglés que sé. También quiero agradecerles a mi tios y tias Alejandra Aburto, Javier Gálvez, Jorge Juan y Consuelo Gálvez los cuales todos nos han tratado al Vicho y a mí como si fuéramos sus hijos desde que nacimos. A mis primos Francisca y Sebastián Gálvez y Jorge Juan (El tercero con el mismo nombre), los cuales estarán en esta misma situación antes que se den cuenta.

También debo agradecer a mis amigos Javier Cancino, Miguel Urzúa y Diego Martín que han estado a mi lado, ayudando a pasar los malos ratos y mejorando los buenos desde el colegio. A la gente que conocí mientras estaba en la universidad y desde ese día nunca se fueron Borox, Iván, Nico, Rarra, Pepe Tapia, Seba, Torres y Zhuo, muchas gracias por todas las risas.

A Bruno Daccarett, el cual ha sido lo más cercano a un hermano que he tenido después del Vicho. Muchas gracias por todo. Lo que más le agradezco al LoL es haber hecho que nos conociéramos.

A mi pareja Fernanda Pizarro que ha tenido que soportar mis quejas todas las noches, que me ha dado ánimo y me ha acompañado desde que empecé a escribir este documento. Muchas gracias por estar a mi lado, y no puedo esperar para verte titulada, se que serás una increíble veterinaria.

A Jessica y Laura Allende, las cuales siempre fueron como una segunda mamá durante mi niñez, aprendí de sus mañas y estoy seguro que sin ellas yo sería una persona completamente diferente.

Agradecimientos a mi profesor Pedro Godoy que tuvo que leer este trabajo posiblemente más veces que yo, que me retó por cada coma y punto mal colocado, que estuvo ayudandome a mejorar este trabajo con cada una de sus recomendaciones.

Por último quiero agradecer a mi mascota Clara, la cual estuvo conmigo por los últimos 12 años y lamentablemente nos dejó en Enero de este año, gracias por cuidarnos siempre, darnos amor y ser la mejor mascota que pude haber deseado, dejaste la vara muy alta y serás mi punto de referencia si algún día vuelvo a tener un perro.

Gracias a todos.

RESUMEN

Resumen— En las pequeñas y medianas empresas, también llamadas Pymes es donde se concentra la mayor densidad de la fuerza laboral chilena, sobre un 40 % de la población trabaja en o posee una Pyme. Uno de los tipos de Pymes que han ganado popularidad en los últimos años son las Pymes de transporte de productos y servicios a domicilio. En Chile existe más de 100 mineras actualmente trabajando en la extracción de minerales como el cobre, litio y yodo, las mineras chilenas actualmente gastan millones de dólares en los programas como Modular Mining, Jigsaw o Wenco, softwares desarrollados para de control de flota de camiones y en el análisis de datos. Este trabajo tiene como objetivo principal el desarrollo un sistema de monitoreo de flota de vehículos para las Pymes que utilice las tecnologías y las prácticas más recurrentes de las grandes mineras de Chile con la finalidad de minimizar los posibles gastos generados por inconvenientes con vehículos al igual que un sistema de análisis de datos para un monitoreo completo de la flota de vehículos por parte del *Fleet Manager System*.

Palabras Clave— *Fleet Manager System*; Pyme; Desarrollo; Extrapolación de Información.

ABSTRACT

Abstract— In the small and medium-sized enterprises, also known as SMEs, is where the big majority of the chilean work force concentrates, over 40 % of the population works of has a SME. One kind of SME that has been gaining popularity in recent years, are the SMEs focused on delivery of products or services. In Chile, there are more than 100 mining companies that extract copper, lithium and iodine, this mining companies spend millions of dollars in programs such as Modular Mining, Jigsaw or Wenco, this software were developed to manage a fleet of trucks and to analyze the data gathered. This paper's main objective is the development of a Fleet Manager System of FMS for the SMEs, that utilizes the technology and practices more commonly used by the big minning companies in Chile, so the SMEs can minimize the expenses caused by vehicles malfunctions while it also provides a data analysis systems for a whole fleet of vehicles.

Keywords— *Fleet Manager System, Pyme(SME), Development; Information extrapolation.*

GLOSARIO

API: Application Programming Interface, Interfaz de programación de aplicaciones.

ASARCO: American Smelting and Refining Company

DI: Departamento de Informática.

FMS: Fleet Manager System.

GPS: Sistema de Posicionamiento Global.

KPI: Key Performance Indicator.

Pyme: Pequeña y mediana empresa.

REST: Representational State Transfer.

SII: Servicio de Impuestos Internos.

UTFSM: Universidad Técnica Federico Santa María.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	IV
ABSTRACT	IV
GLOSARIO	V
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: Descripción del Problema o Necesidad Identificada	4
CAPÍTULO 2: Marco Conceptual	7
2.1. Estudio del Problema	7
2.2. Descripción de soluciones existentes	8
2.2.1. Diferencias cualitativas de soluciones existentes	9
2.2.2. Diferencias cuantitativas de soluciones existentes	10
2.3. Tecnologías para control de flota utilizadas en la minería	12
CAPÍTULO 3: PROPUESTA DE SOLUCIÓN	16
3.1. Tecnologías mineras incluidas en propuesta	16
3.2. Metodología de desarrollo del proyecto	17
3.3. Historias de usuario	17
3.4. Propuesta prototipo mínimo viable	19
3.5. Diagramas de desarrollo	23

3.5.1. Diagrama de Contexto	23
3.6. Lineamiento interfaces de usuario	24
3.6.1. Interfaz Inicio	25
3.6.2. Interfaz Flota	27
3.6.3. Interfaz Mapa	28
3.6.4. Interfaz Órdenes	29
3.6.5. Diseño modelo de clases relacional del sistema	30
CAPÍTULO 4: VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN	32
4.1. Participantes Validación	32
4.2. Escenarios para la Validación	33
4.3. Resultados Validación	34
4.3.1. Sistema FMS	34
4.3.2. Aplicación FMS	40
4.4. Detalles Desarrollo	46
CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES	47
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

ÍNDICE DE FIGURAS

1. Árbol del problema	6
2. Estados Asarco	13
3. Pala Eléctrica	14
4. Diagrama de Contexto	24
5. Interfaz inicio	26
6. Interfaz flota	27
7. Interfaz mapa	28
8. Interfaz órdenes	30
9. Diagrama de Contexto	31
10. Vista Mapa Previamente	36
11. Nueva Vista Mapa	36
12. Vista Gráfico Previamente	37
13. Nueva Vista Gráfico	37
14. Tipo de datos en nueva Vista Gráfico	38
15. Nueva Vista Flota	39
16. Nueva Vista Detalles Vehículo	39
17. Nueva Vista Alarmas	40
18. Vista Jornada Previamente	42
19. Parte Superior Nueva Vista Jornada	43
20. Parte Inferior Nueva Vista Jornada	44
21. Formulario Inicio Jornada	45
22. Formulario Final Jornada	45

ÍNDICE DE TABLAS

1. Tabla de soluciones existentes	9
2. Tabla de precios de soluciones existentes	11
3. Historia 1, Elaboración Propia	19
4. Historia 2, Elaboración Propia	20
5. Historia 4, Elaboración Propia	20
6. Historia 3, Elaboración Propia	21
7. Historia 5, Elaboración Propia	21
8. Historia 6, Elaboración Propia	22
9. Historia 7, Elaboración Propia	23
10. Usuarios Validación Sistema FMS, Elaboración propia	34
11. Resultados Validación Sistema FMS, Elaboración propia	34
12. Tiempos Resultados Validación Sistema FMS, Elaboración propia . . .	35
13. Usuarios Validación Aplicación FMS, Elaboración propia	40
14. Resultados Validación Aplicación FMS, Elaboración propia	41
15. Tiempos Resultados Validación Aplicación FMS, Elaboración propia . .	41

INTRODUCCIÓN

Las pequeñas y medianas empresas, también llamadas “Pymes” concentran la mayor densidad de la fuerza laboral chilena, sobre un 40 % de la población obrera trabaja en o posee una Pyme [1], en el año 2022 se reportó por el gobierno que existían más de 235 mil Pymes [2]. Estudios han demostrado que una gran parte de las pequeñas y medianas empresas fracasan y se ven obligadas a cerrar en los primeros 3 años de creación [3], a este periodo se le conoce como el “Valle de la muerte” y la principal causa de esto es la mala gestión y control del capital de una empresa, mayoritariamente debido a la falta de experiencia por parte de los dueños [4].

Debido a la pandemia causada por el virus Covid-19, fue posible observar un incremento en las Pymes que se centran en la gastronomía a domicilio, las tiendas en línea y las empresas de cadenas de valor. Todas estas empresas poseen un sistema informático de reparto de los productos ofrecidos, ya sea de manera inmediata o calendarizada. Este sistema es esencial para este tipo de empresa ya que buscan llevar los productos a las casas de los consumidores, sin que ellos tengan que salir de sus hogares, es por esto que cualquier falla en el sistema de reparto de productos puede llevar al descontento o incluso a la pérdida de confianza de los consumidores hacia la empresa en cuestión. Es imperativo para estas empresas tener una buena gestión de flotas y realizar mantenciones constantes a sus vehículos de reparto para así no sufrir posibles inconvenientes que lleguen a afectar las ganancias de estas empresas recién en desarrollo.

Por otra parte, en Chile es posible encontrar más de 100 mineras, las cuales recolectan minerales como el cobre, litio o yodo día a día. Estas mineras gastan millones de dólares en servicios de recolección de data para el control de flotas de vehículos, especialmente los camiones de recolección, al igual que en la optimización de tiempos de palas recolectoras y optimización en la mantención de los equipos, todo esto con el fin de minimizar cualquier pérdida causada por imprevistos.

Los programas que recolectan data y la utilizan para el control y la gestión de distintos tipos de vehículos, son denominados “Fleet Manager System” o FMS para abreviar, estos sistemas se enfocan en minimizar el tiempo muerto de los vehículos, usualmente causados por la falta de una planificación de rutas de viaje o mala mantención a los automóviles. Los sistemas de control de flota de vehículos suelen también ofrecer servicios de monitoreos de los vehículos por medio del uso de GPS para que así el administrador del sistema pueda revisar las locaciones de los vehículos en tiempo real en caso que lo estime necesario. El principal objetivo de un FMS es ayudar a las empresas con el control de la flota de vehículos de manera que la empresa pueda minimizar las pérdidas causadas por los distintos imprevistos relacionados a los vehículos.

Los sistemas FMS suelen poseer algunas de las siguientes características:

- Gestión de mantenimiento y seguridad.
- Gestión de comunicación de data.
- Georreferencia de vehículos en todo momento.
- Planificación de rutas y de producción.
- Análisis de data en formato de *Key Performance Indicators* o KPI para un monitoreo completo del uso de recursos de la flota.

El gran incremento en las Pymes de reparto y transporte debido a la alta demanda de estas en los últimos años ha causado que muchas empresas sean creadas por personas que no poseen experiencias previas en la gestión de una flota de vehículos, haciendo que se generen gastos innecesarios y en muchos casos evitables con un correcto manejo de la flota.

Este trabajo plantea el desarrollo de un sistema de control de flotas que permita a las empresas, especialmente las de menores ingresos, intentar disminuir sus gastos relacionados a fallas de vehículos. Para desarrollar el Fleet Manager System, se propone investigar las necesidades de las Pymes y las tecnologías de gestión de camiones y análisis de datos utilizadas por las mineras en Chile que podrían ser de ayuda para las empresas con menores recursos. Posterior a estas investigaciones se realiza un desarrollo que contenga las características más importantes de estos sistemas que puedan ayudar a las Pymes y llevarlas a un sistema dinámico de suscripción que permita a cualquier empresa controlar una flota de vehículos.

Objetivos y Alcances

A continuación se describen los objetivos principales que se buscan abordar durante el desarrollo del proyecto y al igual que el alcance esperado.

Objetivo General

Automatizar el proceso de seguimiento de flotas y mantención de vehículos de acuerdo a las necesidades de las pequeñas y medianas empresas considerando las mejores tecnologías y prácticas de las mineras chilenas con el fin de ayudar con la gestión de vehículos a los emprendimientos con menos recursos.

Objetivos Específicos

Para los objetivos específicos se consideraron metas relacionadas con la investigación y con el desarrollo de un modelo inicial del FMS. Los objetivos específicos fueron:

- Identificar y abordar las necesidades más importantes de las pequeñas y medianas empresas en el control y gestión de flotas.
- Adaptar las tecnologías y prácticas utilizadas por las mineras en el control de flotas de camiones.
- Adaptar las tecnologías y prácticas utilizadas por las mineras en el análisis de datos.
- Planificación de mantenciones y control estado del vehículo.

Alcance Esperado

El alcance esperado de este trabajo se centra en el desarrollo de un prototipo que posea las funcionalidades principales de un FMS y que utilice las prácticas y tecnologías utilizadas por empresas mineras.

CAPÍTULO 1

Descripción del Problema o Necesidad Identificada

Se define Pyme como una empresa mediana o pequeña, la cual tiene un reducido número de trabajadores (Entre 10 y 199) y un volumen de ingresos entre 2.400 y 100.000 UF aproximadamente. En el caso de Chile, existen sobre 250 mil Pymes en este momento las cuales le entregan trabajo a casi el 40 % de la mano de obra presente en el país[4].

Aún cuando las Pymes son la fuente de ingreso para un gran porcentaje de residentes en Chile, estas empresas suelen quebrar fácilmente, dejando a todos sus trabajadores desempleados, los cuales terminan perdiendo su principal medio para generar ingresos. El periodo de tiempo más peligroso para las Pymes es alrededor de los primeros 3 años de formación, estudios realizados por el gobierno chileno muestran que el 20 % de las pequeñas empresas y más del 10 % de las medianas empresas fracasan en los primeros 3 años de formación[5] mientras que otras fuentes hablan de valores de que sobre el 90 % de las empresas fracasan en los primeros 5 años de formación y solo un 10 % de las Pymes llegan a durar por sobre los primeros 10 años[6]. Si fuese posible ayudar a las Pymes a enfrentar las posibles causas por la cual estas empresas fracasan, esto podría llegar a disminuir el número de empresas que quiebran y el número de trabajadores pierdan su fuente de ingresos.

Entre las razones por las cuales las Pymes fallan se puede encontrar una mala planificación del trabajo, mala gestión y mal control del capital al igual que una “Ausencia cultural empresarial”[4]. Estos problemas suelen deberse, en su mayoría, a la falta de experiencia por parte de los dueños, los cuales al crear la empresa, buscan empezar a vender el producto lo antes posible, sin tener una buena planificación inicial. Las empresas en un inicio deben realizar un estudio previo de mercado, seguido por una planificación que tenga como objetivo principal la supervivencia de la empresa durante los primeros años, para de esta manera minimizar la deuda y el gasto causado por la empresa durante el “Valle de la Muerte”[6]. Aparte de las razones propias de los dueños o trabajadores de las empresas, existen aspectos externos que llegan a afectar al éxito de las empresas. Durante los últimos años, a causa de la pandemia, miles de empresas han sufrido pérdidas y las empresas chilenas no son la excepción. El reporte de la División política comercial e industrial chilena con respecto a impacto de la pandemia en Chile, habla de que las pequeñas empresas sufrieron una caída en sus ventas cercanas al 10 % y para las medianas empresas, esta disminución en sus ventas fue cercana al 4 %[7].

