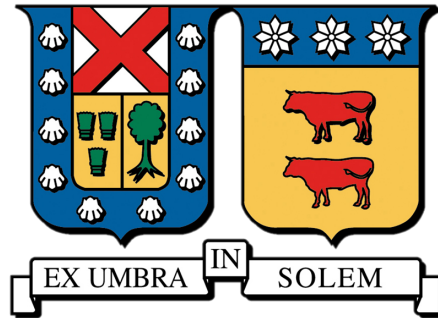


UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA
VALPARAÍSO - CHILE



**“DESARROLLO DE UN SISTEMA DE CONTROL Y
SEGUIMIENTO PARA CAMIONES CON
TRANSPORTE DE CARGA”**

BRYAN FABRICIO ROSALES MORALES

**MEMORIA DE TITULACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO
CIVIL TELEMÁTICO**

PROFESOR GUÍA:

NICOLÁS JARA

PROFESOR CO REFERENTE:

MARCOS ZUÑIGA

SEPTIEMBRE 2022

Agradecimientos

Dedicado a mi MAMI, a mi MANJARCITA, a mi GATO y a la CREW.

Resumen

En la actualidad se mueven millones de toneladas de carga mediante el transporte terrestre en todo el mundo, siendo clave en economías en vías de desarrollo. En Chile más de 18 mil empresas se dedican al transporte de carga por carretera y así mismo se estima 3 siniestralidades relacionadas con robos al día. Por lo cual la seguridad de nuestra logística es de suma importancia para el desarrollo económico del país.

En este trabajo se diseña y desarrolla un sistema que permita a distintas empresas planificar y dar seguimiento a sus cargamentos mientras estos son transportados de un punto a otro. Facilitando y centralizando la información, se entrega control de los viajes y se permite un rápido accionar en caso de eventualidades en ruta.

Se propone la creación de 3 servicios claves que dan vida al sistema, siendo una Aplicación Web, una Aplicación Móvil, y un dispositivo bautizado Aplicativo, que acompaña al camión. Centralizando la información en un servidor directamente ligado a la Aplicación Web, se espera contar con un completo control de la ubicación de la carga mientras es transportada.

La Aplicación Web está pensada y destinada a la administración de la empresa, dado que es donde se registraran los puntos de carga/descarga, los vehículos y empleados de una empresa, los viajes que se realizarán, además de la visualización de los viajes en ruta. Es decir, manejará la información más delicada.

Por otro lado, la Aplicación Móvil está pensada y diseñada para los choferes de camiones de las empresas, a la cual se tendrá acceso exclusivo a los choferes previamente registrados en la Plataforma Web. En ella los conductores tendrán acceso a sus itinerarios y darán vida al sistema iniciando, alertando y finalizando los viajes a los cuales han sido asignados, entregando su ubicación en todo momento.

Finalmente, el Aplicativo está pensado y diseñado para acompañar al vehículo de carga. Se trata de un dispositivo IoT con un sensor GPS, el cual tendrá comunicación con el servidor a través de un módulo 3G y cuenta con una arquitectura pensada para agregar más sensores a futuro.

Glosario

CSV: Tipo de documento en formato abierto sencillo para representar datos en forma de tabla, en las que las columnas se separan por comas y las filas por saltos de línea.

HTML: Lenguaje de marcado de hipertexto, que le permite al usuario crear y estructurar secciones, párrafos, encabezados, enlaces y elementos de cita en bloque para páginas web y aplicaciones.

JSX: Es una extensión de JavaScript creada por Facebook para el uso con su librería React.

MVC: Es un patrón de arquitectura de software, que separa los datos y principalmente lo que es la lógica de negocio de una aplicación, de su representación y el módulo encargado de gestionar los eventos y las comunicaciones.

Python: Lenguaje de programación interpretado cuya filosofía hace hincapié en la legibilidad de su código.

WSGI: Es una convención de llamada simple para que los servidores web reenvíen solicitudes a aplicaciones web o marcos escritos en el lenguaje de programación Python.

Multiparadigma: La Programación Multi-paradigma es una práctica que emerge como resultado de la coexistencia de los paradigmas orientado a objetos, procedural, declarativo y funcional, buscando mejorar la producción en el desarrollo de proyectos.

SQL: Es un lenguaje de dominio específico utilizado en programación, diseñado para administrar, y recuperar información de sistemas de gestión de bases de datos relacionales.

NoSQL: Es una amplia clase de sistemas de gestión de bases de datos que difieren del modelo clásico de SGBDR en aspectos importantes, siendo el más destacado que no usan SQL como lenguaje principal de consultas.

API: Conjunto de subrutinas, funciones y procedimientos que ofrece cierta biblioteca para ser utilizada por otro software como una capa de abstracción.

ORM: Es una técnica de programación para convertir datos entre el sistema de tipos

utilizado en un lenguaje de programación orientado a objetos y la utilización de una base de datos relacional como motor de persistencia.

HTTP: Protocolo de comunicación que permite las transferencias de información a través de archivos en la World Wide Web.

API REST: La transferencia de estado representacional o REST es un estilo de arquitectura de software para sistemas hipermedia distribuidos.

JSON: Es un formato de texto sencillo para el intercambio de datos.

JWT: Es un estándar abierto basado en JSON propuesto por IETF para la creación de tokens de acceso que permiten la propagación de identidad y privilegios.

Acrónimos

BD: Base de Datos

NaN: Not a Number

N/A: Not Available

csv: comma-separated values

HTML: HyperText Markup Language

MVC: Model View Controller

SQL: Structured Query Language

SGBD: Sistema de Gestión de Bases de Datos

API: Application Programming Interface

REST: Representational State Transfer

ORM: Object Relation Mapper

JSON: JavaScript Object Notation

JWT: JSON Web Token

HTTP: Hypertext Transfer Protocol

Índice de figuras

2.1. Resumen internacional. Fuente: BSI & TT Club, Cargo Theft Report, 2021.	12
2.2. Progreso logístico en Brasil. Fuente: ABRALOG.	15
2.3. Distribución del total de vehículos según tipo. Fuente: INE.	16
2.4. Distribución total de vehículos según años de antigüedad. Fuente: INE	16
2.5. Distribución total de vehículos según carga útil. Fuente: INE.	17
2.6. Distribución de vehículos por empresa. Fuente: Observatorio logístico	17
2.7. Cuentas Nacionales 2021: Banco Central.	19
2.8. Campaña para contribuir a la protección y seguridad del transporte de carga. Fuente: Novologística.	21
2.9. Gráfico de robos por región. Fuente: PDI, 2021	28
2.10. Gráfico de focos de robos por región. Fuente: PDI, 2021	29
3.1. Lenguajes de programación más usados en 2021. Fuente: Stack Overflow	52
3.2. Comparativa basándose en el DOM. Fuente: Openinnova	55
3.3. Frameworks más populares en 2021. Fuente: Stack Overflow	56
3.4. Frameworks más queridos en 2021. Fuente: Stack Overflow	56
3.5. Bases de datos más populares en 2021. Fuente: Stack Overflow	58
3.6. Servicios en la nube más populares en 2021. Fuente: Stack Overflow . .	63
3.7. Arquitectura del sistema general de SafeTrip.	65
3.8. Diagrama de la base de datos de SafeTrip.	66
3.9. Diagrama de navegación general plataforma web.	71

3.10. Flujo “registro de empresa”.	72
3.11. Flujo “registro de administrador de empresa”.	73
3.12. Flujo “Planificar un viaje”.	74
3.13. Diagrama de navegación general Aplicación móvil.	75
3.14. Flujo “Iniciar un viaje”.	76
3.15. Flujo “Emitir un evento”.	77
3.16. Diagrama de navegación general Aplicativo.	79
3.17. Flujo “Envío de coordenadas”.	80
4.1. Acceso a la plataforma Web.	84
4.2. Home para Administrador General.	84
4.3. Lista de Empresas.	85
4.4. Formulario Registro de Empresa.	85
4.5. Correcto Registro de Empresa.	85
4.6. Lista de Administradores.	86
4.7. Formulario Registro de Administrador.	86
4.8. Correcto Registro de Administrador.	87
4.9. Registro de lugar de carga y descarga.	87
4.10. Formulario para planificar un viaje Parte 1.	88
4.11. Formulario para planificar un viaje Parte 2.	88
4.12. Formulario para planificar un viaje Parte 3.	89
4.13. Error en planificar un viaje.	89
4.14. Home con viaje en ruta, GPS Choferes.	90
4.15. Home con viaje en ruta, GPS Camiones.	90
4.16. Flujo de acceso a la plataforma.	91
4.17. Flujo de iniciar un viaje parte 1.	92
4.18. Flujo de iniciar un viaje parte 2.	93
4.19. Flujo emitir alerta.	94

Índice general

1. Introducción	7
1.1. Objetivos	9
1.1.1. Objetivo General	9
1.1.2. Objetivos Específicos	9
2. Marco Teórico	11
2.1. Antecedentes	12
2.1.1. Comportamiento de la Industria de carga terrestre en Latinoaméri- ca	13
2.1.2. Comportamiento de la Industria de carga terrestre en Chile. . .	15
2.2. Bases Teóricas	19
2.2.1. Transporte de carga en camiones.	19
2.2.2. Robo de Transporte de Carga	26
2.2.3. Estado del arte	32
2.2.4. Discusión	34
2.3. Marco Conceptual	36
2.3.1. Conceptos del transporte de Carga en Camiones	36
2.3.2. Conceptos de Herramientas de Comunicación	37
2.3.3. Conceptos de las Aplicaciones	39
3. Desarrollo de la solución	43
3.1. Análisis de requerimientos	44

3.1.1.	Requisitos Funcionales del Sistema General	44
3.1.2.	Requisitos Funcionales Específicos por Plataforma	46
3.1.3.	Requisitos no Funcionales del Sistema General	48
3.1.4.	Requisitos no Funcionales Específicos por Plataforma	49
3.2.	Elección de tecnologías para desarrollar la solución	51
3.2.1.	Ambiente de desarrollo del sistema	51
3.2.2.	Tecnologías Plataforma Web	54
3.2.3.	Tecnologías Aplicación móvil	60
3.2.4.	Tecnologías Aplicativo del Camión	61
3.2.5.	Servicios Ambiente de Pre-Producción	63
3.3.	Definición de la Arquitectura del Sistema General	65
3.3.1.	Arquitectura general del sistema	65
3.3.2.	Modelo de base de datos	65
3.4.	Esquema de la Plataforma Web	71
3.4.1.	Diagrama de navegación general	71
3.4.2.	Diagramas de flujos específicos	72
3.5.	Esquema de la Plataforma Móvil	75
3.5.1.	Diagrama de navegación general	75
3.5.2.	Diagramas de flujos específicos	76
3.6.	Esquema del Aplicativo para el Camión	79
3.6.1.	Diagrama de navegación general	79
3.6.2.	Diagramas de flujos específicos	80
4.	Resultados	83
4.1.	Plataforma Web	83
4.1.1.	Acceso a la plataforma	84
4.1.2.	Registro de Empresa	84
4.1.3.	Registro de administrador de empresa	86
4.1.4.	Registro de un Punto de Carga y Descarga	87

4.1.5.	Planificar un viaje	88
4.1.6.	Home con viajes en curso	89
4.2.	Plataforma Móvil	91
4.2.1.	Acceso a la plataforma	91
4.2.2.	Iniciar un viaje	92
4.2.3.	Iniciar un viaje	93
4.3.	Aplicativo para el camión	95
5.	Conclusiones y Trabajos futuros	97
5.1.	Trabajos futuros	100

Capítulo 1

Introducción

El transporte de carga es vital para mantener correctamente abastecido cada rincón del planeta, sea cual sea el rubro del que se hable. Al día de hoy existe un constante crecimiento del robo de la carga transportada, el cual afecta directamente la cadena de suministros y genera pérdidas anuales por miles de millones de dólares.