El Servicio de Impuestos Internos(SII) en su página de definición de Pymes¹, explica que existen 4 tipos de Pymes: Comercio, Industria, Hoteles/Restaurantes y

¹https://www.sii.cl/contribuyentes/empresas_por_tamano/pymes.pdf

Otros. De estos 4 grupos, es seguro decir que el grupo de comercio, industria y hasta cierto punto el grupo de restaurantes(Envíos a domicilio), aunque este último en menor medida ya que utilizan un sistema de gestión externo como Rappi o UberEats en su mayoría, poseen o deben poseer un sistema de reparto y entrega de paquetes a domicilios u otras empresas, estos sistemas se les pueden denominar como flotas de repartos o flotas de vehículos y son una parte esencial de estas empresas, más aún después de la pandemia causada por el Covid-19, la cual forzó a muchas empresas, especialmente en el rubro de comercio y gastronomía, a realizar exclusivamente envíos a domicilios. Existe una disparidad en la gestión de las flotas de vehículos entre los distintos niveles de empresas, mientras que las pequeñas empresas suelen tener una gestión casi nula de su flota de vehículos, las grandes empresas, suelen gastar altas cantidades de programas desarrollados para el monitoreo y gestión de flotas. Un claro ejemplo de esto puede ser encontrado en las mineras. Chile es el principal exportador de cobre en el mundo, produciendo sobre 6 millones de toneladas anualmente[8] y para maximar las ganancias y minimizar los tiempos muertos de los camiones de carga, las mineras chilenas gastan millones de dolares anualmente en sistemas de control de flotas, también conocidos como Fleet Manager System.

Con todo lo mencionado previamente, se identificó que existe una falta de un sistema de monitoreo de flotas que ayude a las Pymes de Comercio e Industria con la gestión y monitoreo de los vehículos, el cual se encuentre al nivel o utilice prácticas y tecnologías similares a las de las empresas internacionales y multimillonarias que ofrecen sus servicios a las mineras. Es importante mencionar que aún si estas empresas tuvieran los recursos para invertir en las empresas internacionales como Modular Mining o Wenco, estos programas están hechos exclusivamente para las mineras por lo que no serían utilizables por las Pymes, en parte por el precio del servicio y por el hecho que estos softwares estan diseñados exclusivamente para la minería y no sería posible usarlos correctamente por Pymes de transporte.

Con relación a todo lo mencionado previamente se realizó un árbol del problema (Figura 1.1)

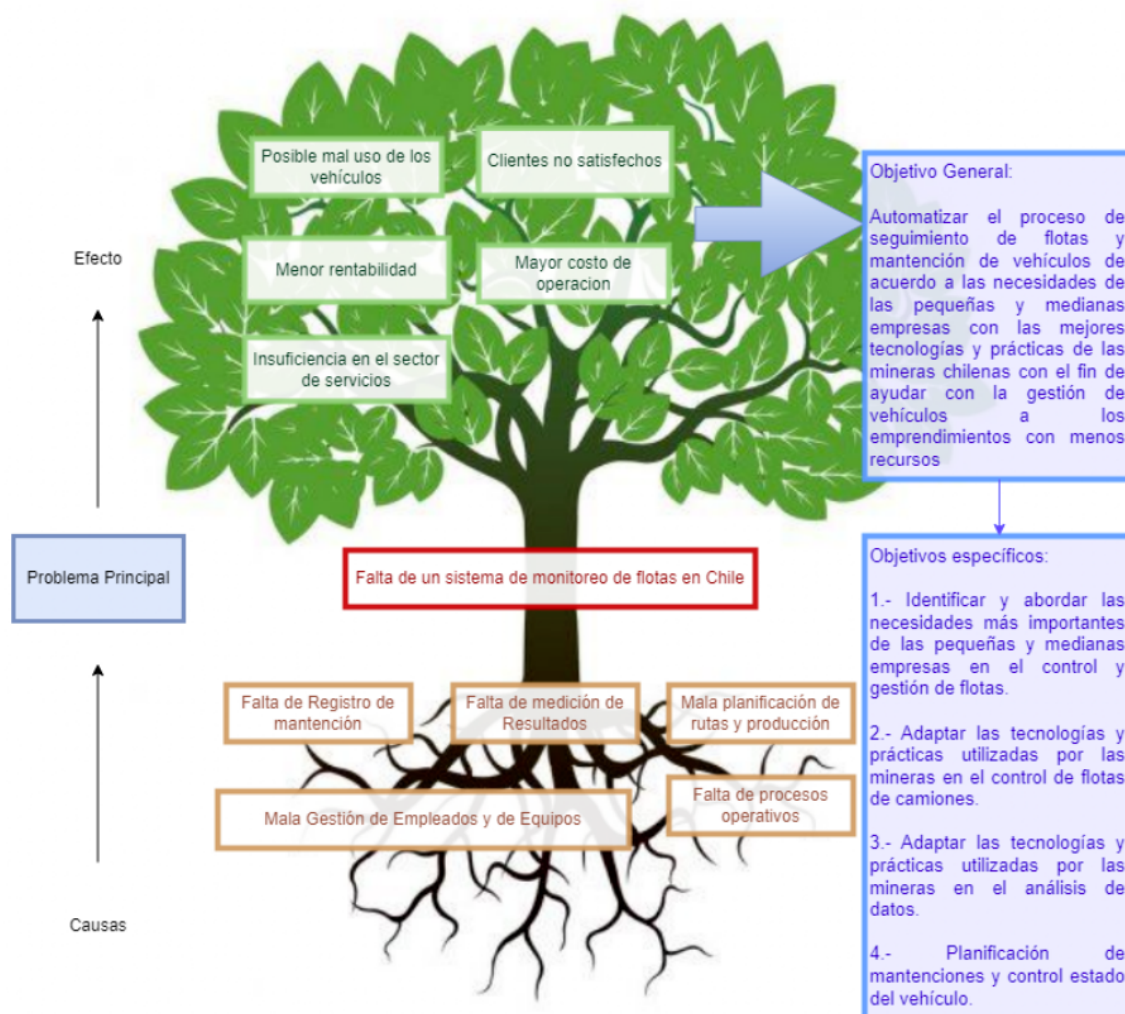


Figura 1: Árbol del problema

En la figura anterior se puede observar el problema que se busca resolver en este trabajo, en las raíces del árbol se pueden observar las causas mencionadas previamente y en las hojas del árbol se pueden ver los efectos que puede causar la falta de un sistema de monitoreo.

CAPÍTULO 2

Marco Conceptual

Iniciar una empresa es un proceso costoso y evitar generar gastos imprevistos puede llegar a ser vital en un mundo donde solo 1 de cada 10 Pymes logrará sobrevivir al previamente mencionado “Valle de la Muerte”, es por eso que una de las necesidades más importante de las Pymes, especialmente las que estan iniciando, es por esto que minimizar las pérdidas operacionales que puedan ser causadas por fallas en los equipos de la empresa o por no cumplir con los tiempos de entregas los que pueden llevar a pérdidas de clientes.

2.1. Estudio del Problema

Una forma de estudiar un problema es ver como otras personas o empresas han afrontado problemas similares y revisar sus soluciones. En este trabajo se optó por revisar las soluciones utilizadas por las empresas mineras para administrar sus flotas de camiones transportadores de materias primas.

Chile es un país cuya economía se basa en la minería, especialmente en la exportación de cobre, litio y yodo. Haciendo una búsqueda rápida de la cantidad de mineras en Chile fue posible encontrar más de 100 mineras en el Directorio de Mineras de Chile².

Debido al alto número de mineras que trabajan día a día y a la importancia que tiene la extracción de minerales para Chile como país, a lo largo de los años han nacido múltiples empresas, grandes, medianas y pequeñas, que se crean alrededor de las mineras para facilitar y optimizar su trabajo, por ejemplo las empresas de buses que llevan a los obreros a las faenas, empresas de reparaciones de los camiones al igual que las empresas que hacen entrega de elementos esenciales como lo son el agua y la comida.

Una gran parte de los servicios mencionados en el párrafo anterior utilizan vehículos motorizados para realizar las entregas de productos a distintos sectores de las ciudades donde usualmente residen. También existen empresas que entregan vehículos a sus trabajadores en el caso que deban realizar una alta cantidad de viajes. Todos estos servicios que utilizan flotas de vehículos, pueden llegar a sufrir grandes pérdidas si llegasen a usar los automóviles de manera ineficiente o si llegaran a utilizar los vehículos sin realizar las mantenciones necesarias periódicamente. Para una correcta gestión de flotas de vehículos, ya sean automóviles, camiones o motocicletas, se han desarrollado algunos softwares de control de rutas o control de flotas, los cuales tienen diversos objetivos pero en general buscan ayudar a las empresas a minimizar los gastos

²<https://www.direcmin.com/companias-mineras/>

producidos por los vehículos.

También es importante mencionar que las mineras gastan millones de dólares anualmente en softwares y aplicaciones que permiten un control y gestión de tanto los empleados como las palas que recogen los minerales y los camiones que los transportan, algunas de las plataformas más renombradas son: Modular Mining, Jigsaw y Wenco . Si bien las empresas mineras poseen estos programas para asegurarse de maximizar la eficiencia de la producción y transporte de los materiales, las empresas más pequeñas no tienen un capital económico lo suficientemente grande como para contratar servicios multimillonarios como los de las mineras.

Es por esto que una posible opción que ayude a la resolución del problema identificado es la recopilación de información sobre las tecnologías y prácticas usadas por las mineras chilenas y llevarlas a las Pymes a un precio mucho más accesible para ellas de manera que estas tengan una mejor gestión y control de su capital, de su flota de vehículos y hasta cierto punto, control del uso los vehículos por parte de los trabajadores de la empresa. Todo esto con el fin de minimizar los tiempos muertos causados por los problemas de los vehículos y por malas prácticas en general por parte de las Pymes y sus trabajadores.

2.2. Descripción de soluciones existentes

Existen distintas funcionalidades que los sistemas de gestión de flotas poseen, entre las principales es posible encontrar:

- Monitoreo GPS: Monitoreo de la flota de vehículos por medio de geo-localización referenciados en un Mapa.
- Gestión de Seguridad: Automatización de tareas de seguridad, checklist de seguridad de cada vehículo en la flota y sistema de alarmas en caso de problemas encontrados. Guardado de datos para posibles auditorías.
- Gestión de comunicación: Envío de datos desde el vehículo hasta la base de datos incluso cuando exista mala señal o se pierda la señal.
- Planificación de Producción: Utilización de IA para el desarrollo de las planificaciones de producción según periodos de tiempo, Esta planificación debe depender de la producción de la empresa, de la demanda de producto que la empresa tenga y de las medidas necesarias para la producción.
- Información para analistas: Utilización de Key Performance Indicators o KPI para el análisis de información.

Buscando posibles soluciones existentes al problema se hizo evidente que existen 2 tipos de programas que ayudan al monitoreo de vehículos, el primero son sistemas generales que poseen múltiples cualidades que ayudan al monitoreo de vehículos. Por otro lado se encuentran los sistemas específicos que cumplen una sola función, por ejemplo un sistemas de GPS solo entrega información sobre la posición de un vehículo. Debido a que el término “monitoreo de flota” abarca desde control de calidad de vehículos hasta la optimización de rutas, los programas y aplicaciones que se encargen exclusivamente de un punto específico, ignorando los otros puntos del monitoreo de flotas y aún así logran ser consideradas como una aplicación de “monitoreo de flotas de vehículos”.

Dado el punto descrito en el párrafo anterior, es menester señalar que existe una alta cantidad de programas que han sido descartados como posibles FMS, esto se debe a que solo poseen una de las cualidades mencionas, un ejemplo de esto serían aplicaciones que proveen monitoreo de vehículos con un sistema de GPS, lo cual es una cualidad que usualmente poseen los FMS pero solo logran entregar cierto tipo de información, omitiendo otros posibles métodos de control y gestión. Lo mismo podría ser dicho de aplicaciones de optimización de rutas y de programas que solo se centren en el chequeo y mantención de vehículos.

2.2.1. Diferencias cualitativas de soluciones existentes

Una vez realizada una búsqueda de posibles soluciones existentes, considerando siempre los puntos mencionados previamente, incluyendo el descarte de aplicaciones especializadas en solo una funcionalidad de las aplicaciones de gestión de vehículos, entre los programas que realmente pueden ser considerados como competencias o desarrollos similares al del FMS, y que poseen algunas de las funcionalidades descritas previamente, es posible encontrar: Gesa, Syncro, Odoo y AUTOsist. Los cuales fueron listados con sus respectivas funcionalidades en la siguiente tabla.

	AUTOsist	Syncro	Gesa	FMS de Odoo
Monitoreo GPS		x	x	
Gestión de Seguridad	x			x
Gestión de Comunicación			x	
Planificación de Producción		x		x
Análisis de Información	x	x		x

Tabla 1: Tabla de soluciones existentes

De estos programas los más cercano al FMS que se busca realizar son AUTOsist³ y Syncro⁴, esto se debe a que si bien Odoo posea más caractertísticas en común con el

³<https://autosist.com>

⁴<https://www.syncrocopec.cl>

FMS, Odoo ofrece un servicio de contratos y arriendo de automóviles, por lo cual si bien las características que posee son parecidas a las que se buscan desarrollar en el FMS, los objetivos de cada uno de los softwares son completamente diferentes, es por esto que se concluyó que la idea detrás del FMS es más cercano a AUTOsist que a Odoo.

Con relación a los otros software presentes en la tabla, en el caso de AUTOsist, este es un programa que solo le entrega servicios a California, E.E.U.U. Ya que se debe realizar la instalación de un pequeño hardware en cada uno de los vehículos para la geo-localización de estos en el caso que se estime necesario, es por esto que no es una competencia directa cuando se hablan de servicios para las Pymes chilenas y de cualquier manera, el servicio de AUTOsist no se basa en las prácticas mineras en sus funcionalidades. Por otra parte el servicio de Syncro otorga exclusivamente servicio de GPS en su versión básica, para el análisis de datos al igual que la planificación, estas funcionalidades se encuentran en su llamado “Pack Pro” el cual tiene un costo más elevado. La aplicación Syncro es una aplicación chilena pero no posee todas las funcionalidades a desarrollar en el FMS y basan su diseño en el traslado de combustible debido a que fue desarrollado por la empresa Copec. Es por esto que si bien estas aplicaciones tienen una finalidad similar al del FMS a desarrollar, estas basan sus diseños en distintos tipos de servicio y en algunos casos no entregan servicios a las Pymes chilenas o son muy caros para ser contratados por Pymes de transporte chilenas.

El resto de los programas, son desarrollados por empresas chilenas con la finalidad de ayudar al monitoreo de flotas de vehículos. La diferencia entre el FMS a desarrollar y el resto de las aplicaciones es que todas ellas centran sus recursos en la optimización de rutas, de entrega de paquetes y reducción de consumo al igual que el uso de Key Performance Indicators o KPI's para el análisis de datos recolectados. En el caso del FMS a desarrollar, el principal enfoque que se le dará al monitoreo de flotas es el monitoreo de los vehículos en sí y al chequeo constante de los vehículos y los informes de mantención de estos, todo con el objetivo de minimizar las fallas mecánicas causadas por una mala mantención, al igual que un constante análisis de datos recolectados.

2.2.2. Diferencias cuantitativas de soluciones existentes

Entre las Pymes más rentables de los últimos años, se ha podido observar un auge en los servicios a domicilio, por ejemplo la comida casera a domicilio, la venta de artículos de segunda mano, las Pymes de cadena de valor y las empresas de transporte y almacenamiento[9]. Todas estas economías han ido en aumento en la última década, especialmente en los últimos años debido a la pandemia global que ha afectado a países de todo el mundo, obligando a las personas a quedarse encerradas en sus casas sin poder salir, haciendo que las personas deban recurrir a estos diversos servicios a domicilio[10].