Lamentablemente, Chile no es ajeno a esta problemática, se estima que en nuestro país se roban cerca de tres camiones al día y las pérdidas (sin considerar daños al vehículo) son por un valor total aproximado que fluctúa entre los 70 y 100 millones de pesos. Esto genera retrasos en la entrega de productos y un gran daño a la economía del país.[1]

En Chile, un total de 17.990 empresas se dedicaron al transporte de carga por carretera en el año 2018, con un estimado de 217.173 vehículos utilizados para tales fines. Movilizando cerca de un 90 % de las cargas a lo largo del país, el transporte por camión es una pieza fundamental para la eficiencia de las cadenas logísticas.[2]

Durante la última década, los robos se han incrementado en el eje Santiago, Valparaíso y San Antonio, lugar en donde se centran los mayores puertos del país, como así también los centros de distribución de grandes tiendas y distribuidoras. Las rutas San Antonio-Santiago y Valparaíso-Santiago son las más peligrosas del país, solo ellas concentran cerca del 50 % de los asaltos a camiones, según estima la Confederación

Nacional de Dueños de Camiones de Chile (CNTC). La unión de las tres comunas es conocida como el “Triángulo de Las Bermudas” por los transportistas, haciendo referencia al triángulo que se forma entre la Isla Bermudas, Miami y Puerto Rico, lugar en donde se han perdido aviones y barcos sin dejar rastro alguno.

Debido a esto, las empresas de transporte de carga se han visto obligadas a realizar importantes inversiones en materias de seguridad, donde por ley ya es obligatorio para cada camión de transporte el uso de GPS. Otras empresas, ante la problemática, han ido más allá instalando botones de pánico, bloqueos del camión, sensores de apertura de puertas, etc. Sin embargo, el modus operandis ha ido evolucionando, y se está haciendo uso de un dispositivo llamado Jammer, el cual genera interferencias y bloquea la comunicación, y logra “borrar” del mapa a los vehículos que cuentan con GPS.[3]

Conociendo los antecedentes y la problemática se plantea: ¿Es viable desarrollar un sistema de seguridad que permita evitar o alertar tempranamente robos en el transporte terrestre? ¿Cómo se podría evitar inhibidores de bloqueo de señales como lo son los Jammer?.

El presente trabajo de memoria contempla el desarrollo de un sistema llamado SafeTrip que permite la planificación y el rastreo en ruta del transporte de carga, lo cual ofrece una solución parcial a la gran problemática presentada. SafeTrip como sistema cuenta con una aplicación web destinada a la administración de una empresa de transportes y una app móvil destinada al uso de los conductores de camiones.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo General

Desarrollar un sistema con una arquitectura robusta que permita la integración de una plataforma web como servidor central, una app móvil para uso del conductor y un dispositivo IoT ubicado en el camión. Todo esto para lograr entregar un mayor control de la ubicación/estado de las cargas transportadas en camiones, mejorar el accionar y facilitar la toma de decisiones de las empresas.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Evaluar, planificar y definir herramientas a utilizar para desarrollo de la arquitectura del sistema.
- Desarrollo del servidor con una BD apta para los distintos usos que tendrá.
- Desarrollo de aplicación e interfaz web para uso de usuarios administradores.
- Desarrollo de aplicación e interfaz móvil para uso de usuarios conductores.
- Desarrollo de sistema IoT apto para uso e instalación desde los camiones.
- Lograr correcto funcionamiento en conjunto los distintos elementos del sistema.

Capítulo 2

Marco Teórico

Desde los inicios de la Humanidad siempre fue una tarea muy complicada el desplazar nuestros bienes desde un punto a otro. Estas dificultades nacen porque, el traslado de distintos elementos de valor estuvo y está sujeto a riesgos y peligros. Al estar los bienes en su sitio original, disfrutaban de un resguardo natural, ya sea la observación y/o control cercano e inmediato de su dueño, situación que se modifica radicalmente una vez que dichos bienes tienen que moverse a otro destino. El solo hecho de tener que hacer un desplazamiento, no solo expone los bienes a los peligros propios de la siniestralidad de la vía seleccionada, sino que además se incrementa la posibilidad de que los mismos sufran pérdidas parciales o totales como resultado de la acción delictiva de terceros.

El propósito de SafeTrip es, mediante su sistema, entregar más seguridad en las principales rutas del país. Concentrándose en el transporte de carga a través de camiones, y en específico, en las rutas que unen Santiago con los principales puertos de Chile, que son Valparaíso y San Antonio.

2.1. Antecedentes

Como antecedentes a la elaboración de un sistema de seguridad, para evitar el robo de carga de transporte terrestre en Chile, es importante conocer el contexto actual de la Industria de carga terrestre en Latinoamérica en general. Un excelente resumen nos ofrece la figura 2.1, donde se pueden encontrar valores de interés como: Tipos de robos, modalidades de hurto, principales productos robados, promedio de robos por día y las regiones más afectadas del mundo, donde destaca nuestro continente. [4]

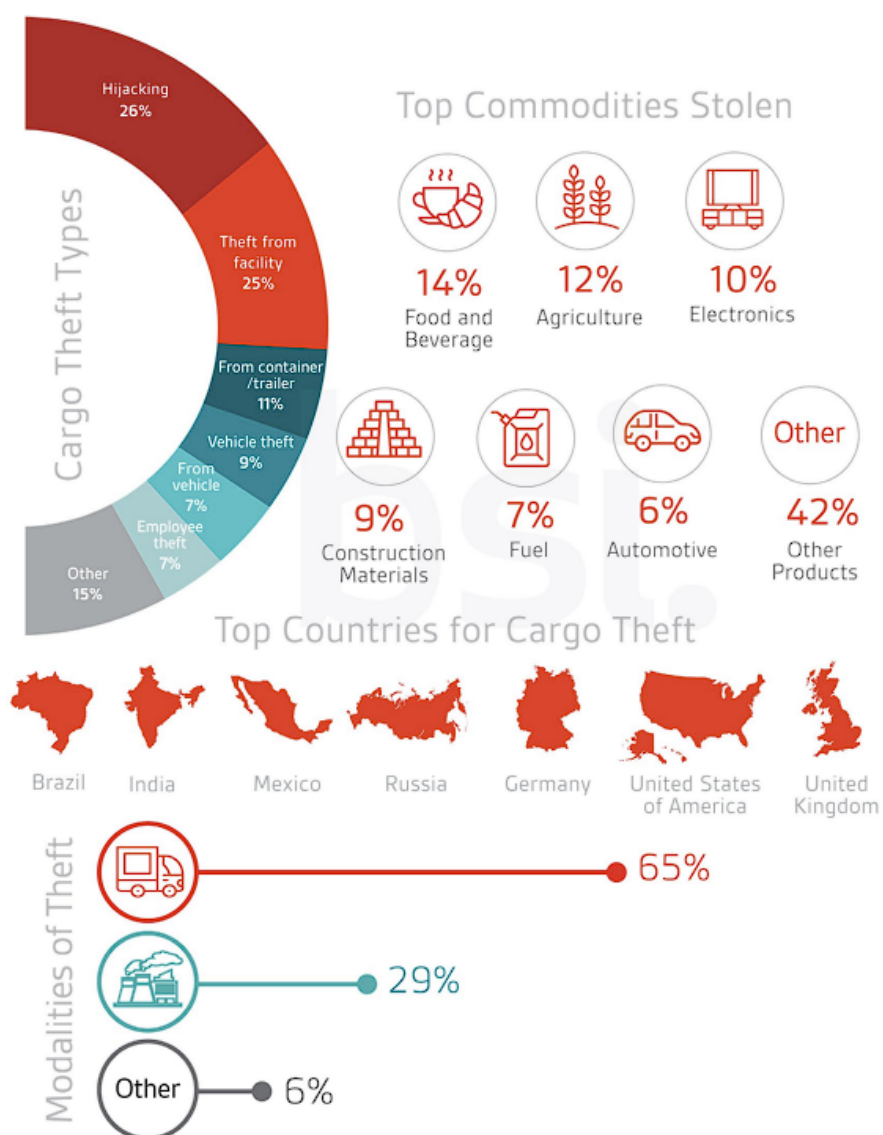


Figura 2.1: Resumen internacional. Fuente: BSI & TT Club, Cargo Theft Report, 2021.

2.1.1. Comportamiento de la Industria de carga terrestre en Latinoamérica

El sector camionero en América Latina, pese a ser uno de los más importantes en el transporte de carga, parece ser el más modesto, desigual y menos profesionalizado. La falta de infraestructura (física, logística, tecnológica y de seguridad) sumada a la inseguridad operativa, la des-actualización de las normas técnicas y regulatorias, así como la informalidad con la que opera el transporte terrestre en gran parte de la región, son los principales impedimentos para el desarrollo normal de la actividad en Latam en general.

Los robos en este lado del globo no son un fenómeno nuevo en el área del transporte de carga (incluso para muchos es el precio a pagar por el negocio), sin embargo, el aumento en la organización, el conocimiento de rutas y poder de fuego que han adquirido los grupos de delincuencia (en algunos países relacionándolo con “Carteles” o “Favelas”) [5], junto con las penas relativamente bajas que estos delincuentes pueden recibir y en comparación con lo lucrativo de la actividad, ha resultado en un aumento de los delitos en la cadena de suministro de América Latina, donde se tiene a dos de los tres países con mayor registro de asaltos a camiones de carga al día.

Para las empresas, la falta de seguridad afecta los costos operativos, aumentando los tiempos de espera, el volumen de inventario, el valor de los seguros, entre otros. Además, para cada estado, la inseguridad relacionada con la cadena de suministro daña la imagen del país, aumenta el sentimiento de inseguridad de las personas, reduce la recaudación tributaria, desincentiva la inversión, y además eleva los precios de los bienes que consume la población, todo ello frena el crecimiento económico y el desarrollo social.

Los delitos contra las cadenas de suministro no solo incrementan los costos logísticos, sino que también desaniman el emprendimiento y el comercio formal, generando graves consecuencias económicas para las empresas involucradas y para el desarrollo de la economía nacional y regional. Por ello, articular soluciones público-privadas

coordinadas parece una necesidad urgente ante estos delitos que amenazan la competitividad de América Latina.

Como sucede con todo mercado grande e ineficiente, las posibilidades de disrupción son enormes. Esto incentiva modelos de negocios propiciados por la tecnología y empresas nuevas que vienen a llenar el vacío, con frecuencia con portales en línea. Estos se benefician de economías de escala y, al mismo tiempo, crean una multiplicidad de otros servicios y oportunidades. Cuanto mayor es la cantidad de usuarios que se unen a una plataforma en línea, mayores son las posibilidades de integrar más productos y servicios, lo cual atrae más usuarios nuevos y lleva a otros participantes a unirse para no quedar al margen. [6].

En América Latina y el Caribe (ALC) el coste de transporte y logística conforma el 40 % del coste final de los productos, una región con más de 400 millones de Pymes.

El ejemplo más evidente de este problema es Brasil. Con un mercado de más de US \$ 100.000 millones, Brasil es de lejos el mercado FTL (Full Truckload) más grande de América Latina y el tercero a nivel mundial después de los EE.UU. y China. Se estima que la capacidad excedente de transporte de Brasil fuera de portales online es de un sorprendente 60 %.[7]. La figura 2.2 a continuación nos muestra un resumen de la evolución del rubro en Brasil.

Según la multinacional British Standards Institution (BSI), América Latina es una de las regiones más peligrosas para el transporte de carga. Brasil encabeza la lista de los países con el riesgo máximo para la pérdida de mercancías. A lo largo de los últimos años la cantidad de asaltos en las vías y carreteras brasileñas ha aumentado drásticamente, hasta el punto que el país cuenta ya con otro récord mundial.

EL SECTOR LOGÍSTICO BRASILEÑO ACELERA



Fuente: Asociación Brasileña de Empresas Logísticas.

Figura 2.2: Progreso logístico en Brasil. Fuente: ABRALOG.

2.1.2. Comportamiento de la Industria de carga terrestre en Chile.

En Chile, el transporte de carga terrestre es parte clave de la cadena logística de distribución, cumpliendo la función de transportar los productos de un lugar a otro, es una pieza fundamental del proceso económico del país, dado que el 95 % de la carga se transporta vía terrestre a través de un camión. [8]

Para el año 2018, un total de 17.990 empresas en el país se dedicaron al transporte de carga por carretera, con un estimado de 217.173 vehículos utilizados para tales fines. El ingreso por venta percibido por las empresas cuya actividad económica principal es el transporte de carga por carretera, ascendió a M\$6.408.733.629. Al distribuir este ingreso según el tipo de cliente, se observó que 2018 la mayor participación provino de las empresas pertenecientes al sector privado, con un total de

M\$6.179.601.916, representando un 96,4 %. Para este mismo año:

- En los vehículos según su tipo destacaron el camión y el semirremolque, con un estimado de 69.363 y 68.347 unidades respectivamente, del total de 217.173 vehículos. Ver figura 2.3.

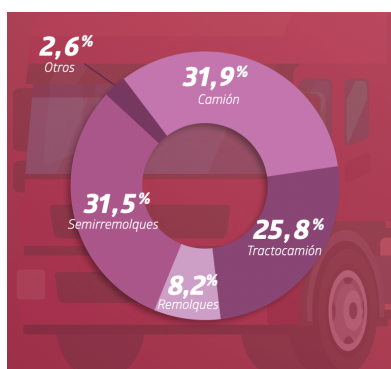


Figura 2.3: Distribución del total de vehículos según tipo. Fuente: INE.

- La cantidad estimada de vehículos hasta 10 años de antigüedad fue de 171.089, lo que representa el 78,8 % del total de vehículos utilizados para transporte de carga por carretera. Ver figura 2.4.

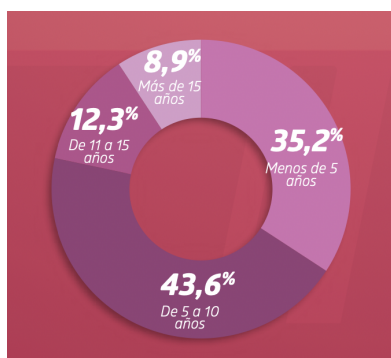


Figura 2.4: Distribución total de vehículos según años de antigüedad. Fuente: INE

- La mayor cantidad de vehículos según carga útil fueron los de 20 toneladas o más, alcanzando un estimado de 74.547, lo que corresponde a un 46,3 % del total de vehículos utilizados para transporte de carga por carretera. Ver figura 2.4.

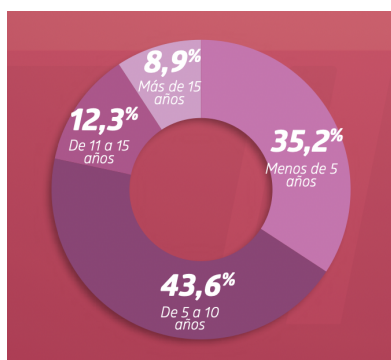


Figura 2.5: Distribución total de vehículos según carga útil. Fuente: INE.

Según el Observatorio logístico y como se podrá apreciar en la figura 2.6, el número de contribuyentes del sector de transporte de carga por carretera con actividad única y flota propia con un único vehículo, alcanzó un total de 12.511 empresas en el año 2016, lo que representó el 49 % del total de contribuyentes del sector con actividad única y flota propia de dicho año. Por el contrario, solo un 2 % del total de las empresas para el mismo año contaban con 16 o más vehículos.

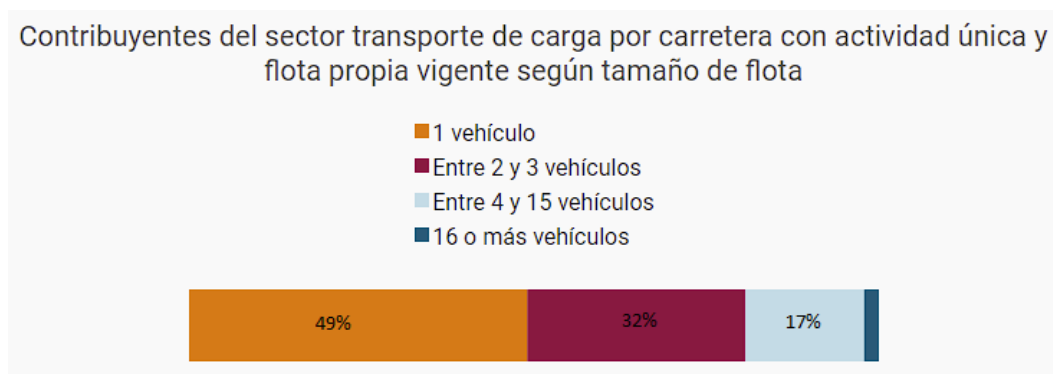


Figura 2.6: Distribución de vehículos por empresa. Fuente: Observatorio logístico

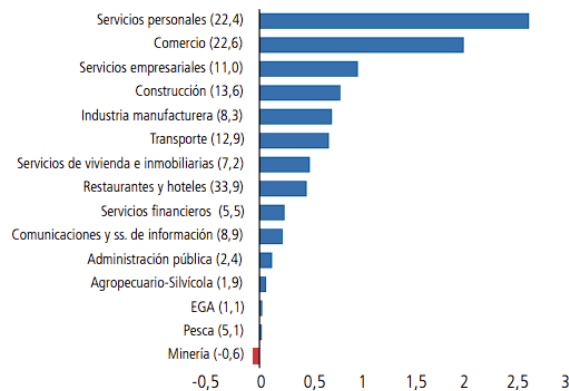
En Chile las empresas del transporte de carga se han de diferenciar según el tramo de ventas anuales, en grandes, medianas y pequeñas. De lo anterior se concluye que, en Chile, las empresas pequeñas son cerca del 91,4 %, pero solo alcanzan un porcentaje de ventas totales del orden del 35 %. En comparación de las empresas grandes, en donde estas acumulan apenas el 2 % de participación, estas obtienen un 44,4 % de las ventas totales. [9].

Según Juan Araya, presidente de la Confederación Nacional de Dueños de Camiones de Chile (CNDC), la industria del transporte genera el 5 % del PIB. Dicha cifra no calza del todo si se compara con los números citados anteriormente, donde los M\$6.408.733.629 (INE) generados por la industria en 2018, en relación con el PIB del país en el mismo año que fue de M\$297.000.000.000 (Banco Mundial), solo representa cerca del 2.16 %. [10]

Según los datos entregados en el anuario Cuentas Nacionales por el banco central en 2021 [11], ver figura 2.7. El transporte recuperó los niveles previos a la crisis sanitaria, la actividad del transporte aumentó 12,9 %, como consecuencia del levantamiento parcial de las restricciones a la movilidad asociadas a la crisis sanitaria. La agrupación de servicios conexos exhibió la principal incidencia positiva, seguido por el transporte terrestre de carga y, en menor medida, por el terrestre de pasajeros. En cambio, el transporte aéreo se redujo, contrarrestando marginalmente el resultado de la actividad. Con la excepción de aeropuertos, todas las actividades de servicios conexos aumentaron. En términos de incidencia, lideraron carreteras y agencias de naves. En tanto, el transporte terrestre de carga también aumentó, impulsado por la mayor actividad de sus principales demandantes, en particular desde el comercio.

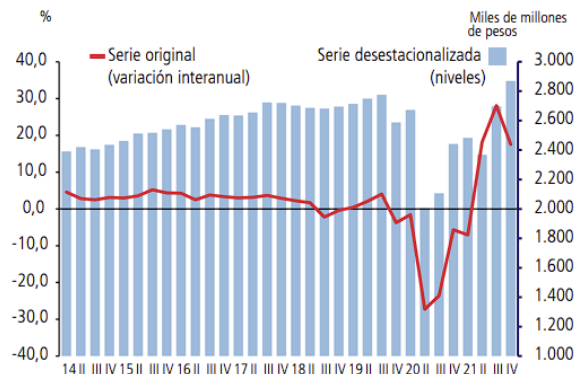
Lo que es cierto y evidente, es lo fundamental que resulta la industria de carga terrestre para los distintos sectores de la economía del país. En general, se puede decir que, si la economía crece, el transporte lo hará en una proporción similar. Entonces, la tarea es favorecer y generar las condiciones de desarrollo de sus asociados, fomentando la asociatividad, convenios con marcas/proveedores, seguridad en rutas, para así abaratar costos y permitir mayores márgenes de rentabilidad al sector.

Contribución de las actividades económicas al crecimiento del PIB
(contribución porcentual respecto al mismo período año anterior)



(a) General

Transportes y almacenamiento



(b) Área Transporte

Figura 2.7: Cuentas Nacionales 2021: Banco Central.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Transporte de carga en camiones.

En esta sección se proporciona información sobre los elementos y las medidas básicas que las empresas de transporte deben incluir como requisitos de protección para garantizar un nivel de seguridad tanto en la carretera como en el trabajo en bodegas. De esta forma se tendrá un conocimiento mínimo del rubro y se podrá sacar mayor provecho tanto en el ámbito de equipación/tecnologías en los camiones, de cómo debe ser la planificación de los viajes, así como también del conocimiento con el que deben contar el personal a cargo. En su mayoría, estas medidas fueron propuestas por la Subsecretaría de Prevención del Delito en Chile. [12]

Medidas para implementar por las empresas de transporte:

1. Para el personal operativo se recomienda.

- Capacitar a conductores y operarios en temas de seguridad en ruta, manejo defensivo, operación de equipos de seguridad, entre otras acciones

adicionales asociadas a ambientes de alto riesgo.

- Entrenar a todo el personal de transporte acerca de protocolos de comunicación, procedimientos de seguridad, planes de contingencia y dominio de tecnologías asociadas a los camiones y/o faenas, principalmente.
- Establecer reuniones periódicas con los empleados, conductores, clientes y distribuidores que trabajan con la empresa, con tal de conocer la red de apoyo ante eventualidades en ruta y/o faena.
- Asegurar que todos los conductores cuenten en su camión con algún tipo de comunicación móvil, ya sea radio o teléfono, provisto de manera particular o por parte de la empresa.
- Verificar periódicamente referencias y antecedentes actualizados de los conductores y/u operarios contratados y por contratar.
- Instruir a conductores para mantener en reserva el tipo y cantidad de carga, así como rutas y horarios de viajes, limitando esta información solo a involucrados directos en la operación.
- Prohibir a los conductores subir al vehículo personas no autorizadas, ya sea en la cabina u otra parte del vehículo.
- Instruir a los conductores para que guarden con llave cualquier herramienta que pueda facilitar la ocurrencia de un robo en el camión o carga.

2. Implementación de tecnologías, se recomienda:

- Implementar un sistema de comunicación mínimo, a través de radio o teléfonos móviles, con tal de permitir la comunicación entre conductores de la misma empresa y la intercomunicación con otras empresas del gremio.
- Implementar un sistema de monitoreo del vehículo, que considere una central con un servicio de respuesta eficiente y oportuna las 24 hrs del día, para apoyar al conductor en situación de riesgo.



Figura 2.8: Campaña para contribuir a la protección y seguridad del transporte de carga. Fuente: Novologística.

- Implementar sistemas de alerta como botón de pánico u otra señal geo-referenciada, que sea operado fácilmente por el conductor en situaciones de riesgo, y permita el envío de alarmas remotas a una central que se encuentre en constante monitoreo.
- Establecer un protocolo de comunicación inmediata entre el conductor y las oficinas de la empresa, que permita mantener información actualizada de posibles problemas en la ruta o necesidad de ayuda en caso de alguna emergencia, como también que la empresa pueda confirmar rutas, paradas y tiempos estimados de llegada del camión.

3. Planificación del viaje, se recomienda:

- Planificar el viaje antes de iniciar el recorrido, con información de la ruta, lugares de estacionamiento o puntos de detención durante la noche, reporte sobre la carga, planes de contingencia ante emergencias y reporte de

finalización del viaje.

- Identificar días de la semana, épocas del año y lugares de mayor ocurrencia de hechos de violencia o delitos contra el transporte, para reforzar las medidas de seguridad en la planificación del viaje.
- Programar una hoja de ruta que sea actualizada permanentemente por la central u oficinas de la empresa.
- Mantener un sistema de bitácoras que registre la inspección física a la salida y llegada de los vehículos y mercancías, como el control de tráfico de horas, kilómetros recorridos, consumo de combustibles y accesorios.
- Organizar, en la medida de lo posible, viajes en caravanas de al menos 5 camiones para circular por rutas peligrosas. Esta medida puede ser programada con vehículos de la misma empresa, así como coordinada con otras empresas del gremio.

4. Protección del vehículo, se recomienda:

- Mantener un registro exacto y actualizado del vehículo, con números de partes principales, remolques y equipo especial instalado, que ayude a identificarlo en caso de robo.
- Incorporar bloqueos para asegurar el vehículo y la carga, como cerraduras que impidan la separación del remolque.
- Utilizar sellos y candados de alta calidad; ellos limitan la intrusión y alertan sobre posibles manipulaciones de las puertas.
- Incorporar al vehículo instrumentos de localización como GPS, que puedan ayudar a determinar su ubicación en caso de robo, y si viaja fuera de una ruta prescrita o en zonas de alto riesgo.
- Incorporar tecnología de inmovilización del vehículo para deshabilitar remotamente en caso de robo.