Este desarrollo de un FMS fue inspirado por una empresa que le entrega servicio a los yacimientos mineros y por el libro “El Valle de la Muerte” de Roberto Musso y German Eche copar. Por una parte la empresa en cuestión consideraba que se estaba perdiendo una alta cantidad de posibles clientes al no ser capaces de entregar servicios a las empresas de transporte que trabajan de la mano con las mineras y por otra parte el libro El Valle de la Muerte habla del alto número de fracasos de las empresas y de los problemas que las empresas poseen en los años iniciales y como estos pueden ser prevenidos. Estos 2 factores, juntos, formaron la idea de crear un sistema para las Pymes que las ayudara con los problemas de planificación, gestión y control que las empresas suelen sufrir en sus primeros años de creación.

Los precios de Autosist son de 60 dólares el servicio básico por cada 5 vehículos aproximadamente, el precio no incluye la instalación de un sistema de monitoreo en vivo debido que es un servicio aparte, por otra parte Odoo, si bien es un sistema de código libre, existen empresas certificadas por ellos que desarrollan los sistemas para satisfacer las necesidades del cliente, el sistema de plan básico de una de estas empresas bordea los 160 UF y, en el caso de Gesa, el cobro inicial es de \$89.990 pesos por la instalación inicial del sistema de monitoreo en vivo seguido con una mensualidad de 0.3 UF⁵ por automóvil de la flota.

Se realizó una tabla comparativa de los precios después de un año del uso del producto en una flota de 5 vehículos.

	AUTOsist	Gesa	FMS de Odoo
Instalación	0	449.950	405.312
Mensualidad	57.990	10.133	0
Total	694.800	571.096	405.312

Tabla 2: Tabla de precios de soluciones existentes

De estos precios es importante recordar que el FMS de Odoo no considera el precio del desarrollo y mantención de los computadores auxiliares por lo que el precio que aparece en la tabla no es exacto. Se intentó realizar comunicaciones con la aplicación Syncro desarrollada por Copec pero hasta la fecha de publicación de este trabajo, no ha habido respuesta por parte de la empresa.

La versión básica del FMS, sin instalación de sensores ni entrega de tabletas no tendría costo asociado y sería de código abierto, permitiendo a las empresas instalar el sistema en su servidor y tabletas y editarlo como ellos prefieran. En caso que se desee utilizar versiones de pago de este sistema, la empresa Aiko Logic Spa. Sería la encargada de entregar los dispositivos electrónicos, los sensores y se realizaría el levantamiento del sitio desde el propio servidor de la empresa. Todos esto considera un

⁵El precio de la UF al momento del desarrollo del trabajo es de \$33.776

precio que hasta la fecha del desarrollo de este trabajo aún no ha sido definida por la empresa.

Es importante mencionar que la instalación de los sistemas de monitoreo de los vehículos es un proceso no invasivo que puede ser realizado rápidamente en un vehículo. Este proceso se basa en instalar sensores que se comunican directamente con la tableta para poder compartir los datos en tiempo real con el servidor.

2.3. Tecnologías para control de flota utilizadas en la minería

La extracción de recursos mineros es un proceso que suele involucrar grandes extensiones de terreno, haciendo muy difícil el manejo de las distintas flotas presentes dentro de una faena. Otro de los múltiples inconvenientes que son causados por las extensas dimensiones de las mineras es que existen situaciones donde gente exterior entra a las faenas y roban tanto material como combustible de los camiones⁶ lo cual genere aun aumento en los gastos de la empresa. Para evitar que estas situaciones se vuelvan recurrentes o que existan colusiones entre los ladrones y los conductores de las maquinarias, las empresas han tomado medidas al respecto, las mas comúnmente utilizadas son:

- Sistemas de monitores GPS y segmentacion de zonas de trabajo: Utilizando sistemas de localización geográficas en tiempo real, las empresas monitorean donde se encuentran los equipos en tiempo real y poseen alarmas que informan cuando algun equipo se aleja de los recorridos esperados. El sistema de GPS tambien es altamente usado cuando los camiones sufren panas inesperadas y se necesita saber con urgencia su ubicación exacta para poder tomar las medidas necesarias para solucionar el problema.
- Controles medición de consumo de combustible: Existen muchos factores que pueden producir irregularidades en el consumo de combustible de los camiones de las mineras, entre ellos se pueden encontrar las filtraciones, los problemas con el motor o incluso los robos de combustibles por partes de terceros. Algunas de las medidas y tecnologías adoptadas en la minería para abordar estos, entre otros, es el uso de registros de cantidad de litros repostados ademas de la fecha y hora en la cual se realizó el repostaje, la implementación de sensores que monitoreen los niveles de combustible en tiempo real y el uso del sistemas de estados Asarco para cálculos aproximados de cuanto tiempo se ha encontrado operativo el equipo desde el último repostaje. Cabe mencionar que la tecnología de los sensores para la medición de combustible es relativamente nueva, especialmente la usada por la empresa Aiko Logic, normalmente las empresas mineras utilizan estimaciones

⁶<https://www.mch.cl/2013/08/21/denuncian-presencia-de-mafias-en-el-robo-de-combustible-en-rutas-mineras-de-la-region-de-antofagasta>

dado el gasto de combustible que el camion posee y el tiempo en el cual ha estado funcionando.

Posiblemente la práctica más importante que CODELCO utiliza es el uso del sistema de Estados Asarco, este sistema les permite calcular no solo cuanto tiempo ha estado disponible cada uno de sus camiones, si no que también les permite calcular los tiempos efectivos de estos.

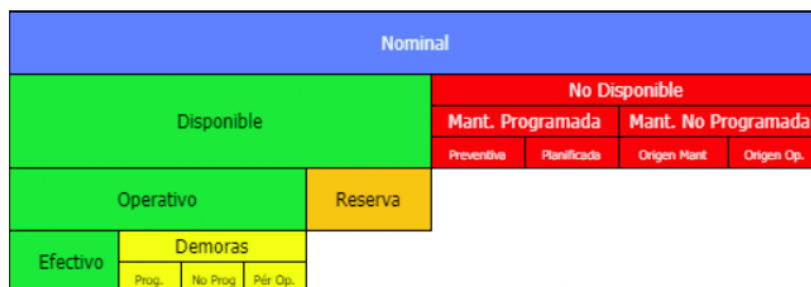


Figura 2: Estados Asarco.
Fuente: Elaboración propia.

En la figura se pueden apreciar que existen múltiples posibles estados en los cuales un vehículo puede estar, el ideal de las empresas es que el vehículo se encuentre la mayor cantidad posible de tiempo en el estado efectivo, minimizando demoras y reservar y realizando mantenciones programadas cada cierta cantidad de tiempo, también se busca minimizar el tiempo en mantenciones no programadas ya que este estado puede llegar a significar la mayor cantidad de pérdida de dinero para las empresas, mientras que demoras o reservas pueden significar que simplemente el automóvil no está siendo utilizado óptimamente.

Una tecnología que suele ser utilizada en las mineras es la comunicación entre vehículos para poder reportar a los sistemas los datos de múltiples camiones solo conectándose con uno de ellos. Esto se debe a los camiones suelen encontrarse en zonas sin conexión por lo que es imposible recibir reportes de ellos directamente, para poder informar los estado de estos camiones, se ha desarrollado un método de comunicación entre camiones, de esta manera cuando al menos un camión entra en una zona con señal, este envía sus paquetes de datos al igual que los paquetes de otros vehículo. Si bien este desarrollo puede parecer innecesario para las Pymes que laboran en las ciudades, para aquellas empresas que realizan viajes a zonas sin conexión o con mala conexión, un desarrollo que asegure el envío de datos permite una mejor gestión de la flota.

Aparte de medir niveles de combustible, las mineras utilizan sensores para una variedad de mediciones, algunos de los sensores mas utilizados son:

- Sensores de Velocidad: Estos sensores suelen ser utilizados para asegurarse que

sus equipos no sobrepasen el límite de velocidad, especialmente los camiones de transporte que estén llenos, ya que el riesgo de voltearse aumenta.

- Sensores de vibraciones y tensión: Durante el proceso de recolección del mineral, es normal el uso de palas como la de la siguiente figura.



Figura 3: Pala Eléctrica.
Fuente: Komatsu Mining Corp.

Los sensores de vibración pueden detectar cuando la pala este en funcionamiento y con la ayuda de los sensores de tensión se puede detectar si el operador esta sobrecargando la pala, lo cual genera un desgaste apresurado del equipo y puede llevar a causar más mantenimientos inesperados.

- Balanzas mineras: La sobrecarga de material, especialmente en los camiones de transporte, puede causar accidentes como son las caídas de material en el camino que generan retrasos en la producción hasta que los materiales sean retirados.
- Cámaras dentro de los vehículos: Usando cámaras y sistemas de detección de rostros es posible informar cuando un operador se quedó dormido o tiene los ojos cerrados por periodos extendidos de tiempo. Este sistema de detección es especialmente útil en mineras y empresas de transporte con turnos nocturnos, de esta manera pueden evitar accidentes causados por operadores cansados.
- Cámaras al exterior de los vehículos: En las mineras, especialmente las que se encuentran en zonas montañosas existe el riesgo de desprendimientos los cuales pueden poner en riesgo la integridad del camino, los equipos y los operadores por igual, es por eso que se han desarrollado sistemas que se montan sobre los equipos y registran los alrededores y los comparten con los administradores con la empresa, en tiempo real o diferido dependiendo de la disponibilidad de la conexión en la faena.

Es importante mencionar que casi todos los sensores estan conectados a sistemas de alarmas que se activan o dejan registro cuando los valores recibidos son más altos a los aceptados por la faena. En estos casos la tecnología y el desarrollo estan separados en

2 partes, la primera es la medición y el envío de los datos y la segunda es la recepción y traducción de los datos a información comparable.

CAPÍTULO 3

PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Debido a que las soluciones actuales descritas en el capítulo anterior no cubren todas las necesidades de las empresas y por otro lado, los altos costos que están poseen, se propone el desarrollo de un sistema de monitoreo basado en las prácticas y en las tecnologías mineras que cubran todas las características mencionadas en el capítulo previo.

A continuación se presenta la propuesta de solución al problema.

3.1. Tecnologías mineras incluidas en propuesta

Estudiando las prácticas utilizadas por la minería chilena mencionadas en el capítulo anterior, se extrapolaron las tecnologías que mejor se podrían adaptar a las Pymes y a los problemas que afrontan día a día.

La primera y más importante de las prácticas tecnologías mineras es el uso del estado Asarco para poder llevar un claro control de los tiempos utilizados por cada uno de los equipos.

Si bien el uso de este sistema de estados no mejora inmediatamente las necesidades de las Pymes, si permite desarrollar reportes y diagramas (KPI's) sobre la consistencia del trabajo tanto de la flota como el de cada vehículo individualmente, esto ayuda a poder ver en que áreas la empresa podría mejorar. También ser capaz de revisar los tiempos efectivos, cantidad de alarmas y repostajes de los distintos grupos de vehículos permite detectar posibles irregularidades o distintas necesidades de la flota.

Otras prácticas que podrían favorecer a las Pymes es el uso de registro de horas trabajadas y kilómetros recorridos (Horómetros y kilometrajes respectivamente) para asegurarse que no estén ocurriendo actividades ilícitas que afecten a las empresas, un claro ejemplo de esto sería el robo de combustible de los camiones o simplemente recargas de combustibles ficticias donde los operadores dicen que rellenaron el tanque pero solo cargaron una fracción de lo declarado. Para evitar estos posibles actos que podrían perjudicar el desarrollo de la empresa, es necesario tomar medidas. Una de estas medidas sería el monitoreo de cuántos kilómetros o horas puede un equipo trabajar dada la cantidad de combustible recargada y el uso de sensores para medir los niveles de combustible (histórico y en tiempo real).

La tecnología de envío de paquetes de datos entre camiones en zonas con poca conectividad resuelve muchos problemas con el monitoreo de la flota, pero en el caso de

las Pymes, un alto porcentaje de ellas se encuentran en zonas donde la conectividad no es un problema⁷, por esta razón se consideró que esta tecnología debería ser opcional en el FMS, de esta manera la Pymes que realicen trabajos en zonas sin conexión puedan optar por utilizar este método de comunicación mientras que Pymes que se encuentran en zonas con buena conectividad, pueden decidir no utilizar esta opción en la comunicación de los vehículos.

Extrapolar estas prácticas para las Pymes podría ser esencial para minimizar las pérdidas de las empresas, sea de forma directa como lo son los sensores, o de maneras más indirectas como lo serían los reportes de tiempo efectivo y operativos.

Se consideró importante mencionar que si bien la tecnología de comunicación entre camiones para entregar información al sistema puede ser muy útil para las mineras, en el caso de las Pymes, estas suelen no tener los mismos problemas de comunicación que las faenas tienen. Es por esto que esta tecnología se decidió no implementar en el desarrollo del prototipo mínimo viable, pero se encuentra considerado como un requisito futuro por la empresa Aiko Logic Spa.

3.2. Metodología de desarrollo del proyecto

Para el desarrollo del FMS se usará la metodología ágil de Sprint[[10](#)], eligiendo como Product Owner al Gerente de la empresa Aiko Logic Spa, Gagarin Sepúlveda, con el cual se desarrollaron los requerimientos mínimos del FMS, el diseño del sistema y parte de las historias de usuario que se aparecen en la siguiente sección(3.3), la razón por la cual se decidió realizar la metodología ágil porque la empresa utiliza esta metodología en sus propios desarrollos y está más acostumbrada a ella.

En cuanto a los Sprint, se decidió que el largo de estos serían de 2 semanas cada uno, durante el primero de estos se espera desarrollar las historias de usuario al igual que el diseño inicial de la base de datos. En el segundo Sprint se buscará diseñar un mockup de las vistas y el desarrollo inicial del backend. En los Sprint siguientes se buscará completar las historias de usuario, teniendo como objetivo al menos una historia por Sprint.

3.3. Historias de usuario

Para describir las historias de usuario correctamente, es importante explicar los distintos actores correspondientes a las historias, los actores son los siguientes:

⁷<https://ciedess.cl/601/w3-article-6861.html>

- Organización: Entidad o Pyme que contrata los servicios del FMS para su propio beneficio.
- Administrador: Usuario(s) representante(s) de la Organización. Encargado(s) de gestionar y monitorear la flota de vehículos.
- Conductor: Son los conductores de los vehículos de la flota de la organización.

Con estos actores se procedió a realizar las historias de usuario.

1. Como Administrador quiero poder visualizar los vehículos de la Organización en tiempo real en un mapa de la ciudad para monitorear su locación.
2. Como Conductor quiero informar los detalles del vehículo que observe para que estos puedan ser resueltos lo antes posible.
3. Como Administrador quiero poder observar un listado de los vehículos de la flota, su estado actual y el Conductor asignado a cada vehículo para poder tener conocimiento del estado de la flota.
4. Como Administrador quiero poder observar gráficos con la información recopilada por los sensores de los vehículos.
5. Como Administrador quiero ser capaz de configurar y generar reportes con los datos recolectados por vehículo de la flota para poder generar registros y monitorear la producción de la empresa.
6. Como Organización quiero que el sistema me informe de las mantenciones necesarias de los vehículos que estén programadas para esa semana, para así tomar las medidas necesarias y evitar retrasos en la producción.
7. Como Administrador quiero que el sistema me alerte de cualquier accidente que un vehículo haya tenido para poder resolver el problema lo antes posible.