- Indicar patente o número de registro en la cubierta o techo del vehículo, que ayude a las policías a identificarlo en caso de robo.
- Incorporar señalética adhesiva o letrero que indique que el conductor no porta dinero en efectivo ni valores.
- Incluir señalética en la cabina del vehículo con los números telefónicos de contacto en caso de una emergencia, como Carabineros de la zona o encargados de seguridad de la empresa.

5. Plan de contingencia en ruta, se recomienda:

- Entregar atención al conductor que ha sido víctima del delito.
- Denunciar el hecho a las policías en forma inmediata.
- Documentar los bienes sustraídos en el hecho.
- Documentar registro del recorrido, en que se recoja información de señales satelitales, GPS o registros manuales.
- Realizar registro visual con personal de seguridad de la empresa en el lugar del hecho; puede haber testigos o información que por algún motivo no fue recogida en el momento.
- Habilitar una línea telefónica para recibir información sobre el robo o datos de importancia para la investigación, difundiéndolo principalmente en las instalaciones y comercio ubicados en la ruta.

Medidas de protección que deben tener los transportistas en la ruta, para mayor seguridad de ellos, sus bienes y vehículos:

1. Conocer a cabalidad la ruta, en caso de no conocerla o no haberla recorrido, estudiarla en detalle antes de comenzar el viaje.
2. Estudiar rutas alternativas para su uso, en caso de tener que cambiar sorpresivamente por algún incidente o eventualidad.

3. Identificar de antemano zonas seguras presentes en la ruta y dirigirse a ellas en caso de detectar posibles situaciones de riesgo.
4. Informar a las oficinas de la empresa ante un repentino cambio de ruta.
5. Evitar detenerse en lugares no habilitados para dicho efecto, como bermas o costado de carreteras potencialmente inseguras.
6. Estacionar y detenerse solo en áreas habilitadas para el descanso, que sean seguras e iluminadas; la evidencia indica que los momentos de detención del vehículo son los más vulnerables y riesgosos frente al delito.
7. Conocer la carga, especialmente cuando esta es potencialmente atractiva para el robo o de alto valor.
8. En caso de observar un problema o accidente en rutas que le merecen precaución, solicitar ayuda llamando a los teléfonos de emergencia y evitar detenerse a prestar auxilio.
9. Solicitar la asignación de contar con doble conductor para rutas muy largas o riesgosas.

Medidas de protección que deben tener los transportistas en las zonas de descanso y otras instalaciones para mayor seguridad de ellos, sus bienes y vehículos.

1. Preferir aquellas áreas de descanso que cuenten con un eficiente sistema de control de accesos, ya sea manual o mecánico.
2. Seguir instrucciones de guardias de seguridad que vigilan las áreas de descanso, en relación con el registro de vehículos, carga de ingreso y uso del recinto.
3. Colaborar en la supervisión y control informal de áreas de descanso, informando mal funcionamiento de sistemas de tele-vigilancia, iluminación defectuosa o incluso la detección de eventos sospechosos, tanto dentro del área como en

las inmediaciones, principalmente aquellas amparadas en la vegetación del entorno.

4. Informar a la concesionaria y/o a los guardias de control, las malas condiciones de visibilidad del entorno del área de descanso, producto de la abundante vegetación.

Medidas de protección de autocuidado y protección que deben ejercer los transportistas para mayor seguridad de ellos, sus bienes y vehículos.

1. Contar con números telefónicos a mano, en caso de emergencia; este puede ser de Carabineros o de la central de la empresa de transporte.
2. Evitar las paradas de rutina para cigarrillos, periódicos o similares; abastecerse de víveres antes de comenzar el viaje.
3. Bloquear y asegurar el vehículo cada vez que salga de la cabina y mantener las llaves siempre consigo.
4. Comprobar que el vehículo esté cargado correctamente. Evitar estacionar o detenerse en zonas aisladas o en bermas.
5. Mantener actitud de alerta ante vehículos que sean sospechosos, mientras está en la carretera; anotar patente, características del vehículo y/o de sus ocupantes.
6. Cargar combustible en el lugar de origen antes de comenzar el viaje.

En marzo del 2019, en noticias, El Diario Financiero habla del buen momento que vive el Transporte de Carga en Camiones (TTC), “Fue uno de los rubros con mejor rendimiento en 2018, según el Banco Central, pero no está libre de desafíos. Seguridad e infraestructura son algunos de ellos”. En la noticia se redactan puntos interesantes a destacar, con un enfoque a reforzar vulnerabilidades detectadas y así lograr mantener el buen momento.

Si bien ha habido avances en infraestructura, autopistas concesionadas y adopción de tecnología con la introducción de camiones con sistemas avanzados, asistencia de conducción y hasta monitoreo de flotas, subraya Baldemar Higuera, gerente corporativo de la Confederación Nacional del Transporte de Carga de Chile (CNTC), hay consenso en que no son menores los retos que enfrenta el sector para seguir creciendo a la par de la economía. Todo parte por pisar el acelerador sobre los mismos avances que ya están materializados, coinciden representantes del gremio y la academia.

Julio Villalobos, director del Centro de Transporte y Logística de la Universidad Andrés Bello (UNAB), añade la necesidad de “actualizar la normativa técnica que regula el sector y que impide la adopción de componentes y tecnologías que contribuyen a la eficiencia”, junto a abordar temas de seguridad, el dolor de cabeza más fuerte del sector durante años y en el que insisten los dirigentes gremiales. “Resolver el conflicto en el sur del país, donde los transportistas siguen corriendo riesgos, y mejorar la seguridad en las carreteras frente a bandas de asaltantes, son prioritarios para nuestro sector”, enfatiza Higuera. Y por ende, para la economía del país, agrega. La titular de la cartera de Transporte y Telecomunicaciones reconoce los desafíos, en una industria que movió más de US\$ 14 mil millones en 2017: “Son retos relacionados a la formalización”, las condiciones laborales de los trabajadores, la coordinación operacional con otros nodos de la cadena logística, la gradual incorporación de tecnologías complementarias como apoyo a la gestión y operación de la flota y el estudio e impulso de nuevas tecnologías que ofrezcan economías de escala en el transporte”, sostiene. [13]

2.2.2. Robo de Transporte de Carga

El robo de camiones de carga es uno de los problemas más importantes que enfrenta el Transporte de Carga en Camiones y la logística en general. Son delitos violentos que dañan duramente a las instituciones y tienen un fuerte impacto social, ya que se perpetran en los principales ejes y centros urbanos del país, presentando una

amenaza inminente tanto para los afectados directos como para el entorno donde se lleva a cabo, dada la inseguridad que genera.

Los hechos delictivos afectan a víctimas directas y no tan directas, tales como los propietarios de bienes sustraídos, las empresas de transporte y logística que realizan las operaciones, las compañías de seguros, como también los conductores y peonetas, pues muchos de estos actos incurren en la violencia física y de riesgo vital, dejando muchas veces sin trabajo inmediato y con un largo proceso de recuperación de los bienes.

Respecto a este tipo de delitos, existen aspectos interesantes a analizar, entre los que se encuentran los patrones de funcionamiento de estas verdaderas bandas criminales, las cifras y estadísticas relacionadas con la ocurrencia de estos hechos, así como las estrategias y tecnologías implementadas por estas organizaciones para reducir con éxito los activos robados. En el contexto creciente de este tipo de delitos, también relacionado con la cercanía a zonas portuarias y al Área Metropolitana, que por varios años se consideraban los polos de riesgo para las operaciones de transporte, al considerar alrededor del 80-90 % de la carga por carretera que opera dentro del país, como se muestra gráficamente en la figura 2.9.

En cuanto a las cifras dadas en torno al robo de camiones pesados en carretera, según publicó Carabineros de Chile, entre 2014 y 2017 este tipo de delitos se redujo en un 69,3 %. Sin embargo, si observamos el índice de referencia conformado por las denuncias de las víctimas de estos hechos durante el último período medido (2018), vemos que la observada tendencia a la baja - según cifras oficiales - se ha roto, considerando que a nivel país en el año 2018 se recibieron 378 denuncias, siendo 25 más que las 353 registradas en el 2017. En tanto, desde la CNDC, las cifras son más alarmantes, pues aseguran que a nivel nacional se registran todos los días robos de al menos 3 camiones, con montos aproximados que oscilan entre los 70 y los 100 millones de pesos.

Cifras más o menos acertadas, lo concreto es que las bandas criminales que se dedican al robo en ruta hacen focus en cargamentos de alto valor y rápida reducción.

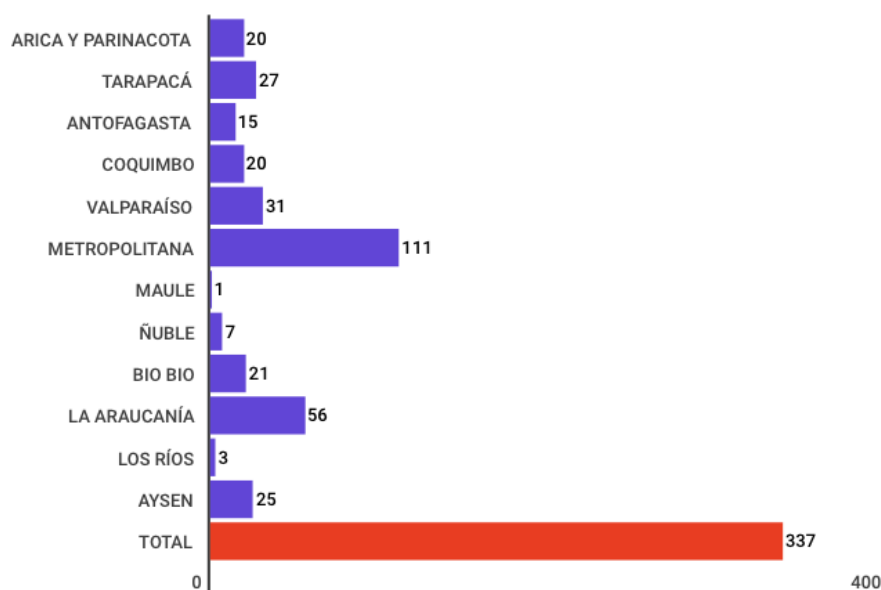


Figura 2.9: Gráfico de robos por región. Fuente: PDI, 2021

Existe un grupo de rutas llamado “Triángulo de las Bermudas” el cual considera las rutas San Antonio - Santiago, Valparaíso - Santiago y Américo Vespucio en la Región Metropolitana, el cual concentra alrededor 78 % de los robos de camiones en el país. Para destacar, históricamente las zonas de mayor delito de dicho “Triángulo”, lo conforman las rutas 78 y 68, y sus respectivos cruces con Vespucio en la RM. Todo esto debido a que por estas carreteras se desplazan las mercaderías que llegan desde los principales puertos de la V Región y del país, con destino a los centros de distribución del retail nacional y centros logísticos, ubicados en la periferia de la capital. En la figura 2.10 a continuación, se muestra gráficamente el número de focos por región.

En cuanto a los artículos que son más vulnerables al robo a nivel nacional, según autoridades y la CNDC, estos varían según la región. Así, en la región Norte, los artículos más sustraídos son: Artículos electrónicos (principalmente televisores y teléfonos inteligentes), cobre, gasolina; en la región Centro Sur (regiones VI, VII, VIII) tabaco y alimentos; en el sur: salmón y madera; mientras que en el centro, en el apodado “Triángulo de las Bermudas”, los productos más robados son: Artículos electrónicos, alimentos, ropa y zapatos.

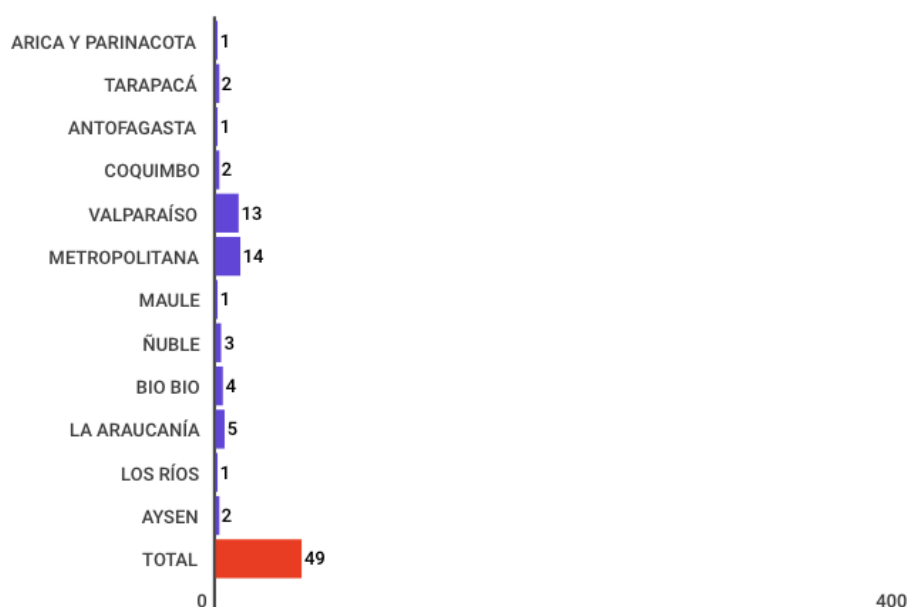


Figura 2.10: Gráfico de focos de robos por región. Fuente: PDI, 2021

Si el origen de estos delitos va mutando, también lo está haciendo Modus Operandi, el cual puede considerarse como una verdadera cadena logística criminal.

En una entrevista[14] realizada a Luis Hernández, Diplomado en Seguridad para el sector logístico y Director de Servicios de Ready2Go, menciona que “las bandas dedicadas al robo de camiones de mercaderías son verdaderas empresas criminales que operan con estructuras definidas, tecnologías de vanguardia, procedimientos establecidos e incluso poseen centros de acopio de las mercaderías robadas, desde donde las distribuyen al comercio informal y formal. Vale decir, que estas organizaciones no actúan al azar, sino con mucha inteligencia”. Profundizando un poco en este punto, según el análisis de la policía nacional, las bandas especializadas en este tipo de delitos incluyen en promedio 8 sujetos, generalmente adultos. El atraco se lleva a cabo en fases específicas y es altamente especializado, la primera etapa sería la Planificación del ilícito. “Debemos tener en cuenta que estas bandas actúan sobre seguro, dateados, como se dice en la jerga, con información clave acerca de las rutas que los camiones transitan, el tipo de mercadería que llevan e incluso las tecnologías de rastreo que poseen”, indicó Hernández.

Para Hernández la información que disponen las bandas puede adquirirse de varias formas:

1. Consensuada, cuando personal de las empresas afectadas forman parte de esta 'empresa criminal'.
2. De forma unilateral, cuando especies de 'topos' se infiltran en los entornos de camioneros u operarios para obtener información a partir de conversaciones cotidianas.
3. A partir del análisis histórico de las operaciones de transporte, estudiando el tipo de carga que moviliza una empresa cotidianamente, las rutas más utilizadas por flotas o los horarios de despacho/arribo de mercadería a los centros de despacho, bodegas o puntos de venta.

"De ahí que sea tan relevante establecer protocolos internos muy estrictos en torno a la información que se maneja en los diferentes estratos, porque cualquier fuga de datos, voluntaria o involuntaria, es crítica", establece Hernández.

La siguiente etapa, 'Ejecución del robo', según describe el experto y en concordancia con lo dicho por la PDI, esta implica la actuación de grupos específicos con tareas concretas. "Podemos identificar, por ejemplo, grupos de avanzada que siguen al camión durante el trayecto hasta el punto donde se realizará el robo. Este grupo es el que cierra el paso al vehículo y en algunos casos, intimida a los escoltas y ponen en funcionamiento inhibidores de señal GPS de los camiones, tecnologías de alto valor que los delincuentes adquieren por Internet, en la mayoría de los casos. Paralelamente, entra en acción el grupo operativo que intimida y amenaza al conductor, robando el vehículo y la carga o la mercadería, según se establezca en la planificación previa. En este paso del proceso, muchas veces el conductor es reducido y secuestrado por los antisociales para ser abandonado posteriormente".

Luego del robo, otro grupo se ocupa de la receptación del vehículo, etapa considerada, 'Desvalijamiento y Trasvasije'. "En esta fase, muchas veces la carga es con-

solidada en un vehículo diferente y llevado a centros de acopio ilegal, propiedad de estas bandas criminales. Es desde estas bodegas que se realiza la distribución ilegal de las mercaderías a terceros que procederán a su venta en el comercio informal (ferias, persas e incluso a través de Internet) o en el comercio formal, en tiendas, negocios, almacenes y una gran variedad de comercios que introducen este stock ilegal a su inventario”, explicó Hernández.

Por otro lado, cabe mencionar en materia de robo de camiones en tránsito, que también lo constituyen los asaltos ‘por encargo’, lo cual implica la actuación de un ‘mandante’ que paga a una organización criminal para que haga el trabajo por ellos, utilizando en general el mismo Modus Operandi descrito. La mayoría de las veces este tipo de robos ya cuenta con la mercadería vendida de antemano.

La ocurrencia de estos hechos delictivos afecta transversalmente a la sociedad, a nivel económico y de seguridad pública. Se trata de hurtos especialmente violentos y amenazantes, con fuertes implicaciones sociales que hoy en día hacen desconfiar a autoridades, policías y actores del campo. Uno de los actores claves en la visualización de este tipo de delitos es la Federación Nacional de Camioneros de Chile, que ha impulsado durante la última década un arduo trabajo a través de la coordinación de esfuerzos con el gobierno y la policía, en especial con el OS9 de Carabineros para prevenir y dismantelar bandas criminales. En este punto destacan operaciones como ‘Ícaro’[15] o ‘el Patrón’[16], investigaciones realizadas en Chile y transparentadas en televisión, donde también se destacan varios de los puntos mencionados.

Para complementar, es importante destacar lo clave que puede ser el lado preventivo, esto tiene relación con técnicas para impedir los asaltos. Por ejemplo:

- Los acuerdos firmados con empresas de rastreo en línea.
- El GPS en los camiones.
- Las tecnologías más avanzadas desarrolladas por empresas de TI.

Finalmente, debemos ser realistas y admitir que todo lo que se haga no va a ser

suficiente, por la simple razón de que a los delincuentes los beneficia en términos de proactividad del delito y no existe un sistema perfecto para prevenirlo. Por cómo ha sido hasta ahora, la clave es seguir trabajando cada vez mejor en pos de reducir los robos de camiones y generar una actitud colaborativa por parte de los principales actores de la industria, para así enfrentar juntos los impactos de estos hechos delictivos.

2.2.3. Estado del arte

En esta sección se dará a conocer soluciones directas o cercanas que busquen paliar el robo de camiones de carga. Primero se mencionará trabajos desarrollados como memorias o proyectos de títulos universitarios, para luego abarcar soluciones de empresas ya constituidas con enfoques un poco más comerciales y cercanas a la industria del transporte de carga en Chile.

Países vecinos a Chile, como lo son Perú, Ecuador, Colombia, Argentina, etc. Hoy en día no son ajenos a esta problemática. Sobre todo en empresas pequeñas que cuentan con un número reducido de camiones para operar, la seguridad y la tecnología utilizada para el traslado de carga, no son las mejores y/o muchas veces no se cuenta siquiera con ella. A través de una búsqueda podemos encontrar proyectos universitarios desarrollados de manera similar en los se puede destacar.

- Propuesta de desarrollo e implementación de un aplicativo móvil para el proceso de monitoreo y seguimiento de unidades de transporte de carga por carretera a fin de mejorar el nivel de servicio en la empresa inversiones Moy Sac. [17]
- Las modalidades delictivas contra la cadena logística en la república argentina. [18]
- Desarrollo de un sistema web y aplicativo Android para el control y monitoreo por geolocalización de unidades de transportación de carga pesada para la empresa, transporte y logística Honores Méndez. [19]
- Implementación de un sistema de control de transporte de carga como servicio para Eztrans Logistics. [20]

En los proyectos antes mencionados se recogió varias ideas e hilos de desarrollo a seguir, sin embargo, también se logra apreciar que muchos de dichos proyectos son enfocados en una sola empresa, la cual identificó y levantó la problemática o necesidad de querer un mayor orden y gestión de su flota, además de digitalizar sus procesos. Es decir, si bien se tiene el dolor de robos más de cerca, también se tiende a personalizar los servicios a desarrollar, olvidando en cierta medida las similitudes que se tiene con otras empresas del rubro, dado que naturalmente comparten vías y procesos de transporte.

Por otro lado, revisando en el mercado local. Dentro de las empresas que se relacionan o buscan atacar esta problemática hoy en día en Chile, tenemos:

- Sitrack [21], Rastreo satelital inteligente, control de uso y robo de combustible, transporte seguro de carga, seguridad en la conducción.
- Alto Movup [22], Plataforma que integra diferentes fuentes de información para detectar excepciones operacionales y así accionar protocolos que permiten monitorear y controlar la operación en tiempo real.
- Entel Ocean Onway [23], Entel ofrece una plataforma para seguimiento de flota y optimización de ruta a través de distintos planes.
- Follow my Car [24], Seguro de Entel para rastreo de vehículos particulares.

De las Empresas/Soluciones antes mencionadas es importante destacar que dado el objetivo en común, el cual consiste en entregar de alguna u otra forma mayor seguridad en el transporte de carga, en una o más de sus soluciones propuestas involucran el uso de una plataforma para gestionar la información de su flota y la herramienta GPS que acompaña al camión. Además, se consideran otros tipos de sensores, dentro de los más comunes, sensores para: determinar apertura de puertas, estado del combustible y cámaras para saber el estado del chofer, lo cual entrega seguridad tanto al cargamento como al conductor.

2.2.4. Discusión

En esta sección se recogerá y/o afinarán ideas mencionadas en la subsección anterior, es decir, se tomarán soluciones tanto de trabajos realizados, en proyectos de titulación, así como de soluciones ya comercializadas ofrecidas por empresas que ya operan en la actualidad.

En primer lugar, la solución que se desarrollará en este trabajo de titulación, busca generalizar la idea de tracking, que es comúnmente planteada en otros proyectos. Si bien estas propuestas, son bastante completas, muchas veces se quedan en la individualización de una solución que en el rubro del transporte de carga es más común de lo que se cree. Dado que, existen muchas empresas pequeñas y medianas que no tienen del todo digitalizados sus servicios.

Concretamente, la plataforma a desarrollar permitirá el registro de toda empresa colaboradora que quiera hacer uso del sistema, entregándoles acceso y resguardando sus datos, así como los de sus empleados y su flota, de manera correcta. Dejando solo una ventana abierta a la compartición de información para cierto tipo de eventos que ocurran en ruta.

Por otro lado, mirando lo realizado por empresas ya constituidas. Se cuenta con productos más completos con una visión similar a la que se quiere tomar en este desarrollo. En donde destaca la agregación de distintos tipos de sensores a la operación que tiene día a día un camión. En este ámbito, es normal ver que estas empresas busquen distinguirse entre ellas a través de quien cuenta con mayor número de sensores y/o utilidades que estos ofrecen.

Por lo anterior, la solución propuesta contempla la posibilidad de agregación de distintos sensores. Para esto se pensó en una infraestructura un poco más compleja de lo necesario inicialmente, integrando todo en un dispositivo que acompañará al vehículo de carga. Un factor que busca diferenciarse de propuestas comerciales actuales, que sí se observó en proyectos universitarios, es el contar con una app móvil destinada a los conductores, la cual a través de su GPS propio y un sistema de alertas

en ruta, busca enriquecer el valor del sistema en general.

Es importante destacar un tema no mejor. Hoy por hoy empresas han tratado de abordar esta problemática desde la vereda de soluciones que involucra la predicción y sugerencia de rutas. Es decir, con base en factores como la hora, la zona, el tipo de carga, etc., para así sugerir o no a los choferes tomar ciertas rutas por encima de otras. Esta perspectiva es bastante interesante, sin embargo, implica contar con una considerable cantidad de data previa, con la cual no se cuenta. Además, como aspirante a Ingeniero Civil Telemático, la solución propuesta se siente más propia a la carrera, abarcando parte relevante de ella, y no cerrando las puertas a la opción de agregar este tipo de solución al sistema en un futuro.

2.3. Marco Conceptual

En esta sección se definirán los conceptos más esenciales de cara al desarrollo de este proyecto de titulación, conceptos familiarizados al rubro del transporte de carga en camiones, las tecnologías que se espera (por ley) porten los vehículos y otras que se deberían integrar, puesto que son claves para el funcionamiento del sistema SafeTrip.

Para una mejor comprensión, se dividirán en 3 categorías: Conceptos del transporte de Carga en Camiones, Conceptos IoT y Conceptos de las Aplicaciones. En cada categoría se definirán distintos conceptos de forma breve.