El sistema FMS está financiado y guiado por Aiko Logic Spa⁸, la empresa en cuestión solicitó que el FMS esté basado en el modelo de MVC con una base de datos de SQLSERVER, un modelo y un controlador que usarán el framework Django, escrito en Python y de código abierto. Con relación a las vistas y al frontend del FMS, el framework a utilizar será React, el cual tiene una amplia documentación al igual que soporte online y muchas librerías para aminorizar el trabajo de diseño web.

De igual manera es importante mencionar las distintas APIs que se usarán durante el desarrollo del FMS. En el caso del monitoreo GPS, se usará la API de Google Maps como base, la razón por la cual se decidió usar esta API es que existe una

⁸<https://aikologic.com>

constante actualización de los mapas y las rutas de las ciudades, de igual manera la API posee muchas opciones de marcado de puntos, rutas y zonas que serán útiles durante el desarrollo del FMS. Para el desarrollo de los gráficos de análisis de datos se usará la API REST de Power BI de Microsoft debido a que provee una amplia gama de gráficos que los clientes pueden llegar a desear.

3.4. Propuesta prototipo mínimo viable

Gracias ayuda del Product Owner y teniendo las Historias de usuario, se desarrollo una propuesta de los requerimientos mínimos necesarios para el prototipo:

Nombre Historia	Localización GPS
Descripción	Como Administrador quiero poder visualizar los vehículos de la Organización en tiempo real en un mapa de la ciudad para monitorear su locación.
Criterios Aceptación	Dado un Administrador, cuando este quiera visualizar la ubicación de los vehículos podrá ir a una vista donde le aparecerán todos los camiones de la flota dada su patente o nombre asignado. El Administrador podrá presionar los automóviles presentes en el mapa para ver los detalles del vehículo como el conductor asignado y los valores obtenidos más recientemente por los sensores.

Tabla 3: Historia 1, Elaboración Propia

Nombre Historia	Checklist estado Vehículo
Descripción	Como Conductor quiero informar los detalles del vehículo que observe para que estos puedan ser resueltos lo antes posible.
Criterios aceptación	Los Conductores deberán realizar un checklist sobre el comportamiento del vehículo al cual estén asignados al comienzo y final de la jornada. El Conductor debe responder si detecta pérdida de aceite, hay luces rotas, sonidos extraños o ruedas pinchas/gastadas. En el caso de que el Conductor encuentre algún error con el automóvil, una alarma le llegará al Administrador sobre el problema detectado. Los Conductores deben responder en el checklist si están en condiciones de realizar su trabajo. Los Conductores no podrán empezar ni terminar sus turnos sin completar el checklist correspondiente.

Tabla 4: Historia 2, Elaboración Propia

Nombre Historia	Listado Vehículos
Descripción	Como Administrador quiero poder observar un listado de los vehículos de la flota, su estado actual y el Conductor asignado a cada vehículo para poder tener conocimiento del estado de la flota.
Criterios Aceptación	El FMS debe tener una vista con el listado de todos los vehículos de la flota. La vista debe señalar cuando se deben realizar la siguiente mantención de todos los vehículos. En el listado se debe poder redirigir a una vista que muestre los detalles del vehículo. La vista debe tener una opción para redirigir al Administrador a una vista donde pueda revisar los datos históricos recolectados por los sensores de cada vehículo.

Tabla 5: Historia 4, Elaboración Propia

Nombre Historia	Muestra datos recopilados
Descripción	Como Administrador quiero poder observar gráficos con la información recopilada por los sensores de los vehículos.
Criterios Aceptación	Se guardará un registro de los datos de los recopilados para la generación de reportes. Los datos históricos recopilados por los sensores se deben ver en un gráfico de líneas en una vista específica. El Administrador podrá seleccionar que datos desea observar y el periodo de tiempo. El Administrador podrá descargar una imagen del gráfico en caso que lo estime conveniente.

Tabla 6: Historia 3, Elaboración Propia

Nombre Historia	Reportes KPI
Descripción	Como Administrador quiero ser capaz de configurar y generar reportes con los datos recolectados por vehículo de la flota para poder generar registros y monitorear la producción de la empresa.
Criterios Aceptación	Debe haber una vista en el FMS que permita al Administrador generar sus propios reportes. El Administrador podrá elegir el tipo de dato que quiere buscar (Alarmas, Repostajes o Disponibilidad), las fechas de búsqueda, si desea revisar un Grupo de la Flota específico o la flota entera y si desea ver los datos agrupados con periodos de tiempo definidos (diario, semanal o mensual). El Administrador tendrá diferentes gráficos de los cuales elegir, estos son: Gráfico de Barras, Lineal, Torta, Dona, Radar y Polar. El Administrador tendrá la opción de descargar un archivo con el gráfico generado.

Tabla 7: Historia 5, Elaboración Propia

Nombre Historia	Mantenimiento Vehículos
Descripción	Como Organización quiero que el sistema me informe de las mantenimientos necesarios de los vehículos que estén programadas para esa semana, para así tomar las medidas necesarias y evitar retrasos en la producción.
Criterios Aceptación	El Administrador podrá ver las fechas en las que se estima cuando la próxima mantención debe realizarse. El sistema debe tener distintos tipos de mantenimientos, estas son: cambio de aceite, mantención programada, mantención de emergencia, cambio de ruedas. Las mantenimientos programadas tendrán fechas predefinidas mientras que las mantenimientos de emergencias solo aparecerán cuando el Conductor señale que ocurrió un problema con el vehículo. Las mantenimientos de cambio de aceite y ruedas se medirán considerando los kilómetros recorridos por los vehículos. El sistema debe alertar al Administrador cuando faltan 2 semanas, 5 días y el día de donde la mantención debiese ser realizada y que tipo de mantención debiese ser realizada ese día. El sistema recopilará las fechas de cuando se realizaron mantenimientos y cuando la fecha estimada era para así poder alimentar en un futuro a una red neuronal que estime con más precisión las fechas de las mantenimientos futuras.

Tabla 8: Historia 6, Elaboración Propia

Nombre Historia	Sistema Alarmas
Descripción	Como Administrador quiero que el sistema me alerte de cualquier accidente que un vehículo haya tenido para poder resolver el problema lo antes posible.
Criterios Aceptación	Cuando un Conductor se encuentre en un accidente o sufra una pana, este deberá informar através de la aplicación del FMS el inconveniente sufrido, esta acción producirá una alarma que será enviada al Administrador. El Administrador podrá desactivar la alarma en caso de ser necesario. Si las alarmas no son desactivadas en un día, estas pasan a estado "Pendiente" hasta que el Administrador las desactive.

Tabla 9: Historia 7, Elaboración Propia

3.5. Diagramas de desarrollo

Para la propuesta de desarrollo se realizaron diversos diagramas del sistema con el fin de representar el entorno, los aplicativos, la finalidad y la estructura del FMS.

3.5.1. Diagrama de Contexto

El propósito de este diagrama es mostrar el flujo de la información que el FMS recibirá y emitirá (Figura 4).

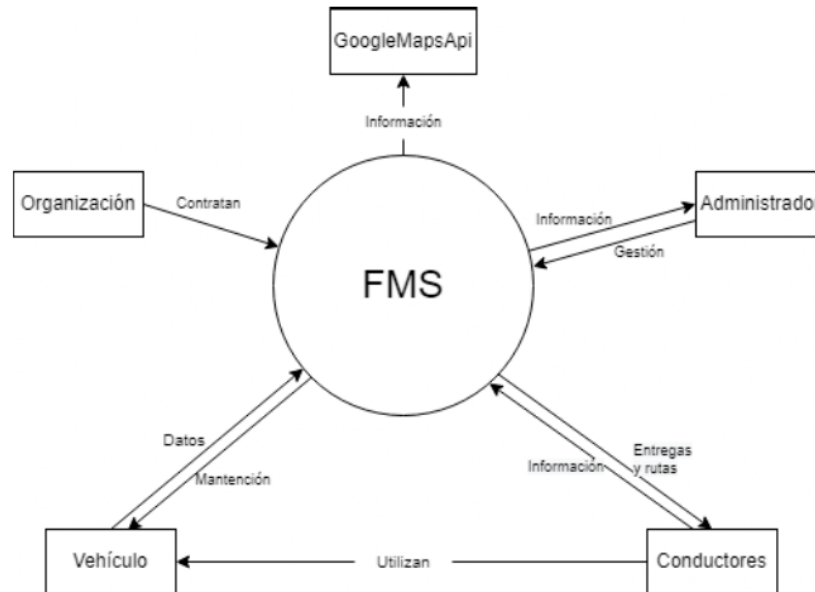


Figura 4: Diagrama de Contexto.
Fuente: Elaboración Propia.

La Figura 4 muestra que la Organización contrata el servicio del FMS, el FMS permite al administrador gestionar la flota y le entrega a los Usuarios las rutas y las entregas que debe realizar. Como se ha mencionado en las historias de usuario, se desea optimizar tanto el tiempo de entrega como el tiempo entre mantenencias, es por esto que los vehículos poseen sensores los cuales le entregan información al FMS que permite que este calcule los tiempos de mantención óptimos para cada vehículo.

3.6. Lineamiento interfaces de usuario

En este apartado se muestran los mockups que representan una aproximación de la interfaz del sistema. Para esta maqueta del Frontend solo se consideraron algunas funcionalidades del sistema y no todas las opciones se encuentran presentes en el menú.

La construcción de los mockups se basó en los principios de usabilidad web de Jakob Nielsen[12], estos son:

1. Relación entre el sistema y el mundo real: Este punto se refiere a utilizar un lenguaje que el usuario entienda sin problemas el sistema y no ocurran errores causados por confusiones del lenguaje.
2. Control y libertad del usuario: El usuario debe estar en control del sistema. Si el usuario desee deshacer o editar cualquier cambio que este haya realizado pre-

viamente, es sistema debe ser capaz de entregarle las herramientas para estas acciones sean posibles.

3. Visibilidad del estado del sistema: Se debe mantener informado al usuario de lo que está ocurriendo, ya sean descargas o cuando se están realizando peticiones a la base de datos.
4. Consistencia y estándares: Es importante utilizar convenciones lógicas a lo largo del sistema. un ejemplo de esto son los logos de las páginas web y sistemas se suelen encontrarse en la esquina izquierda de la pantalla.
5. Prevención de errores: El sistema debe ser capaz de prevenir errores en caso que estos sucedan.
6. Diálogos estéticos y diseño minimalista: Se debe entregar la información al usuario con el mínimo de palabras posibles para que no pierda el foco de atención.
7. Minimizar la carga de memoria del usuario: Se enfoca en minimizar la carga de información para el usuario proponiendo instrucciones simples, objetos o imágenes en la interfaz.
8. Ayudar a los usuarios a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores: el sistema web debe dar mensajes de errores claros para ayudar al usuario y si es posible brindar soluciones en los mensajes.
9. Ayuda y documentación: Debe existir documentación del sistema web.
10. Flexibilidad y eficiencia de uso: El sistema web debe ser flexible para todos los usuarios, tanto expertos como recién llegados.

Las interfaces mostradas en la siguiente sección poseen números los cuales muestran que heurística se aplica en cada vista.

3.6.1. Interfaz Inicio

Inicio de usuario Administrador.

Esta maqueta es la vista inicial cuando el usuario logra acceder al sistema, la vista deseada tiene un pequeño mapa en vivo de los vehículos al igual que la lista de la flota, gráficos y un resumen del estado de la flota durante el día.

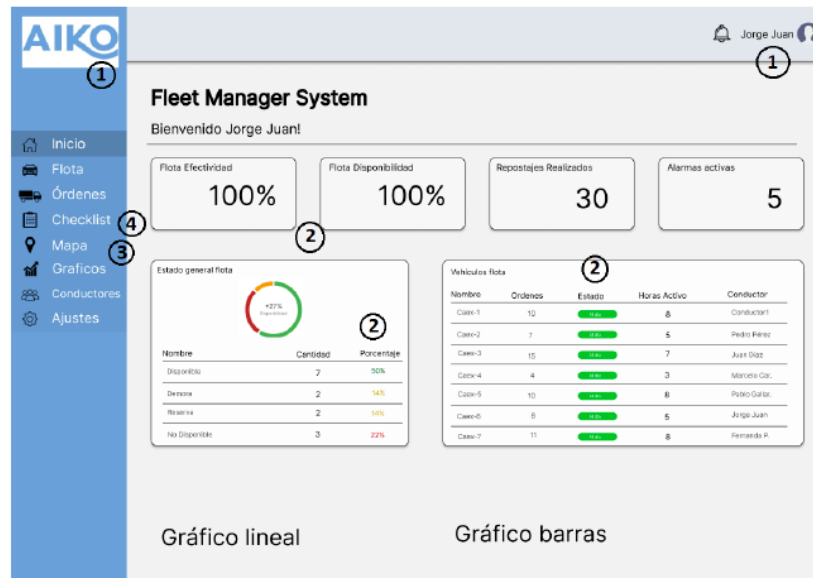


Figura 5: Interfaz inicio.
Fuente: Elaboración propia.

Huristicas de Nilsen aplicadas a esta vista:

1. Consistencia y estándares: Se usan lógicas convencionales para que el usuario pueda el FMS de manera intuitiva desde un comienzo, algunos de los estándares utilizados son por ejemplo que el logo de la empresa se encuentre en la esquina superior izquierda y lleve a la página de inicio y que el usuario se encuentre en la esquina superior derecha de la pantalla junto con las notificaciones.
2. Minimizar la carga de memoria del usuario: Se utilizan números con no más de un decimal, y también se usan colores como los de un semáforo para que sea fácil de reconocer el estado de los vehículos de la flota sin tener que recordar que significa cada estado. También se usan íconos para que sea fácil de reconocer cada una de las opciones.
3. Relación entre el sistema y el mundo real: Se utiliza un lenguaje simple para que el usuario pueda entenderlos sin necesidad
4. Diálogos estéticos y diseño minimalista: Cada una de las opciones consiste en una palabra y un ícono únicos, para los íconos se usan dibujos simples sin muchos detalles pero fáciles de reconocer.

3.6.2. Interfaz Flota

Esta vista se encarga de mostrar al Administrador una tabla con todos los vehículos de la flota y sus detalles más importantes, la vista también permite buscar los detalles de cada vehículo por separado, mostrando más detalles y asignar un conductor al vehículo en caso de ser necesario.



Figura 6: Interfaz flota.
Fuente: Elaboración propia.

Heuristicas de Nilsen aplicadas a esta vista:

1. Relación entre el sistema y el mundo real: Se usan nombres simples y fácil de reconocer por el administrador como lo es la palabra “Estado” o “Mantenición”, de esta manera el usuario del FMS puede entender que significa cada columna solo con el contexto donde se encuentra.
2. Control y libertad del usuario: El usuario puede decidir como desea ordenar la tabla de vehículos, de esta manera el puede monitorear la flota de vehículos a su antojo.
3. Consistencia y estándares: Para mantener la consistencia dentro del FMS, se usa una tabla similar a la que se encuentra en la vista de dashbaord solo que con mas detalles y un tamaño más grande. También cabe mencionar que se usa el mismo estilo de tabla en las vistas de órdenes y conductores.
4. Minimizar la carga de memoria del usuario: Se usan íconos simples, explicativos para los botones, si bien los botones no tienen palabras, la idea es que cuando

el usuario pase el mouse por encima de estos íconos, un nombre aparezca dando una explicación de a que vista se moverán, en este caso los botones son “Asignar” y “Detalles” respectivamente. También se utilizan colores como los de un semáforo para los estados, de esta manera el Administrador no necesita recordar con exactitud que significa el estado, si no que con el color, ya puede tener una idea de que significa ese estado.