2.3.1. Conceptos del transporte de Carga en Camiones

Servicio de transporte de carga: Cumple con la función de transportar mercancía de un lugar determinado a otro. Este proceso es parte de una cadena logística, la cual se dedica a enviar uno o varios productos en el momento y punto de destino indicado. [25]

Operador de carga: Es el personal capacitado y especializado, conocido como operario. Este grupo de personas son los encargados de manipular la carga que se desea transportar, colocándola en el interior de los camiones, como también tienen bajo su responsabilidad el sustraer los embalajes que llegan en los vehículos de transporte. Pueden desempeñar sus tareas por medio de equipos especiales, dependiendo del tipo de carga y el peso.

El transportista logístico: O conductor, debe ser una persona cuya formación esté orientada al transporte masivo de carga, ya sea desde una central hacia los puntos de distribución al público o viceversa. El transportista focaliza sus esfuerzos en conducir, capitanear, pilotar y/o transportar un vehículo terrestre, marítimo o aéreo, con un cargamento específico, solicitado por un cliente, el cual es llevado por un recorrido específico hasta llegar a un determinado destino acordado.

Supervisor de Operaciones: Es una entidad encargada de la administración del personal de logística como de los recursos materiales, haciendo una conjunción de estos elementos, consigue cumplir y apegarse al plan de adquisición y distribución de la compañía y/o sus clientes.

Vehículo de carga pesada: Se define a las cargas pesadas como todos aquellos enseres que, al ser colocados en el interior de un vehículo de dos ejes y cuatro ruedas, ejerzan una presión superior a los 2000 kg de peso por rueda.

Itinerario: El transporte de carga debe cumplir con determinadas rutas, denominadas itinerarios o sendas, que conectan a dos diferentes puntos geo-localizados y permite a los transportistas trasladarse entre distintos lugares.

Cronograma de Actividades: Las actividades de la cadena de abastecimiento deben ser realizadas según los turnos que determinan el orden o en un rango de horas específicas, como también a lo largo de ciertos días a la semana. Los turnos son asignados según la planificación del cronograma logístico y son acordados por los operarios y transportistas con el jefe de operaciones logísticas.

El sistema de monitoreo vehicular: Es una herramienta tecnológica que permite dar seguimiento y control sobre cualquier vehículo: particular, de transporte o de carga en tiempo real. [26]

Sistema de Posicionamiento Global: GPS es un sistema que tiene como objetivo la determinación de las coordenadas espaciales de puntos respecto de un sistema de referencia mundial. [27]

2.3.2. Conceptos de Herramientas de Comunicación

Raspberry Pi: Una pequeña computadora de bajo costo del tamaño de una tarjeta de crédito, fue desarrollada con el objetivo de estimular la enseñanza informática

en las escuelas de todo el mundo. Este ordenador es muy completo con un precio muy reducido que ronda los \$80 dólares. Se alimenta a través de un cable USB de 5V y utiliza una tarjeta de memoria SD. No obstante, podemos conectar otros periféricos, disponiendo así de un ordenador, con algunas limitaciones.

Arduino: Es un microcontrolador de código abierto desarrollado por Arduino.cc. Una placa equipada con conjuntos de pines de entradas/salidas digitales y analógicas que pueden conectarse a varias placas de expansión y otros circuitos.

Protoboard: Es esencialmente una placa que conecta componentes electrónicos de manera temporal, con una forma y tamaño generalizado. Empleada comúnmente para pruebas y prototipos temporales de circuitos. Se usa insertando las terminales de los dispositivos electrónicos en los orificios de la protoboard de la forma en que tengan continuidad. [28]

Antenas de transmisión: Una antena es un dispositivo hecho para transmitir y/o recibir ondas de radio. Existen varias características importantes en una antena que deben ser consideradas al momento de elegir una para su aplicación, como patrón de radiación, ganancia, frecuencia en la que opera, etc. [29]

Antena GPS: Funciona a través de una técnica llamada trilateración. Utilizada para calcular la ubicación, la velocidad y la elevación. La trilateración recopila señales de, al menos, cuatro satélites para capturar información relacionada con la ubicación. [30]

Bandas de frecuencia: Son intervalos de frecuencias dentro de dicho espacio regulado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones. La importancia de esta regulación radica en que cada banda tenga un uso para el mismo propósito, a fin de evitar interferencias en las comunicaciones.

Analizador de espectros: Es un instrumento que mide la magnitud de una señal de entrada en un rango en el dominio de la frecuencia. El uso principal es medir

la potencia del espectro de señales conocidas y desconocidas. [31]

2.3.3. Conceptos de las Aplicaciones

Aplicaciones web: Son aplicaciones que se ejecutan en internet. Es decir, que los datos o los archivos en los que trabajas son procesados y almacenados dentro de la nube. Estas aplicaciones, por lo general, no necesitan ser instaladas en tu computador, solo es necesario un navegador web. [32]

Aplicaciones móviles: O app móvil, es un tipo de aplicación diseñada para ejecutarse en un dispositivo móvil, que puede ser un teléfono inteligente o tablet. [33]

Aplicaciones nativas: Se llaman aplicaciones nativas debido a que se desarrollan para el sistema operativo nativo de cada dispositivo. En general son apps móviles. [34]

Aplicaciones híbridas: Aplicaciones móviles híbridas son aplicaciones instaladas en un dispositivo, simplemente como cualquier otra aplicación. Poseen componentes de aplicaciones nativas, aplicaciones producidas para una plataforma en particular como Android o iOS, con elementos de aplicaciones web. [35]

Javascript: Es un lenguaje de programación interpretado, dialecto del estándar ECMAScript. Se define como orientado a objetos, basado en prototipos, imperativo, débilmente tipado y dinámico. Se utiliza principalmente del lado del cliente, implementado como parte de un navegador web, permitiendo mejoras en la interfaz de usuario y páginas web dinámicas. Sin embargo, también es un lenguaje empleado del lado del servidor. [36]

Node JS: Es un entorno en tiempo de ejecución multiplataforma para la capa del servidor (en el lado del servidor) basado en JavaScript. Node, es un entorno controlado por eventos diseñado para crear aplicaciones escalables, permitiéndote

establecer y gestionar múltiples conexiones al mismo tiempo.

Meteor: Es un framework de código abierto para crear e implementar sin problemas aplicaciones web, móviles y de escritorio en Javascript. [37]

Base de datos: Es un conjunto de datos pertenecientes a un mismo contexto y almacenados sistemáticamente para su posterior uso. En este sentido; una biblioteca puede considerarse una base de datos compuesta en su mayoría por documentos y textos impresos en papel e indexados para su consulta. [36]

MongoDB: Es la más representativa de las bases de datos conocidas como no relacionales o NoSQL, acrónimo de Not only SQL. También se puede denominar con el término de base de datos documental, ya que almacena documentos JSON y no registros, como sucede en las tablas de las bases de datos relacionales. [38]

Back-end: En informática y en el diseño de software, el backend es la parte de la app que el usuario final no puede ver. Su función es acceder a la información que se solicita, a través de la app, para luego combinarla y devolverla al cliente. [36]

Front-end: En informática y en el diseño de software, el frontend es la parte de la app que el usuario ve, consiste en la conversión de los datos en una interfaz gráfica para que el cliente pueda ver e interactuar con la información de forma digital. [36]

Api-Rest: Una API, o interfaz de programación de aplicaciones, es un conjunto de reglas que determinan cómo las aplicaciones o los dispositivos pueden conectarse y comunicarse entre sí. [39]

Android: Es un sistema operativo móvil basado en el núcleo Linux y otros software de código abierto. Está diseñado para dispositivos móviles con pantalla táctil, como teléfonos inteligentes, tabletas, relojes inteligentes Wear OS, automóviles, etc. [36]

iOS: En inglés “iPhone Operating System”. Es un sistema operativo móvil de la multinacional Apple Inc. Originalmente desarrollado para el iPhone, después se ha usado en dispositivos como el iPod touch y el iPad. Apple no permite la instalación de iOS en hardware de terceros. [36]

Heroku: Es una plataforma de servicios en la nube (conocidos como PaaS o Platform as a Service) que permite manejar los servidores y sus configuraciones, escalamiento y la administración. [40]

Python: Es un lenguaje de programación interpretado cuya filosofía hace hincapié en la legibilidad de su código. Se trata de un lenguaje de programación multiparadigma, ya que soporta parcialmente la orientación a objetos, programación imperativa y, en menor medida, programación funcional. [36]

Script: En informática, un script, secuencia de comandos o guion, es un término informal que se usa para designar a un programa relativamente simple. [36]

Capítulo 3

Desarrollo de la solución

En esta sección se presenta, un análisis de los requerimientos identificados de la problemática que afecta al rubro camionero, luego se analizan distintas tecnologías y los beneficios que aportan al desarrollo de la solución, para finalmente definir la arquitectura a utilizar en la elaboración de la plataforma SafeTrip propuesta como solución de esta memoria.

Al ser una solución abordada del ámbito tecnológico, una parte clave es elegir las tecnologías a usar y el por qué estas fueron elegidas. Por ello, se realizará un análisis comparativo a grandes rasgos de las opciones que ofrece el mundo del desarrollo actual para este tipo de soluciones, donde también se tiene en cuenta el manejo y conocimiento con las distintas herramientas. Tanto para el desarrollo del Frontend y Backend, se analizan distintos aspectos de varias tecnologías para contrastarlas con las que se eligieron en la arquitectura final. También se hace un análisis de qué sistema de base de datos emplear para la persistencia de la información.

Además, desde un análisis de los requerimientos del sistema, se definen los aspectos de las aplicaciones y del servidor, donde se espera trabajen los distintos protagonistas del transporte de carga. Aspectos como: diseños y flujos de la plataforma, modelo de la base de datos, seguridad en los accesos externos al servidor, etc., separado por cada elemento que conforme el sistema.

3.1. Análisis de requerimientos

A continuación se describen los requisitos funcionales del sistema, sus interfaces externas, las condiciones de excepción y las clases de pruebas que se harán para verificar que los requisitos se cumplen.

3.1.1. Requisitos Funcionales del Sistema General

Los requisitos funcionales(RF) definen el comportamiento del sistema. Es decir, describen lo que debe hacer el sistema. Esto desde el punto de vista de interpretar lo que esperará el usuario objetivo que haga el sistema.

- **RF1:** Entregar acceso para administradores autorizados a una plataforma web permitiéndoles registrar usuarios camioneros, registrar camiones, fijar.
- **RF2:** Permitir acceso a viajes e itinerarios en la aplicación móvil solo a los usuarios camioneros previamente registrados desde la plataforma web.
- **RF3:** Comunicar desde la app móvil a la plataforma informaciones tales como: la posición, la velocidad u otro, sin considerar la operación de un inhibidor de señales que lo impida.
- **RF4:** Comunicar desde el camión a la plataforma informaciones tales como: la posición, la velocidad u otro, sin considerar la operación de un inhibidor de señales que lo impida.
- **RF5:** Aplicación móvil con capacidad de entregar información adicional (“eventos en ruta”) a la plataforma web.
- **RF6:** Plataforma Web con capacidad de entregar información adicional (“notificaciones push”) a la app móvil cuando lo requiera o cuando el servidor lo considere.

- **RF7:** Detectar el bloqueo de señales de comunicación Wifi, Bluetooth, 3G, GPS haciendo uso de un dispositivo integrado al camión.
- **RF8:** Toda detección de bloqueo de señal debe ser comunicada a la plataforma insistentemente (camiones pasando cerca de un robo).

A partir de los requisitos funcionales identificados, se plantea desarrollar 3 aplicativos con un servidor en común para poder abordar correctamente los requisitos planteados. A continuación se los identifica y se entrega una descripción general, la cual se irá ampliando a lo largo de la sección:

- **Aplicación Web:** Destinada para la administración y la visualización de datos.
- **Aplicación Móvil:** Destinada para los conductores de camiones de carga.
- **Aplicativo en Camión:** Encargado de informar el estado de los vehículos de carga.
- **Server:** Encargado de centralizar y estructurar correctamente la información obtenida desde los 3 primeros.

Para complementar, se identifican 3 tipos de usuarios distintos que interactúan en SafeTrip, cada uno con distinto enfoque, acceso y labor dentro del sistema propuesto.

- **Administrador General:** Este usuario solo tendrá acceso dentro de la plataforma web. Será el encargado de ingresar nuevas empresas a colaborar con SafeTrip y de ingresar también usuarios administradores autorizados dentro de cada empresa creada. Tendrá acceso total dentro de lo que la plataforma web respecte.
- **Administrador Empresa:** Este usuario solo tendrá acceso dentro de la plataforma web. Será el encargado de ingresar nuevos usuarios Camioneros a colaborar con SafeTrip y con la empresa propia del Administrador Empresa quien lo registre. Será el encargado de ingresar los vehículos de transporte de carga de su

empresa al sistema. También tendrá la facultad de registrar los puntos de carga y descarga de su empresa. Además, será el responsable de planificar los viajes que posteriormente los usuarios camioneros deberán llevar a cabo.