- 5. Diálogos estéticos y diseño minimalista: Como fue mencionado en el punto anterior, se busca dar un diseño minimalista, es por esto que las opciones de la derecha de la tabla son íconos y no botones con texto, tambien para el diseño minimalista, se busca usar nombres de cortos pero concisos.

3.6.3. Interfaz Mapa

Mapa de la ciudad el cual muestra en vivo la locaciones de cada uno de los vehículos y las zonas de entrega designadas por el Administrador, se busca que sea una representación en vivo de la flota para el administrado, el cual puede observar los datos de cada vehículo por separado, hacer un seguimiento de estos y de sus entregas.

Como fue mencionado al comienzo de este capítulo, una de las historias de usuario busca que los vehículos no sean mal utilizados, el sistema de zonas de entrega es una manera de evitar el mal uso de los vehículos puesto que muestra con claridad si el personal utiliza el automóvil para otras actividades no programadas.

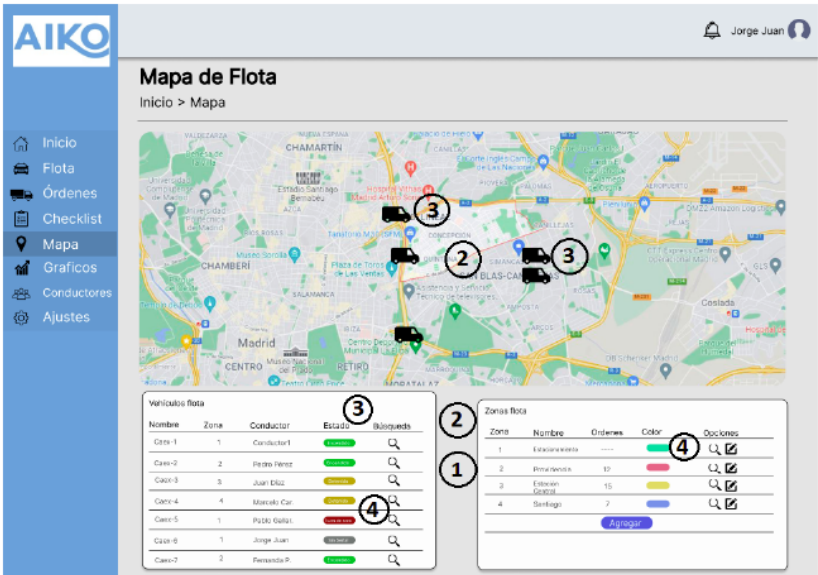


Figura 7: Interfaz mapa.
Fuente: Elaboración propia.

Huristicás de Nilsen aplicadas a esta vista:

1. Control y libertad del usuario: El Administrador puede decidir si quiere seguir a un vehículo en específico, centrar el mapa en alguna zona o incluso crear nuevas zonas en los mapas.
2. Visibilidad del estado del sistema: La vista muestra el estado de los vehículos en tiempo real al igual que los últimos valores recopilados por los sensores.
3. Diálogos estéticos y diseño minimalista: Para los íconos de los vehículos se buscar usar un diseño minimalista de un auto, usando colores para mostrar los distintos estados del vehículo y solo desplegar información sobre el vehículo en sí cuando se presiona sobre el ícono.
4. Minimizar la carga de memoria del usuario: Se utilizan colores para poder diferenciar las distintas zonas sin problema al igual que colores en los estados de los vehículos.

3.6.4. Interfaz Órdenes

Esta vista del mockup es la más sujeta a cambios durante el desarrollo, lo que se busca mostrar con este diseño de interfaz es que las órdenes y entregas deben mostrar los datos como la dirección o el estado de la entrega en sí, además del conductor designado a realizar la entrega.

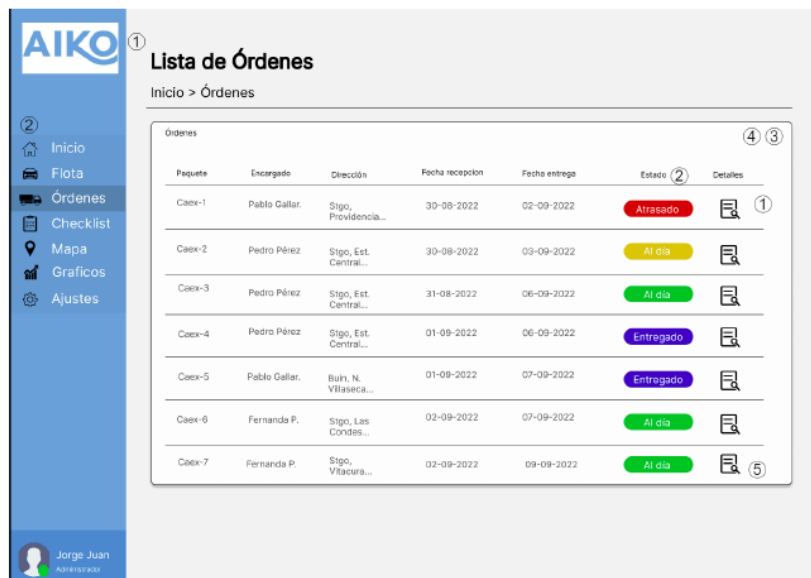


Figura 8: Interfaz órdenes.

Fuente: Elaboración propia.

Huristicas de Nilsen aplicadas a esta vista:

1. Consistencia y estándares: se usan convenciones lógicas en el diseño.
2. Minimizar la carga de memoria del usuario: Aún cuando hay mucha información en la vista, se intenta usar imágenes y colores para que la información sea lo más fácil de absorber por el usuario.
3. Relación entre el sistema y el mundo real: Se usa un lenguaje que sea fácil de entender por el usuario, en este caso el administrador.
4. Flexibilidad y eficiencia de uso: El sistema es simple de entender tanto por gente del rubro como por gente sin mucha experiencia.
5. Control y libertad del usuario: El usuario puede crear, editar, asignar y borrar órdenes en caso de ser necesario.

3.6.5. Diseño modelo de clases relacional del sistema

Previo al proceso de desarrollo se diseñó un concepto del diagrama relacional esperado de la base de datos, este concepto usa como base principal a los vehículos, los cuales se pueden encontrar al centro del diagrama. Los automóviles se encuentran conectados directamente al tipo de vehículo el cual puede ser visto como el modelo de este, a los sensores que se encuentran conectados y un sistema de registro de los estados

del vehículo en si que se denomina “Accion_equipo_log”, un registro de los rellenos realizados, las Alarmas que el vehículo ha tenido al igual que las mantenencias pasadas y futuras que se deberían realizar.(Figura 9).

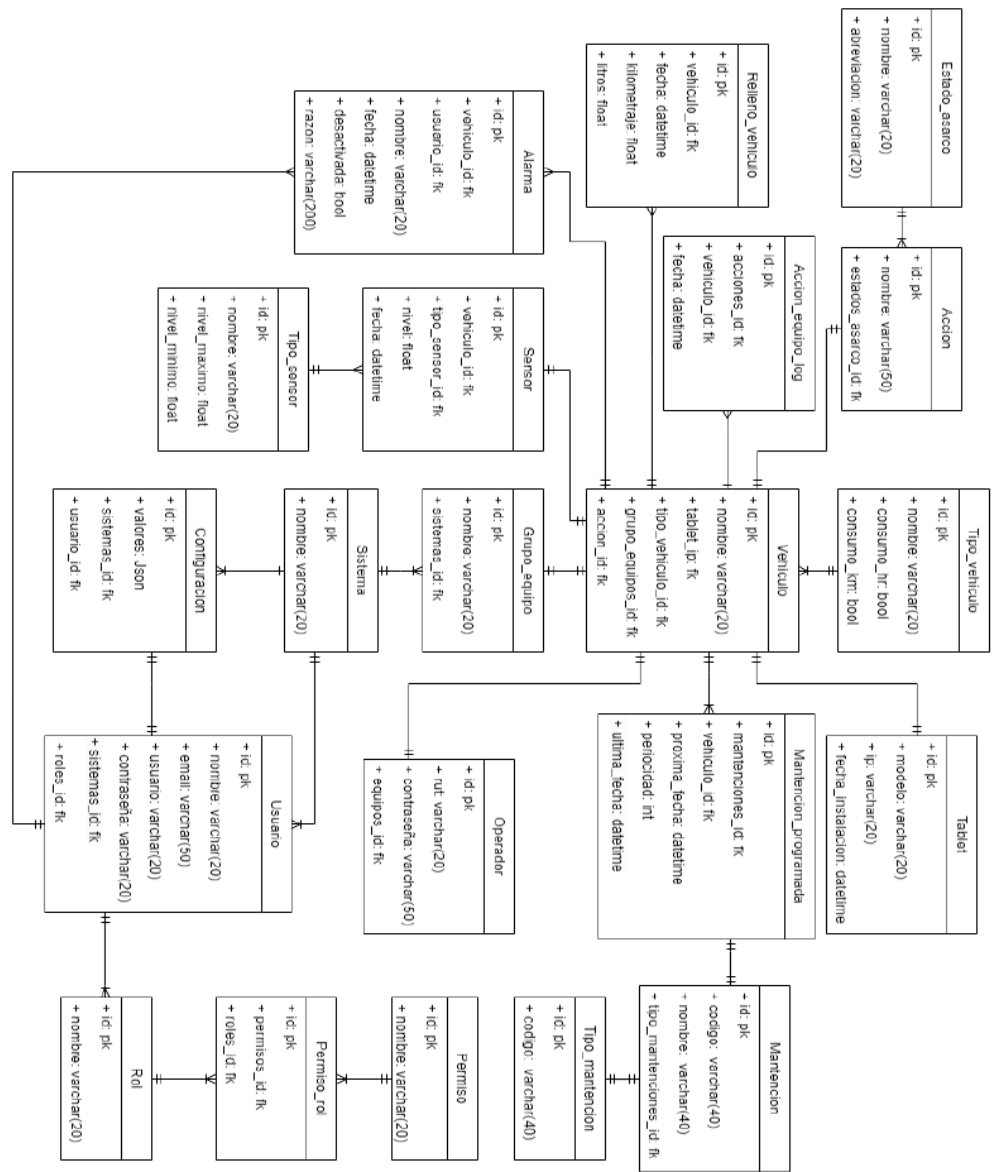


Figura 9: Diagrama de Contexto.
Fuente: Elaboración Propia.

CAPÍTULO 4

VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN

Para poder validar el desarrollo del FMS, se realizó una validación de usuarios de tanto la aplicación como el sistema. Usando como referencia la prueba de usabilidad de Jacob Nielsen en su libro “Usability Engineering” [13] se decidió realizar pruebas las funcionalidades principales del sistema con 4 posibles usuarios. Estas funcionalidades son:

- Generación de Gráficos.
- Control de Mantenciones de los vehículos.
- Monitoreo vehículos en tiempo real.

En el caso de la validación de usuarios las funcionalidades a revisar en la aplicación, estas fueron:

- Relleno y envío de Checklist.
- Cambio de Estados.
- Envío de alertas.

Para esta segunda validación se utilizaron 3 posibles usuarios.

El objetivo principal de esta validación es poder ver si el diseño de la aplicación es intuitiva para cualquier usuario que pueda querer utilizarla, al igual que detectar posibles mejoras o errores que pudieron haber sido pasados por alto durante el desarrollo del FMS.

4.1. Participantes Validación

Para la selección de los participantes en la validación del sistema se decidió que los mejores usuarios para revisar el FMS serían personas que posean empresas, ya sean pequeñas, medianas o micro. La razón para incluir las micropymes en esta validación es por el hecho que en caso que una micro empresa decida usar el sistema y con el pasar del tiempo, esta crezca, esta empresa puede decidir continuar usando el FMS sin problema y no tener que cambiarse a otras opciones.

En el caso de la validación de la aplicación de la tablet, se decidió que los usuarios que se les solicitará realizar la validación serán personas que tengan carnet de conducir de clase B⁹, ya que se busca que cualquier persona que sepa conducir un vehículo pueda realizar esta labor.

4.2. Escenarios para la Validación

Se decidió que la mejor manera de explicarles a los usuarios las tareas que deben hacer fue creando un escenario en el cual ellos puedan buscar y utilizar las funcionalidades que se les solicitan.

Se creó un escenario los usuarios de la aplicación y los del sistema.

A los usuarios del sistema se les explica lo que es el FMS y cuáles son las funcionalidades, también se les explica que es una validación, que ellos no están siendo evaluados, sino que ellos son los que evaluarán el sistema al finalizar las tareas solicitadas. posteriormente se les explica que en esta validación ellos tienen que imaginarse como los Administradores de una flota de vehículos, como Administradores ellos deben revisar el mapa con los automóviles en tiempo real y buscar el vehículo llamado “Caex-1”, posteriormente ellos deben ver la Flota y buscar los detalles del vehículo “Caex-1”. Por último, se les solicita generar un gráfico polar, el tipo de datos deben ser las alarmas, grupo y agrupación puede ser cualquiera, las fechas del intervalo de tiempo son el 12 de Junio del 2023 y el 18 de Junio del 2023, el usuario puede decidir si desea o no descargar el gráfico.

Para los usuarios que validarán la aplicación de la tableta, a ellos se les explica el FMS y que ellos harán el papel de conductores de vehículos que llevan las entregas, ellos deben ingresar al sistema con sus datos, completar el checklist Inicial, cambiar de estado el vehículo a operativo, posteriormente cambiarlo a no disponible, informar que sufrieron un accidente y terminar la jornada, completando el checklist de final de jornada, se les solicita también informar que hay pérdidas de aceite con el vehículo.

Al finalizar las validaciones, se les pregunto a los usuarios sus impresiones del sistema/aplicación, que cosas les complicaron o cambiarían y si la encuentran útil.

⁹<https://www.chileatiende.gob.cl>

4.3. Resultados Validación

Se realizaron las validaciones de usuarios de ambos desarrollos, posteriormente, usando la retroalimentación obtenida por los usuarios durante la validación, se realizaron los cambios necesarios a ambos desarrollos.

4.3.1. Sistema FMS

Para la validación del sistema, se entrevistó a 4 usuarios, por temas de privacidad los nombres de los usuarios no serán revelados, pero si algunos datos sobre ellos:

Nombre	Edad	Género	Conocimiento en Tecnología	Pyme
Usuario 1	25	Femenino	Medio	Peluquería para mascotas
Usuario 2	60	Masculino	Alto	Estudio de Música
Usuario 3	55	Femenino	Bajo	Ventas online
Usuario 4	53	Femenino	Bajo	Pastelería

Tabla 10: Usuarios Validación Sistema FMS, Elaboración propia

Los resultados obtenidos por los usuarios fueron los siguientes:

Usuario	Tarea 1	Tarea 2	Tarea 3
Usuario 1	Completado	Completado	Completado
Usuario 2	Completado	Completado	Completado con ayuda
Usuario 3	Completado	Completado con ayuda	Completado
Usuario 4	Completado	Completado con ayuda	Completado con ayuda

Tabla 11: Resultados Validación Sistema FMS, Elaboración propia

Parte de la razón por la que el usuario 4 solicitaba ayuda durante la validación era que se encontraba sin lentes por lo que no podía leer bien la pantalla ya que no tenía sus lentes con ella en ese momento. Se evitó guiar al usuarios mientras se le ayudaba en lo posible.

Los tiempos en los cuales se completaron las tareas fueron:

Usuario	Tarea 1 [min]	Tarea 2 [min]	Tarea 3 [min]	Tiempo Total [min]
Usuario 1	0:15	0:21	1:50	2:26
Usuario 2	0:25	0:47	5:05	6:17
Usuario 3	0:28	0:20	2:41	3:29
Usuario 4	1:09	0:43	1:45	3:37
Promedio	0:34	0:32	2:50	3:56

Tabla 12: Tiempos Resultados Validación Sistema FMS, Elaboración propia

Las tareas fueron completadas en el tiempo esperado, las primeras 2 tareas eran sencillas y se buscaba ver que los usuarios pudieran ser capaces de intuir como manejarse por el sistema. Se esperaban tiempos entre los 30 y 45 segundos para usuarios que nunca antes habian visto el FMS. En el caso de la tercera tarea, se esperaba que los usuarios se demorarán mas que las otras 2 tareas. Si bien los tiempos de la tarea 3 son mucho mayores al del resto, esto era esperable debido al nivel de complejidad de la tarea. En la validación de usuarios se buscó que las tareas fueran incrementando su nivel de dificultad, siendo la tarea 1 la más sencilla de todos los desarrollos, segunda tarea una tarea de nivel intermedio y la tercera tarea la más complicada de todos los desarrollos realizados.

Otra razón por la cual se decidió realizar la tarea de la generación de KPI como parte de la validación de usuarios es el hecho que uno de los objetivos es llevar las prácticas mineras a las Pymes y una de las prácticas que más utilizan las mineras es generar gráficos de KPI para poder observar la data a lo largo de distintos periodos de tiempo para poder detectar patrones, irregularidades o mejoras en la gestión de los camiones, es por esto que se decidió agregarlo como una de las tarea a validar por los usuarios.

Posterior a la pruebas realizadas por los usuarios, se les preguntó su opinión sobre el desarrollo, que partes les costó más y que cosas ellos creen que el sistema debería tener o considerar. La grán mayoría de los usuarios mencionó que durante la tarea 1, la del mapa en tiempo real, es difícil encontrar los camiones dado que no tienen su nombre desplegado en el mapa en sí. También se mencionó que en la vista de gráfico, los nombre de los gráficos se encuentran en inglés siendo que toda la página esta en español. Por último, un detalle muy importante que uno de los usuarios comentó es que las alarmas tienen 3 opciones: *Activa*, *Pendiente* y *Resuelto*, pero no tiene un estado que signifique que el problema está siendo corregido en estos momentos, por ejemplo un valor *En proceso* se le permita al Administrador saber cuales alarmas ya estan siendo revisadas y cuales necesitan atención.

4.3.1.1. Cambios Realizados

Para el primero de los cambios se incluyeron los nombres de los camiones en la vista del mapa:

EXTRAPOLACIÓN DE TECNOLOGÍAS Y PRÁCTICAS MINERAS EN EL DESARROLLO DE UN FLEET MANAGER SYSTEM PARA PYMES

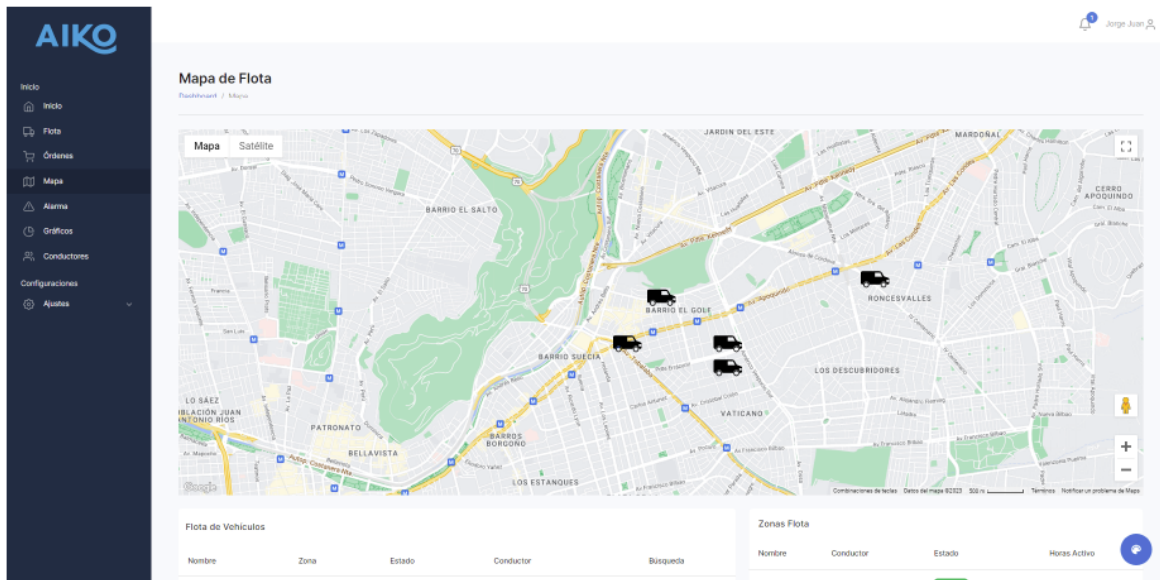


Figura 10: Vista Mapa Previamente.
Fuente: Elaboración propia.

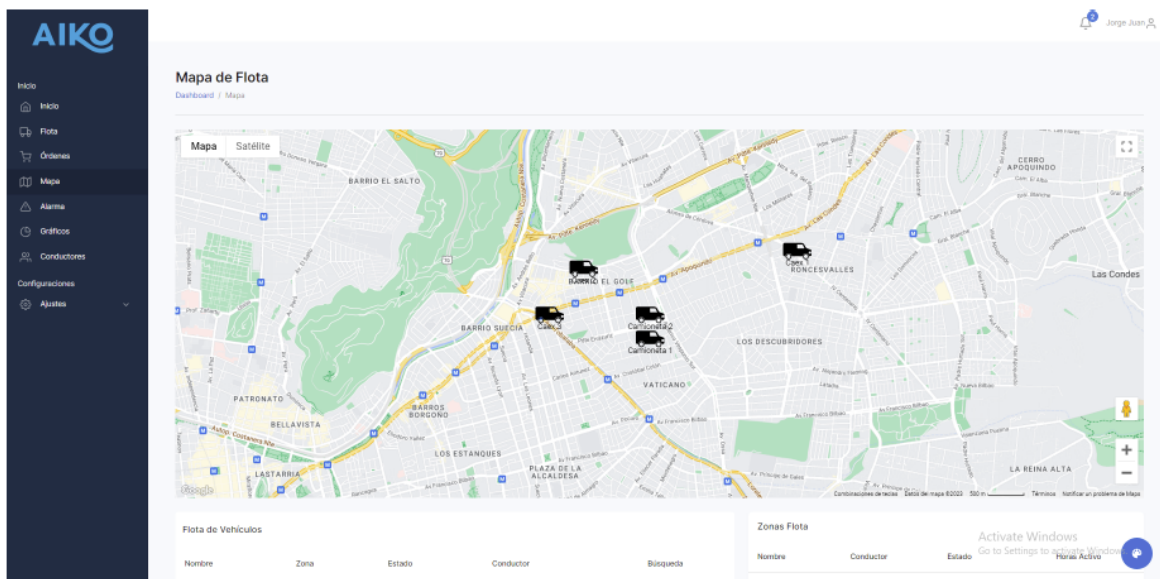


Figura 11: Nueva Vista Mapa.
Fuente: Elaboración propia.

El cambio realizado en esta vista relativamente pequeño pero ayuda a que los Administradores puedan encontrar un vehículo con mayor facilidad ahora que los nombres estan desplegados en la vista y no tiene que pasar el mouse por sobre los iconos.

EXTRAPOLACIÓN DE TECNOLOGÍAS Y PRÁCTICAS MINERAS EN EL DESARROLLO DE UN FLEET MANAGER SYSTEM PARA PYMES

El segundo cambio a realizar fue el de cambiar la vista del gráfico, esto incluye el idioma del gráfico, ordenar el tipo de datos por orden alfabético.

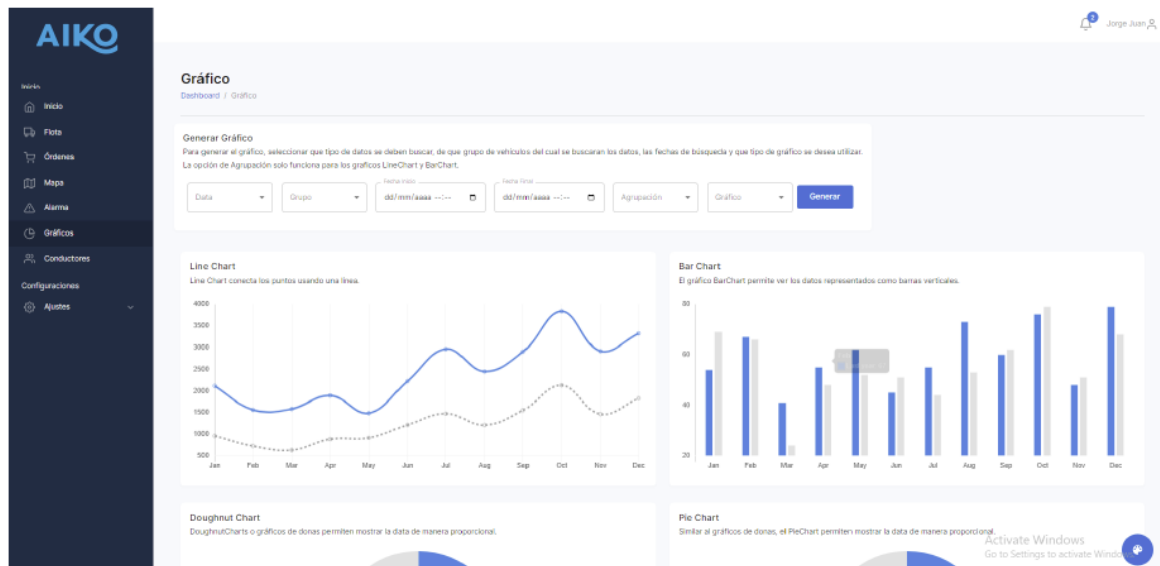


Figura 12: Vista Gráfico Previamente.
Fuente: Elaboración propia.

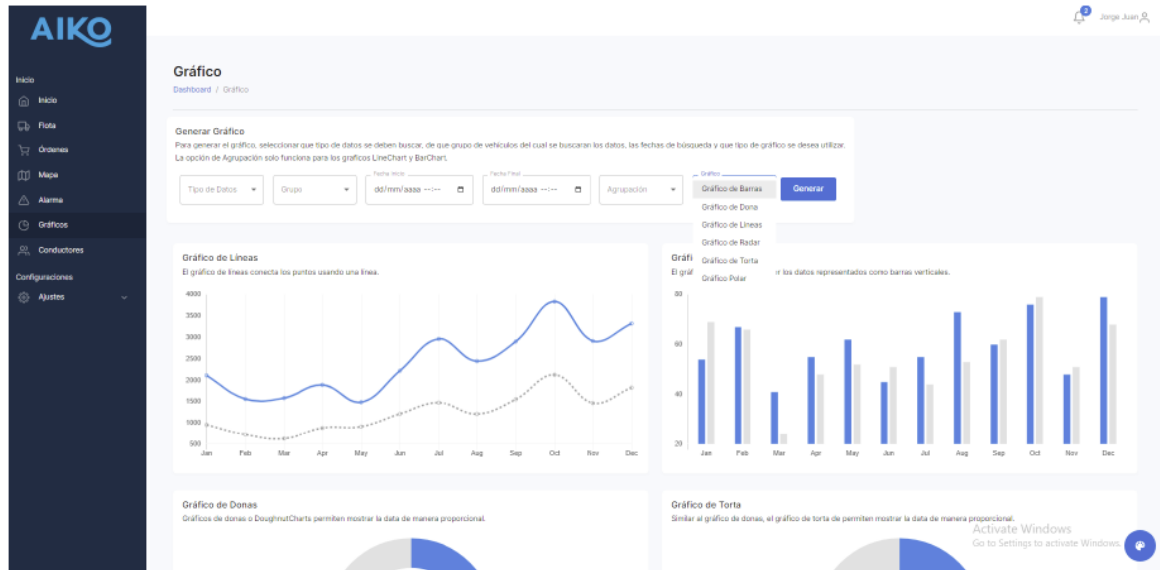


Figura 13: Nueva Vista Gráfico.
Fuente: Elaboración propia.

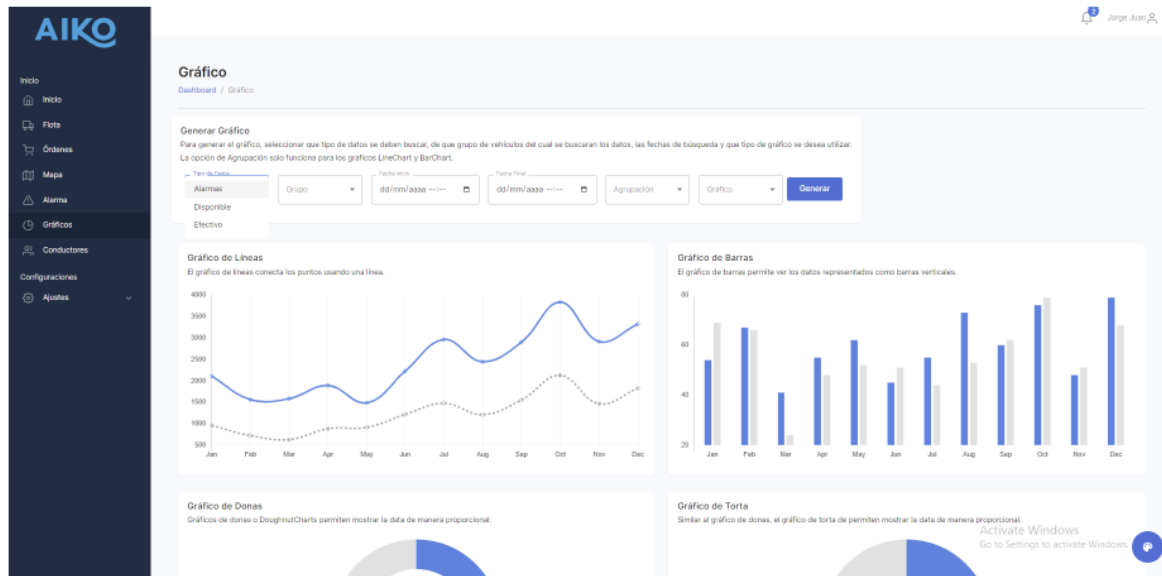


Figura 14: Tipo de datos en nueva Vista Gráfico.
Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar se realizaron cambios en el idioma utilizado en la opción de gráficos, también se cambio el orden de la opciones para que sean en orden alfabético.

También se notó que la opción de grupos era algo confusa ya que no aparecía previamente en la vista del gráfico o en los detalles del vehículo, es por esto que se decidió agregar el campo *Grupo* a ambas vistas para que tuviera más sentido con los usuarios.