- **Camionero:** Este usuario solo tendrá acceso dentro de la plataforma móvil. Su labor, además de transportar la carga, será la de iniciar, informar y finalizar los viajes previamente asignados por algún Administrador Empresa de su empresa.

3.1.2. Requisitos Funcionales Específicos por Plataforma

Dado que la solución propuesta está compuesta por 3 aplicaciones con un servidor en común, en este apartado se definirán los RF requeridos para cada una de ellas.

Para facilidad de agrupación de los requisitos y también para el desarrollo de ellos, se considerará que “Plataforma Web” abarca tanto el Front destinado a la administración, como el servidor encargado de gestionar todo. Solo en caso de que se requiera ser más específico en una función a describir, estos conceptos se separarán en “aplicación web” o “interfaz web” y “servidor” o “server” respectivamente. Dentro de los RF que se presentarán a continuación se usará el término “CRUD” para sintetizar la explicación de funcionalidades, este término hace referencia las siglas en inglés de Create(C), Read(R), Update(U) y Delete(D).

1. Plataforma web

- **PWRF1:** Acceso solo para Administrador General y de Empresa.
- **PWRF2:** CRUD de empresas solo disponible para Admin General.
- **PWRF3:** CRUD de Admins Generales (asignados a una empresa).
- **PWRF4:** CRUD de camioneros bajo una empresa. Posible solo para Admin de Empresa.
- **PWRF5:** CRUD de camiones bajo una empresa. Posible solo para Admin de Empresa.

- **PWRF6:** CRUD de viajes bajo una empresa. Posible solo para Admin de Empresa, con camiones y empleados de la misma empresa.
- **PWRF7:** Visualización en mapa de los camiones que estén viajando. Si se trata de admin general puede verlos todos. Si se trata de administrador de empresa solo puede ver los viajes de su empresa.
- **PWRF8:** Visualización en mapa de los eventos que hayan sido avisados. Si se trata de admin general puede verlos todos. Si se trata de administrador de empresa, solo puede ver los eventos de su empresa.
- **PWRF9:** Visualización en mapa de los camioneros que estén viajando. Si se trata de admin general puede verlos todos. Si se trata de administrador de empresa solo puede ver los viajes de su empresa.
- **PWRF10:** Creación de Api Rest para cumplir requisitos funcionales de la Aplicación móvil y del dispositivo en el camión.

2. Aplicación móvil

- **DCRF1:** Acceso solo para Camioneros.
- **DCRF2:** Visualización y edición de datos personales.
- **DCRF3:** Lectura, inicio y finalización de viajes pendientes para el usuario.
- **DCRF4:** Envío de coordenadas GPS una vez comenzado el viaje y a lo largo de él.
- **DCRF5:** Envío de eventos durante el viaje.
- **DCRF6:** Recepción de eventos ocurridos durante el viaje.

3. Dispositivo en el camión

- **AMRF1:** Correcta comunicación entre los distintos sensores (GPS, 3G u otro) y la raspberry, quien va a procesar los datos y efectuará los envíos de información hacia afuera.

- **AMRF2:** Iniciar automáticamente raspberry, arduino y sensores al encender un camión.
- **AMRF3:** Si el camión se encuentra en ruta, consultar a la plataforma web periódicamente y si no se ha iniciado un viaje, que lo haga automáticamente.
- **AMRF4:** Si el camión ya fue incluido en un viaje se enviará desde el sensor gps constantemente(30 seg ajustable) las coordenadas actuales.
- **AMRF5:** Con un analizador de espectros, verificar constantemente la existencia de ruido alrededor del camión. Luego estimar o no la existencia de un Jammer.
- **AMRF6:** Ser capaz de notificar a la plataforma web a través de un evento la existencia de algún problema en el camión.

3.1.3. Requisitos no Funcionales del Sistema General

Los requisitos no funcionales(RNF) o atributos de calidad son requisitos que especifican criterios que pueden usarse para juzgar la operación de un sistema en lugar de sus comportamientos específicos. Por lo tanto, se refieren a todos los requisitos que no describen funciones a realizar, sino características de funcionamiento. Ejemplos: atributos relacionados con: Rendimiento, Disponibilidad, Accesibilidad, Usabilidad, Estabilidad, Portabilidad, Costo, Operatividad, Interoperabilidad, Escalabilidad, Concurrencia, Mantenibilidad, Interfaz, Seguridad.

- **RNF1:** Tener comunicación 3G o superior desde el dispositivo en el camión y en el móvil del chofer en toda la ruta.
- **RNF2:** Obligatorio para los usuarios otorgar los permisos y la activación (si se requiere) para correcto funcionamiento de SafeTrip.
- **RNF3:** Seguridad y restricción de acceso a las plataformas de SafeTrip.

- **RNF4:** Replicar operación en rutas distintas al triángulo Valparaíso, Santiago, San Antonio y llevar la solución a las demás regiones o incluso internacionalizar la solución.
- **RNF5:** Capacidad de conectar el sistema a un externo autorizado. Para avisar, informar y/o notificar a entidades (como Carabineros de Chile) sobre algún siniestro.
- **RNF6:** Encriptación de datos para la comunicación entre las distintas plataformas del sistema.
- **RNF7:** Informar a otros dispositivos móviles que cuenten con nuestra aplicación, y que estén autorizados, de presuntos robos ocurriendo a X distancia de él.

3.1.4. Requisitos no Funcionales Específicos por Plataforma

De igual forma, dado que la solución propuesta está compuesta por 3 aplicaciones con un servidor en común, a continuación se definirán los RNF requeridos para cada una de ellas.

1. Plataforma web

- **PWRNF1:** Manejo de sesión provista por Meteor sea lo suficientemente segura.
- **PWRNF2:** Configuración de la Api Rest provista por Meteor sea segura, para permitir solamente consultas de usuarios camioneros.
- **PWRNF3:** Conseguir certificado SSL para el sitio.
- **PWRNF4:** Asegurar solo recepción de información desde aplicativos de camiones registrados previamente.

2. Aplicación móvil

- **AMNRF1:** Aplicación disponible para IOS y Android.
- **AMNRF2:** Los teléfonos móviles de los camioneros cuentan con un sensor GPS moderno con bajo margen de error.
- **AMNRF3:** Los teléfonos móviles de los camioneros deben otorgar los permisos de uso de GPS y datos móviles a la app.
- **AMNRF4:** Los teléfonos móviles de los camioneros deben mantener habilitado el GPS y datos móviles mientras se encuentren en ruta.
- **AMNRF5:** Capacidad de comunicación y notificación desde la web en toda la ruta.

3. Dispositivo en el camión

- **DCRNF1:** Capacidad de comunicación en toda la ruta.
- **DCRNF2:** Cerrar automáticamente todas las puertas de carga del camión una vez se haya detenido el camión sin haber llegado a destino.
- **DCRNF3:** Agregar más sensores que entreguen más información del estado del camión como cantidad de combustible, peso de la mercadería, etc.
- **DCRNF4:** Que este dispositivo logre comunicar la detección de un Jammer antes de que el camión entre en la zona de incomunicación total.

3.2. Elección de tecnologías para desarrollar la solución

En esta sección se describe el software, software y/o frameworks elegidos para el desarrollo del sistema de SafeTrip, comentando las razones por qué se decide elegir uno por sobre otro, y si en el camino se realizaron ajustes. Considerando como base los requisitos antes enlistados y siempre enfocado en lograr un producto mínimo viable con el que se pueda testear y hacer pruebas de concepto.

3.2.1. Ambiente de desarrollo del sistema

Para la elección de un ambiente de desarrollo, primero se consideró la elección de un lenguaje sobre el cual trabajar, el cual fue Javascript(JS). La elección fue casi inmediata debido a la versatilidad con la que cuenta este lenguaje, considerando además qué gran parte del desarrollo se enfoca en una página web dinámica, lo cual prácticamente obliga a usar JS en algún punto en caso de haber elegido Python, Ruby o algún otro lenguaje.

Para respaldar la decisión anterior se considera el conocimiento y manejo previo con el lenguaje, además de la comunidad de Stack Overflow, una prueba de peso. La encuesta realizada en 2021 ‘Lenguajes de programación, scripting y marcado’ [41], la cual se encuentra ilustrada en la figura 3.1, arrojó que “JavaScript completa su noveno año consecutivo como el lenguaje de programación más utilizado. Para la mayoría de los desarrolladores, la programación es programación web”.

Lo siguiente importante a mencionar es que, desde un inicio, se buscó un framework sobre el cual se pueda desarrollar en multiplataforma, es decir, ocupar el mismo para desarrollar la interfaz web, el servidor y la app móvil. Lo anterior se debe principalmente a la escasez de desarrolladores para el proyecto (1), además de las ventajas que naturalmente traería el manejar la misma herramienta, como la reutilización de funciones, el manejo de un solo repositorio, reducción en tiempos de desarrollo y de documentación a leer. Es por esto y un par de cualidades propias del framework que mencionaremos en breve, se decide la utilización de Meteor JS.

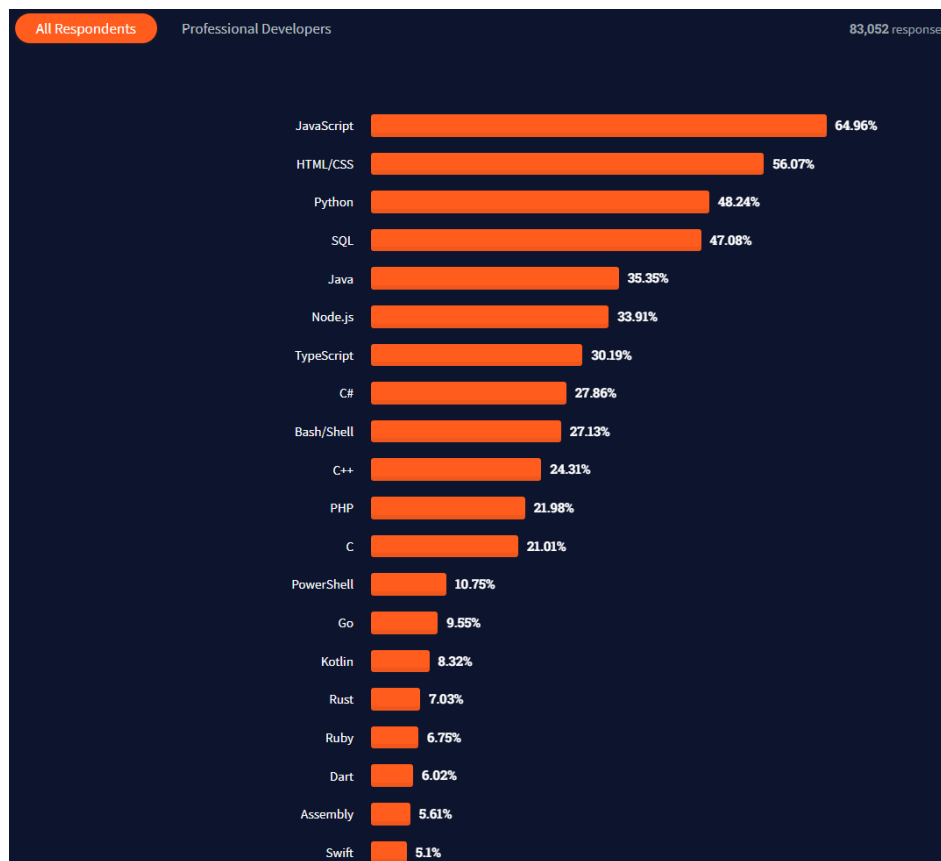


Figura 3.1: Lenguajes de programación más usados en 2021. Fuente: Stack Overflow

Meteor JS es un framework de JavaScript de código abierto que tiene como objetivo simplificar el desarrollo de aplicaciones modernas multiplataforma (web, Android, iOS y escritorio) que actúan en tiempo real. Usa la comunicación en tiempo real mediante un protocolo llamado Distributed Data Protocol [42] (DDP), que es soportado por navegadores modernos que usan WebSockets o en navegadores antiguos que soporten 'long polling' [43]. En ambos casos, la comunicación navegador-servidor es indiferente para el usuario.