EXTRAPOLACIÓN DE TECNOLOGÍAS Y PRÁCTICAS MINERAS EN EL DESARROLLO DE UN FLEET MANAGER SYSTEM PARA PYMES

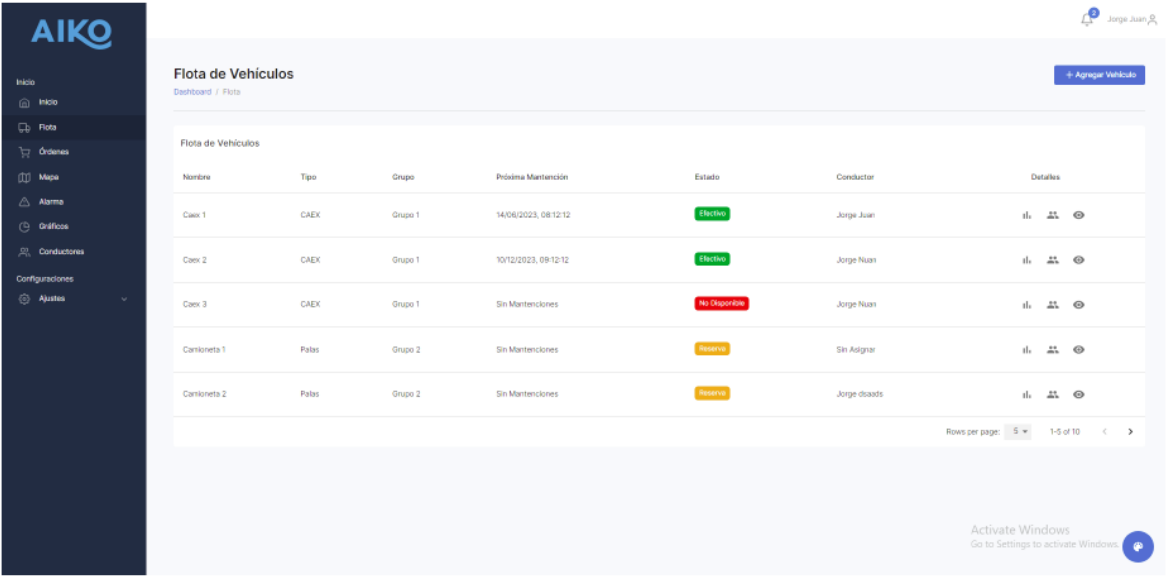


Figura 15: Nueva Vista Flota.
Fuente: Elaboración propia.

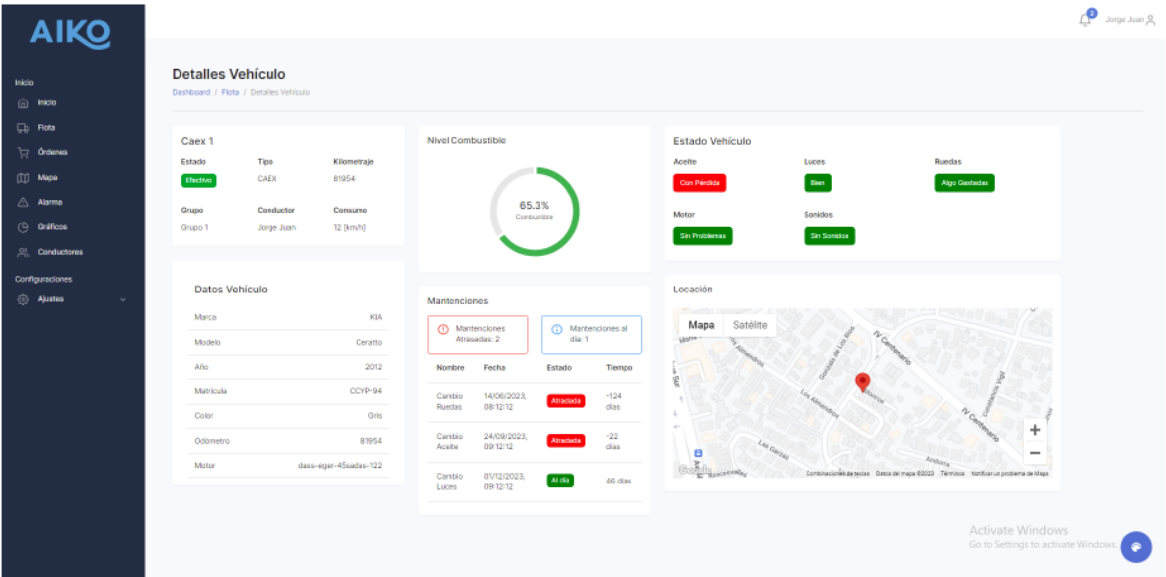
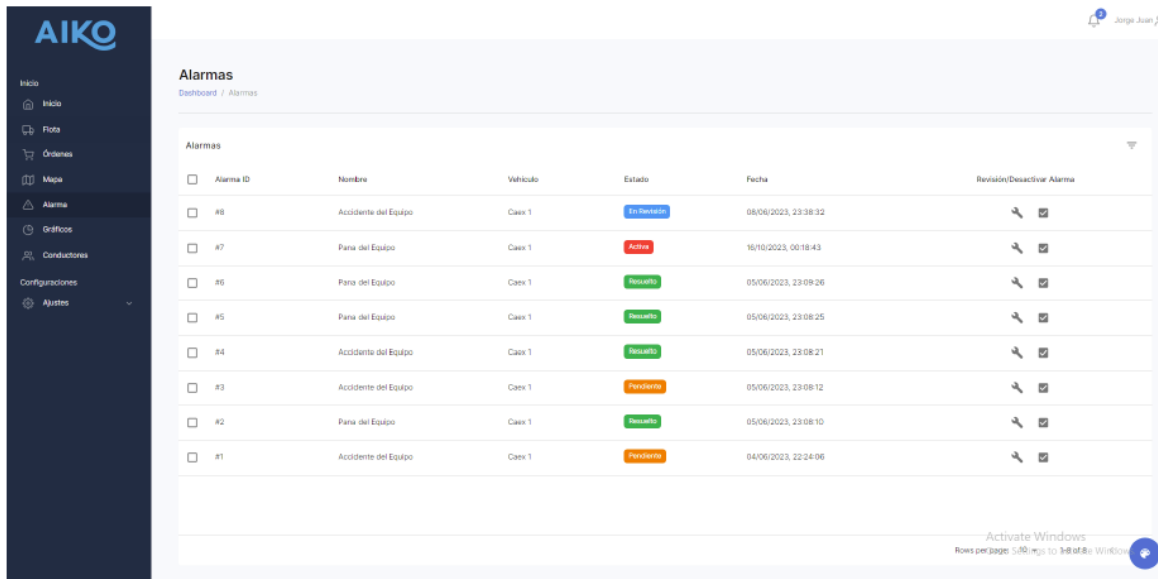


Figura 16: Nueva Vista Detalles Vehículo.
Fuente: Elaboración propia.

La idea detrás de estos cambios es que el usuario tenga un mayor entendimiento de cada opción que el gráfico tiene y así poder generar los KPI mejor informado de lo que está solicitando.

Por último, se agregó el estado *En Revisión* a las alarmas, esto le permite al usuario Administrador con mayor facilidad cuales alarmas estan siendo revisadas y cuales aún no. De igual manera, me agregó un botón en la vista *Alarmas* para que el Administrador pueda marcar una alarma como *En Revisión*. Este estado dura 24 horas una vez que el Administrador marca la alarma, posterior a eso, la alarma vuelve a estado *Pendiente*.



Alarma ID	Nombre	Vehículo	Estado	Fecha	Revisión/Desactivar Alarma
#8	Accidente del Equipo	Caja 1	En Revisión	08/06/2023, 23:38:32	 
#7	Pera del Equipo	Caja 1	Activa	16/10/2023, 00:18:43	 
#6	Pera del Equipo	Caja 1	Resuelto	05/06/2023, 23:09:26	 
#5	Pera del Equipo	Caja 1	Resuelto	05/06/2023, 23:08:25	 
#4	Accidente del Equipo	Caja 1	Resuelto	05/06/2023, 23:08:21	 
#3	Accidente del Equipo	Caja 1	Pendiente	05/06/2023, 23:08:12	 
#2	Pera del Equipo	Caja 1	Resuelto	05/06/2023, 23:08:10	 
#1	Accidente del Equipo	Caja 1	Pendiente	04/06/2023, 22:24:06	 

Figura 17: Nueva Vista Alarmas.
Fuente: Elaboración propia.

4.3.2. Aplicación FMS

Para la validación de la aplicación, se entrevistó a 3 usuarios, los cuales se les pidió confirmar que tienen licencia de conducir tipo B, por temas de privacidad los datos personales de los usuarios no serán revelados y se les conocerá como Usuario 1, 2 y 3:

Nombre	Edad	Genero	Años con licencia
Usuario 1	59	Femenino	40
Usuario 2	23	Masculino	2
Usuario 3	26	Masculino	6

Tabla 13: Usuarios Validación Aplicación FMS, Elaboración propia

Los resultados obtenidos por los usuarios fueron los siguientes:

Usuario	Tarea 1	Tarea 2	Tarea 3
Usuario 1	Completado	Completado	Completado
Usuario 2	Completado	Completado	Completado
Usuario 3	Completado	Completado	Completado

Tabla 14: Resultados Validación Aplicación FMS, Elaboración propia

Todos los usuarios lograron resolver las 3 tareas sin ayuda alguna y con relativa facilidad, esto era esperable ya que el desarrollo de la aplicación intenta evitar que el usuario quite los ojos del camino lo más posible, preferentemente en su totalidad, por lo que se buscó tener un desarrollo sencillo y lineal que no desconcentre al Conductor.

Los tiempos en los cuales se completaron las tareas fueron:

Usuario	Tarea 1 [min]	Tarea 2 [min]	Tarea 3 [min]	Tiempo Total [min]
Usuario 1	0:39	0:36	1:07	2:22
Usuario 2	0:13	0:32	0:40	1:25
Usuario 3	0:23	0:32	0:56	1:51
Promedio	0:25	0:33	0:54	1:52

Tabla 15: Tiempos Resultados Validación Aplicación FMS, Elaboración propia

Las tareas fueron completadas en tiempos bastante rápidos, especialmente para usuarios que nunca antes habían visto la aplicación, es correcto asumir que con un poco de práctica y ya conociendo la aplicación, estos tiempos disminuirían aun más.

La razón por la cual se eligieron las tareas de iniciar jornada, cambiar los estados y reportar una recarga de combustible y terminar la jornada, es porque el sistema en sí no tiene tantas funcionalidades y la funcionalidad de generar alarmas por parte de los conductores se usa de la misma manera que informar cambios de estado.

Una vez realizadas las pruebas, se les preguntó a los usuarios su opinión sobre la aplicación, que partes les pareció más complicado, que partes creen del sistema deberían cambiar y cuales se deberían mantener. Todos los usuarios comentaron que les parecía que los estados estaban muy abajo y tener que bajar para cambiar el estado era incomodo, de igual manera 1 de los usuarios mencionó que no conocía el significado de la palabra *repostaje* y los otros 2 dijeron que asumieron que significaba recarga de combustible, pero que nunca habían escuchado la palabra previo a la validación. Por último, conversando con los usuarios, uno de ellos mencionó que le parecía extraño que al iniciar la jornada, el vehículo no tuviera un estado inicial, lo cual tiene sentido ya que un vehículo estacionado que esta en condiciones de ser utilizado en cualquier es la definición del estado *Reserva*. Considerando todos los comentarios realizados los usuarios y las conversaciones posteriores a la validación, se decidieron realizar 3

cambios a la aplicación del FMS, el primero de ellos fue subir los estados a la parte superior de la barra para que los Conductores tuvieran mejor acceso al cambio de estado, el segundo fue cambiar el nombre de la opción *Reportar Repostaje* a *Reportar Recarga de Combustible* para que fuera mas fácil de entender y por último se hizo un cambio en el cual cuando el usuario inicia o termina la jornada, se cambia el estado del vehículo a *Reserva* de manera automática.

4.3.2.1. Cambios Realizados

Para el primero de los cambios se incluyeron los nombres de los camiones en la vista del mapa:

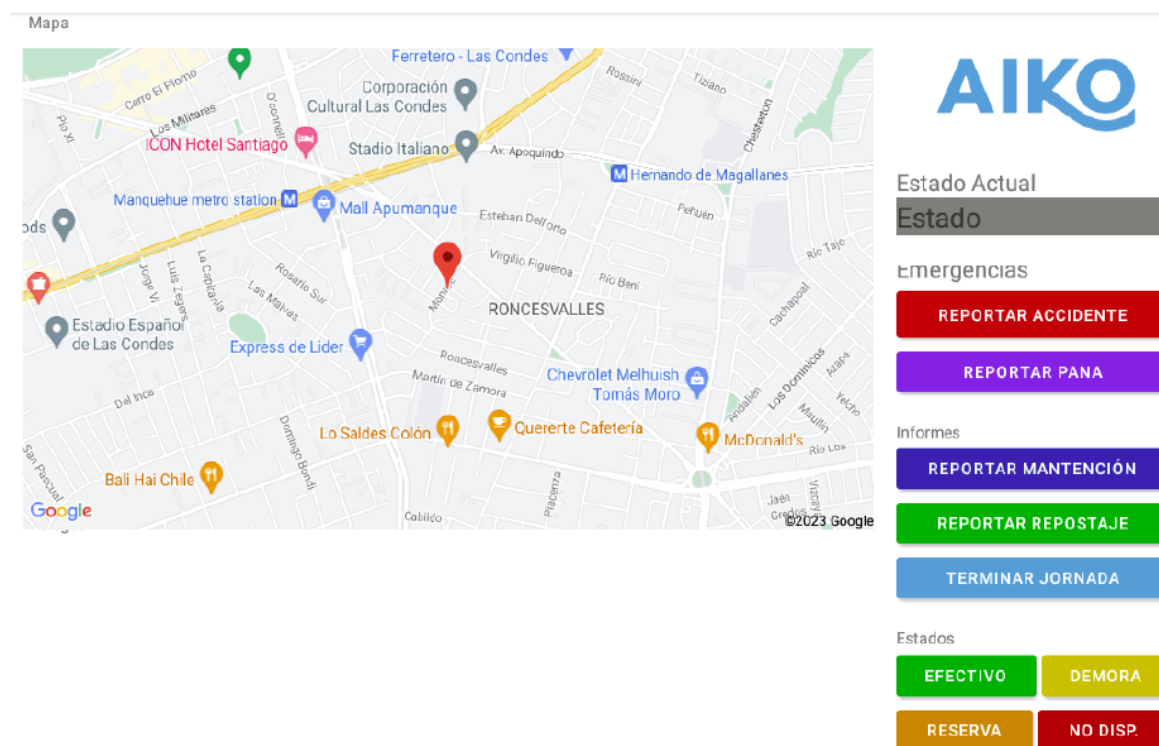


Figura 18: Vista Jornada Previamente.
Fuente: Elaboración propia.

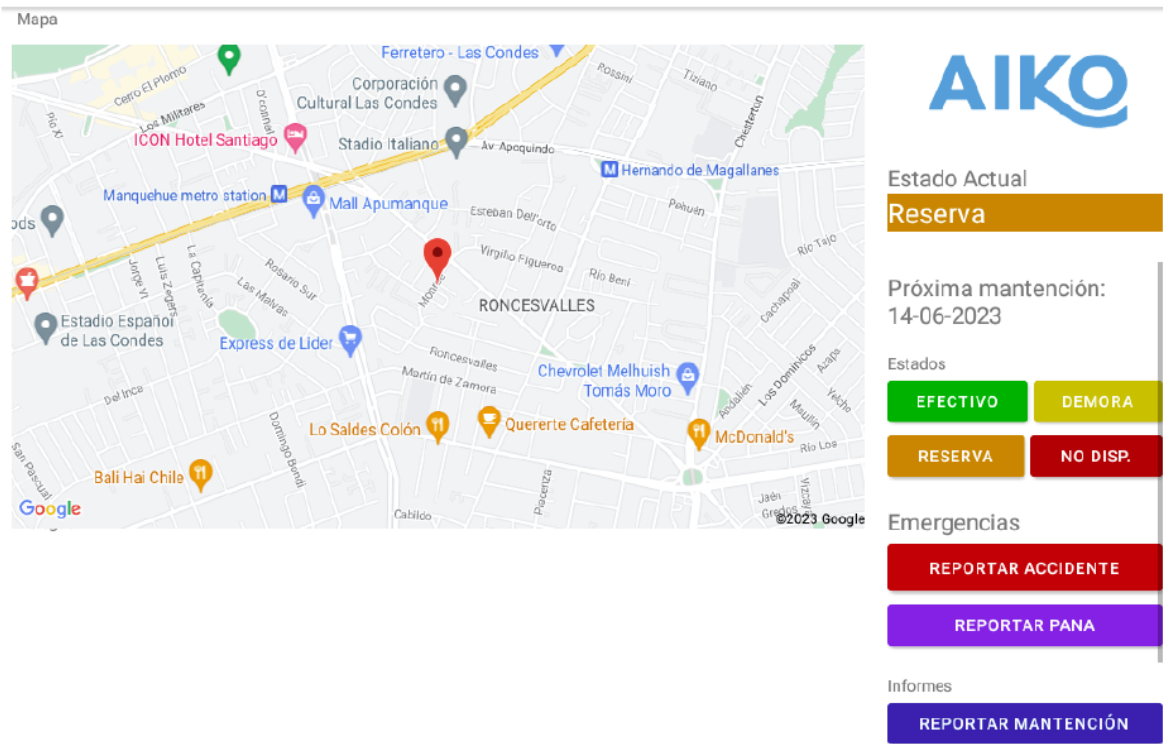


Figura 19: Parte Superior Nueva Vista Jornada.
Fuente: Elaboración propia.

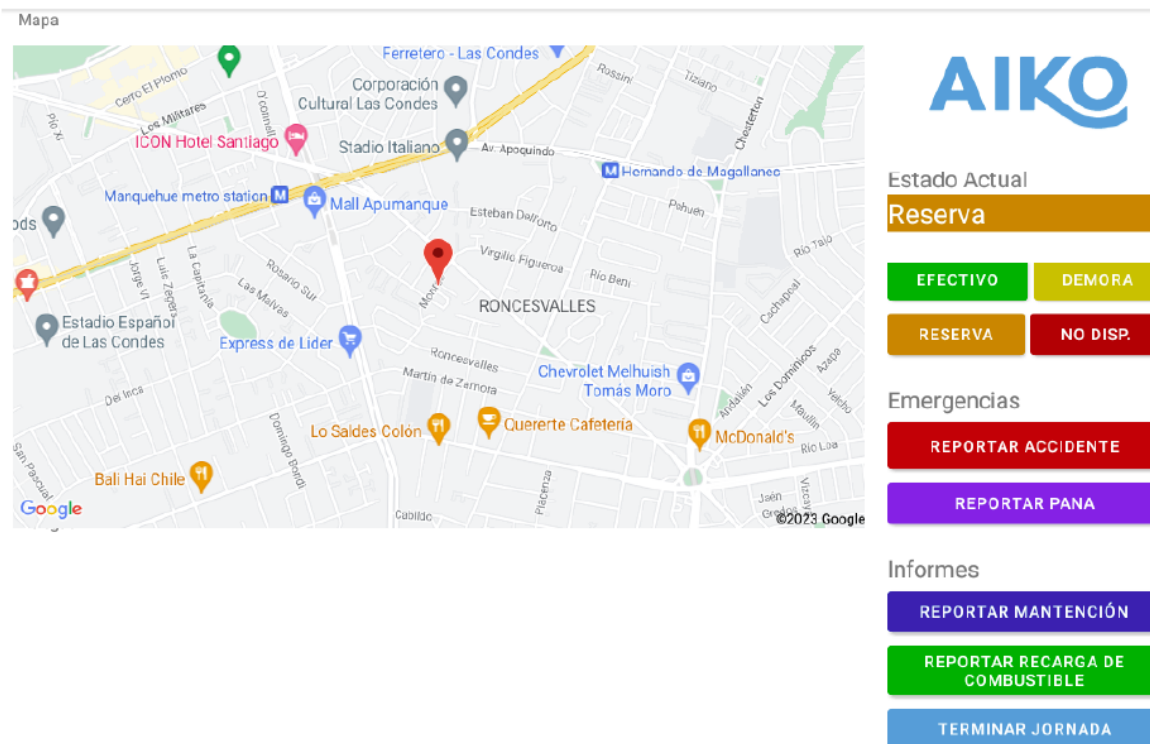


Figura 20: Parte Inferior Nueva Vista Jornada.
Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar, en la vista jornada nueva, ahora los estados se encuentran en la parte superior, debajo del *Estado Actual* y la jornada empieza con el vehículo en estado *Reserva*. De igual manera, en la figura 20, el botón verde ahora dice *Reportar Recarga de Combustible* para disminuir las posibles confusiones de los Conductores.

Las vistas de inicio y final de jornada no tuvieron cambios algunos ya que durante la validación ningún usuario tuvo problemas con estas.

Inicio de Jornada

Kilometraje Actual

¿Pérdida de Aceite?

¿Luces Rotas?

¿Sonidos Raros?

Estado Ruedas

Operator

☐ Si ☐ No

☐ Si ☐ No

☐ Entiendo y acepto las posibles condiciones que puedan ocurrir si se llegara a demostrar que mentí en esta verificación de inicio de jornada.

Figura 21: Formulario Inicio Jornada.
Fuente: Elaboración propia.

Final de Jornada

Kilometraje Actual

¿Pérdida de Aceite?

¿Lucas Rotas?

¿Soridos Raros?

¿Hubo problemas con el Motor?

Operator

Ejemplo: 8

☐ Si ☐ No

☐ Entiendo y acepto las posibles condiciones que puedan ocurrir si se llegara a demostrar que mentí en esta verificación de final de jornada.

Figura 22: Formulario Final Jornada.
Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en estas vistas, a los usuarios se les solicita ingresar información sobre el estado del vehículo el cual conducen, para de esta manera se puede llevar un registro del kilometraje de auto y detectar posibles problemas con el vehículo de forma rápida.

4.4. Detalles Desarrollo

Lamentablemente, por situaciones relacionadas a la carga de trabajo y a las prioridades de la empresa, el desarrollo del uso de sensor conector a un dispositivo móvil no pudo desarrollarse. La empresa Aiko Logic posee sensores que son utilizados para medir la temperatura y niveles de combustible de los camiones mineros, pero estos estan conectados a un computador auxiliar que alimenta los sensores y recibe el cálculo del nivel de combustible obtenido por el sensor.

Debido a esta razón, la tarea de recopilación de datos enviados solo recibe, al momento de escribir este informe, la velocidad en la cual el vehículo se está movilizandoy un estimado de su nivel de combustible dados los kilometros recorridos por el vehículo desde el último repostaje, su consumo estimado y el volumen del estanque de combustible.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES

En este trabajo se buscó automatizar el proceso de seguimiento de flotas y mantención de vehículos de acuerdo a las necesidades de las Pymes, utilizando las prácticas y tecnologías de las mineras. Para ello primero se investigaron necesidades y problemas que enfrentan las Pymes, especialmente aquellas que están recién empezando, posteriormente se revisaron algunas ofertas de sistemas de monitoreo de flota actuales, lo que ofrecen y sus precios. El sistema combina prácticas mineras como el uso de estados Asarco, la generación de alarmas y notificaciones, el uso de sensores y generación de reporte en una aplicación para las Pymes.

Gracias a estas tecnologías, una empresa puede monitorear el estado de los vehículos en tiempo real, detectar irregularidades con el uso de los vehículos, sus mantenciones y repostajes, al igual que revisar los datos históricos y generando reportes en caso que los usuarios los soliciten, todo esto utilizando y adaptando técnicas de la minería. Es por esta razón que el trabajo se puede considerar como exitoso ya que una vez identificadas las necesidades de las Pymes, estas se abordan utilizando técnicas de control de flota propias de las mineras.

Todos los datos que almacenados por el sistema gracias a los checklist y sensores, permiten en un futuro utilizar redes neuronales para poder predecir cuando realizar mantenciones a los vehículos y así seguir optimizando los tiempos en los que los equipos de encontrarán fuera de servicio por mantenciones programadas.

La investigación y comparación de las necesidades de las Pymes y mineras dejó en claro que ambas tienen problemas relativamente similares, las diferencias se encuentran que las soluciones desarrolladas para la minería tienen a ser mucho más minuciosas en sus requerimientos, suelen optimizar el tiempo que un vehículo está operativo haciendo recargas cuando los camiones llegan a cierto nivel de combustible o en algunos casos aprovechando momentos que el camión no se encuentre activo, también realizando cálculos en los niveles de material que los camiones de transporte para evitar sobrecargas que puedan llevar a accidentes. Todas estas precauciones tomadas por las mineras se deben a que los equipos son extremadamente caros y las pérdidas que un accidente puede causar son millonarias. En el caso de las Pymes las pérdidas suelen ser mucho menores por lo que los empleadores en ocasiones toman medidas menos estrictas o prestan menos atención a detalles que a la larga pueden transformarse en factores de riesgo para la empresa y que incluso pueden generar grandes pérdidas, un ejemplo de esto sería un empleado que mal utilice fondos o abuse del equipamiento entregado por la empresa.

Este trabajo posee desarrollos pendientes que no se pudieron realizar por los

tiempos y las prioridades de la empresa, los desarrollos pendientes en cuestión son la conexión de los sensores con los dispositivos y el sistema de comunicación lora entre vehículos. Es importante mencionar que este trabajo tiene un gran desafío a superar como lo serían las pruebas en entornos reales, idealmente estos serían múltiples entornos, por ejemplo desplegar una flota de vehículos dentro de una ciudad o una flotas de camiones que realice viajes a lo largo del país, especialmente en zonas donde la conectividad no sea la ideal para poder medir la efectividad del sistema Lora. Otro desarrollo que quedó pendiente fue el de las órdenes y entregas, la razón detrás de la decisión fue que no todas las empresas hacen uso de órdenes de entregar, por lo que a este desarrollo se le dió una prioridad menor que a los otros desarrollos.

Este trabajo posee desarrollos pendientes que no se pudieron realizar por los tiempos y las prioridades de la empresa, los desarrollos pendientes en cuestión son la conexión de los sensores con los dispositivos y el sistema de comunicación Lora entre vehículos. Es importante mencionar que este trabajo tiene un gran desafío a superar como lo serían las pruebas en diferentes entornos, por ejemplo desplegar una flota de vehículos dentro de múltiples ciudades pequeñas o una flotas de camiones que realice viajes a lo largo del país, especialmente en zonas donde la conectividad no sea la ideal para poder medir la efectividad del sistema Lora. Lamentablemente solo se pudieron realizar pruebas dentro de Santiago, una zona con nivel de conectividad más alto que el resto de Chile, especialmente las zonas rurales[14], lo ideal hubiera sido probar como el sistema se comportaba fuera de la capital para así poder detectar posibles problemas con el sistema.

Otro desarrollo que quedó pendiente fue el de las órdenes y entregas, la razón detrás de la decisión fue que no todas las empresas hacen uso de órdenes de entregar, por lo que a este desarrollo se le dió una prioridad menor que a los otros desarrollos.

Incluso a terminar los desarrollos pendientes, con sus respectivas validaciones, se puede hacer el argumento de que existen más tecnologías y prácticas que pueden ser implementadas dentro del FMS para seguir apoyando a las Pymes, por ejemplo el uso de cámaras que apunten hacia dentro y fuera del vehículo para poder tener registros audiovisual en caso que se produzcan accidentes. El problema con esto es que mientras más desarrollada este una aplicación, más alto es su costo, y si este sube demasiado, puede volverse un sistema que se encontraría fuera del alcance de las Pymes. También hay que tener en cuenta que colocar cámaras que apunten dentro de los automoviles puede hacer que algunos conductores se sientan incómodos por la invasión a su privacidad, negándose a ser participe de tales prácticas. Al final del día, mientras mas monitoreo tenga un vehículo, ya sea por el exterior o interior, menor será la privacidad del que lo conduce y esto puede causar problemas entre el empleador y los empleados.

Como conclusión final, el sistema de monitoreo de flotas puede ayudar a las Pymes a reducir gastos, ya sea optimizando el uso de combustible o calendarizando las

mantenciones, pero lamentablemente es difícil de comprobar el efecto de un sistema en una organización, el hecho que una empresa sufra problemas económicos que la lleven a la bancarrota puede no estar relacionado con el manejo de la flota, de igual manera una empresa que posea un alza significativa en sus ganancias posterior a la implementación del FMS no puede considerar el monitoreo de la flota como la única razón detrás del éxito de la empresa, existe una gran cantidad de variantes, tanto internas como externas que pueden llevar a una empresa al éxito o a la bancarrota. El objetivo del FMS es disminuir gastos innecesarios que una empresa pueda sufrir por el mal uso de los equipos y que en caso de que ocurran accidentes o fallos en los vehículos, estos puedan ser solucionados lo antes posible.

Crear una empresa es un riesgo el cual mucha gente toma año a año, pero que lamentablemente muy pocos logran superar, el deber de un ingeniero es crear soluciones a problemas y con el desarrollo del FMS se espera poder ayudar a las personas que deseen comenzar un emprendimiento y quizás ayudarlos a superar el “Valle de la muerte” en el cual lamentablemente muchas empresas terminan año a año.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Unidad de Estudios. Informe de resultados: Empleos. *Ministerio de Economía*, page 5, 2018.
- [2] Gobierno de Chile. ¿qué es una pyme en chile? *Subsecretaría de Relaciones Económicas Internacionales*, 2022.
- [3] Eduardo Jimenez Pamela Arellano. Dinámica empresarial. *Ministerio de Economía*, page 3, 2014.
- [4] Oscar Riquelme Salinas Miska Diban Hollstein. Identificación y análisis de las principales problemáticas de las mipymes en chile. *Universidad de Chile*, pages 54–57, 2015.
- [5] German Echeopar Roberto Musso. El valle de la muerte. page XIII, 2012.
- [6] German Echeopar Roberto Musso. El valle de la muerte. pages 13–16, 2012.
- [7] Unidad de Estudios División Política Comercial e Industrial. Análisis descriptivo del impacto de la pandemia sobre las empresas en chile. pages 2–6, 2021.
- [8] Comisión Chilena del Cobre. Proyección de la producción de cobreen chile 2018 2029. pages 30–34, 2018.
- [9] División de Política Comercial e Idustrial. Informe de resultados: Empresas de chile. *Ministerio de Economía*, pages 4–13, 2017.
- [10] Cámara de Comercio de Santiago. ecommerce b2c en chile. *Pontificia Universidad Católica de Chile*, pages 2–16, 2017.
- [11] Ken Schwaber and Jeff Sutherland. La guía de scrum. 2013.
- [12] Jakob Nielsen. Ten usability heuristics. 2005.
- [13] Jacob Nielsen. Usability engineering. *Journal of XYZ*, 12(3):165–206, 1993.
- [14] Ministerio de Transporte Y Telecomunicaciones. Programa nuevo 2023: Fondo desarrollo de las telecomunicaciones: Proyectos de "internet fijo hogar", 2023. Disponible en: https://www.dipres.gob.cl/597/articles-285562_doc_pdf1.pdf.