En el servidor, MeteorJS se integra con MongoDB que junto al protocolo DDP utilizan un patrón publish-subscribe [44] para propagar automáticamente al cliente cambios en los datos sin requerir que el desarrollador escriba algún código de sincronización.

En el cliente, Meteor depende de jQuery y puede ser usado con cualquier librería

de UI para JavaScript, como Angular, Vue, Svelte, React o Blaze por ejemplo. Además, gracias al protocolo DDP que permite utilizar el framework, la información en la vista se refrescará automáticamente sin necesidad de hacerlo explícitamente, lo cual se considera sumamente útil al tratarse de una plataforma de rastreo y seguimiento, donde se espera un flujo importante de vehículos trabajando en simultáneo.

En cuanto al ambiente móvil, Meteor se integra con Cordova. Apache Cordova [45] es un conocido proyecto de código abierto de Apache, para crear aplicaciones móviles a partir de la misma base de código que utiliza para crear aplicaciones web normales. Una aplicación de Cordova es una aplicación web escrita con HTML, CSS y JavaScript como de costumbre, pero se ejecuta en una vista web integrada en una aplicación nativa en lugar de en un navegador móvil independiente. Cordova también otorga el acceso a ciertas funciones nativas del dispositivo a través de plugins. Los plugins permiten usar funciones que normalmente no están disponibles para las aplicaciones web, como acceder a la cámara del dispositivo o al sistema de archivos local, interactuar con lectores de códigos de barras o NFC, etc.

Sin embargo, debido principalmente a la poca documentación y dificultades que se presentaron al momento de intentar desarrollar la aplicación móvil con Meteor, se decide finalmente continuar el desarrollo móvil haciendo uso del framework Ionic. Ionic es un SDK de código abierto para el desarrollo de aplicaciones móviles híbridas multiplataforma que utiliza HTML5, CSS (generado por SASS) y puede trabajar con Cordova como base.

El cambio en el ambiente móvil de Meteor a Ionic no resultaría tan brusco debido a que se sigue trabajando sobre Cordova. Además, Ionic también permite el uso de las principales librerías para el desarrollo visual, como lo son ReactJS, AngularJS y VueJS. Dentro de los beneficios extras y que ayudaron en la decisión está, el conocimiento previo del framework y las componentes “pre-fabricadas” [46] que ofrece Ionic independiente de la herramienta visual elegida, lo cual nos entrega más facilidades en el desarrollo. Por el contrario, si se quiere considerar un punto en contra a destacar, sería la necesidad de implementar un servicio api rest en el servidor al cual

realizar consultas de los datos del conductor requeridos desde la aplicación móvil. Cabe mencionar que dicho servicio igual terminaba siendo obligatorio debido a que se necesita comunicación desde el aplicativo en el camión al servidor, la diferencia está en que ahora se necesitaran un par de funciones más para entregar la información requerida por el camionero.

Para el desarrollo del aplicativo que acompaña al camión se cuenta con una Raspberry Pi 3b, es decir, se trabajará sobre el sistema operativo (SO) Raspbian [47]. Además, se cuenta con un Arduino Uno y un módulo gps, los cuales se comunicarán de forma serial, al igual que la Raspberry Pi con el Arduino Uno. La elección de estos dispositivos, se debe principalmente a que el departamento de la carrera los facilitó para el desarrollo de este proyecto.

Es importante mencionar que para crear la lógica de guardado y envío de coordenadas desde este dispositivo se utilizó Python, existiendo dos principales razones. La primera se debe a que la propia raspberry trae el lenguaje Python preinstalado, lo cual facilita el desarrollo. La segunda, debido a la documentación encontrada, es más común el uso de Python para este tipo de aplicativos que JavaScript.

Ya con una idea más concreta de los ambientes y lenguajes seleccionados para desarrollar las aplicaciones, en los siguientes apartados de esta sección se presentará y explicará un poco más en detalle las tecnologías usadas en cada una de las aplicaciones, web, móvil y dispositivo.

3.2.2. Tecnologías Plataforma Web

Como se mencionó anteriormente, el framework que se seleccionó para el desarrollo de SafeTrip Web y SafeTrip Server fue MeteorJS. Donde también se considera el desarrollo de una api rest para comunicación externa.

Para la interfaz web finalmente se decide ocupar ReactJS por sobre Angular y Vue, quienes eran los principales competidores.

Existe un elemento llamado DOM [48] que puede entenderse como UI (la interfaz

de usuario de tu aplicación). El DOM cambia cada vez que se actualiza la interfaz de usuario y representa los cambios que se realizan en la aplicación. El rendimiento de las bibliotecas se puede medir considerando este parámetro. En la figura 3.2 se compara Angular vs React vs Vue haciendo uso de este criterio.

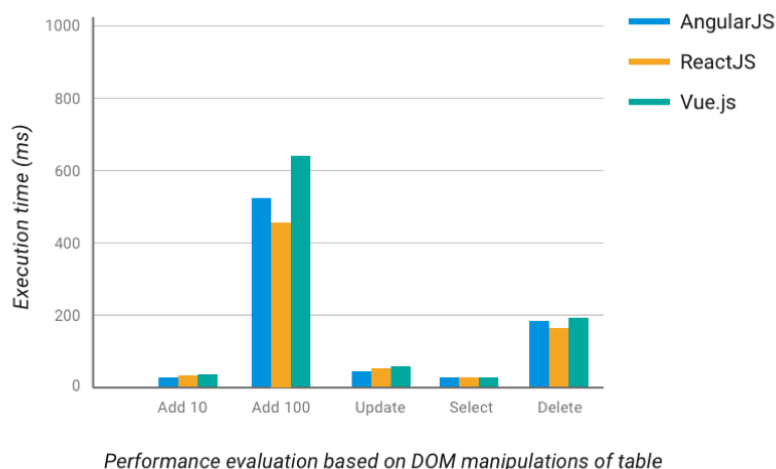


Figura 3.2: Comparativa basándose en el DOM. Fuente: Openinnova

Si bien en la imagen anterior podría considerarse a ReactJS como ganador, la verdad es que las diferencias no son tan abismales y podrían variar si se toma en cuenta otro criterio o escenario de pruebas. Es por esto que la decisión se toma considerando una vez más el sitio Stack Overflow y su encuesta a desarrolladores realizada en el año 2021. Los resultados de dicha encuesta [49] son ilustrados gráficamente en la figura 3.3 y figura 3.4.

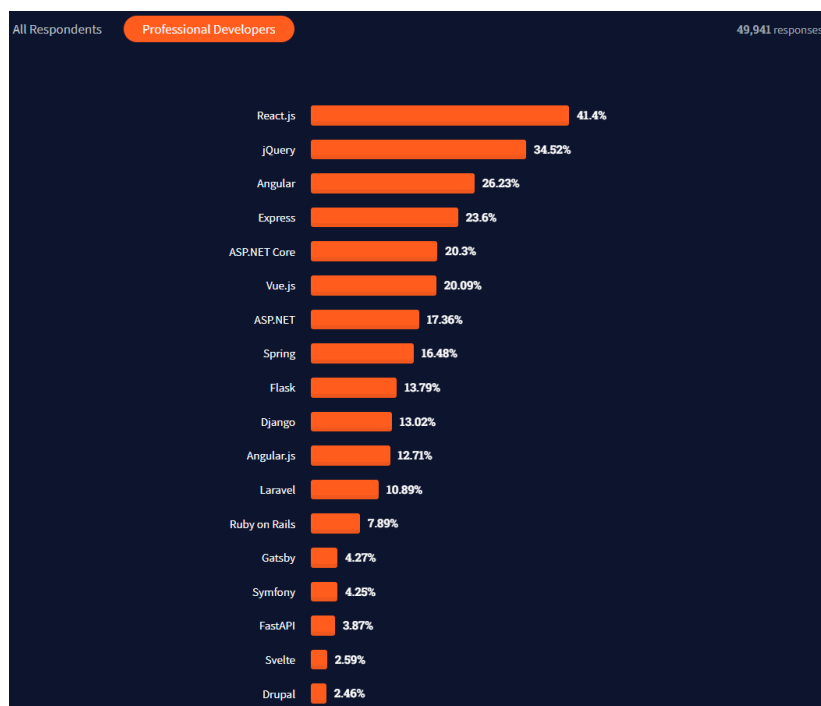


Figura 3.3: Frameworks más populares en 2021. Fuente: Stack Overflow

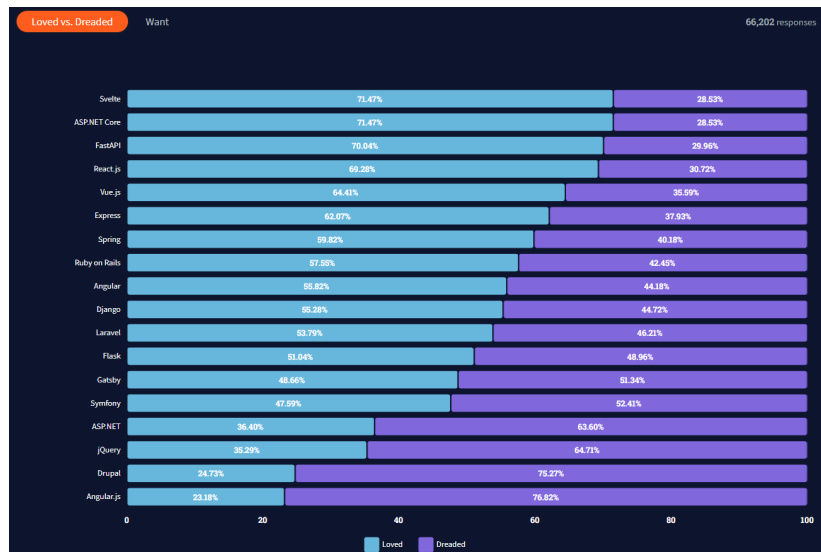


Figura 3.4: Frameworks más queridos en 2021. Fuente: Stack Overflow

En la figura 3.3 podemos ver que en el 2021 ReactJS supera a jQuery (histórico) como el framework web, siendo el más utilizado de todos y supera tanto a Vue como a Angular como más “querido” por su comunidad.

Continuando con las herramientas de la Interfaz web, se considera importante mencionar el uso de Bootstrap 4 para ahorrar escritura de código CSS, donde destaca el uso de su navbar para la implementación del menú y el uso de su grilla para estructurar las distintas páginas de SafeTrip Web. Las demás librerías a mencionar, fueron elegidas por alguna funcionalidad en específico y se consideró que la implementación era más sencilla que otras similares, por ejemplo:

- **react-router:** [50] Encargada del enrutado del sitio en general, clave en la restricción de accesos.
- **react-hook-form:** [51] Usada para la creación de los distintos formularios en el sitio, clave para la verificación de si los formularios son válidos o no.
- **sweetalert2:** [52] Es quien se hace cargo de levantar todo tipo de aviso en el sitio, ya sea informativo o de alerta.
- **google-map-react:** [53] Se ocupa de mostrar el conocido Google Maps dentro del sitio, clave para hacer el seguimiento del camión.

Por el lado de SafeTrip Server se considera la utilización de una base de datos no relacional como lo es MongoDB. La principal razón es la dependencia por parte MeteorJS, sin embargo, desde un inicio se había considerado el uso de una base de datos no relacional debido al poco conocimiento que se tenía respecto al rubro del transporte de carga, a lo cual se suma que la empresa quien levanta la problemática central, tampoco pertenece al rubro como tal. Dentro de los beneficios que otorga MongoDB al proyecto que una base de datos relación no, están:

1. **Flexibilidad** en la estructuración de datos, dado que son bases de datos muy útiles para organizar y gestionar información no estructurada, o cuando no se tiene una noción clara de los datos a almacenar. Es muy probable que la información que manejan las distintas empresas del rubro difieran, ya sea que cuenten con distinta información tanto de sus trabajadores, de sus vehículos,

etc. En una base de datos relacional, este tipo de escenarios son más complejos de manejar.

2. **Escalabilidad**, pueden soportar mayores volúmenes de datos y añadir mayor capacidad añadiendo nuevos módulos de software, sin necesidad de añadir nuevos servidores.
3. **Versatilidad** en el crecimiento en el volumen de datos o la posibilidad de incluir cambios sobre la forma en la que ingresan los datos sin necesidad de alterar la estructura, permite adaptarse de forma rápida a un entorno de alto dinamismo. Este punto es importante, si se piensa en un futuro agregar otros sensores, para así tener más clara la situación de la carga o el camión como tal.

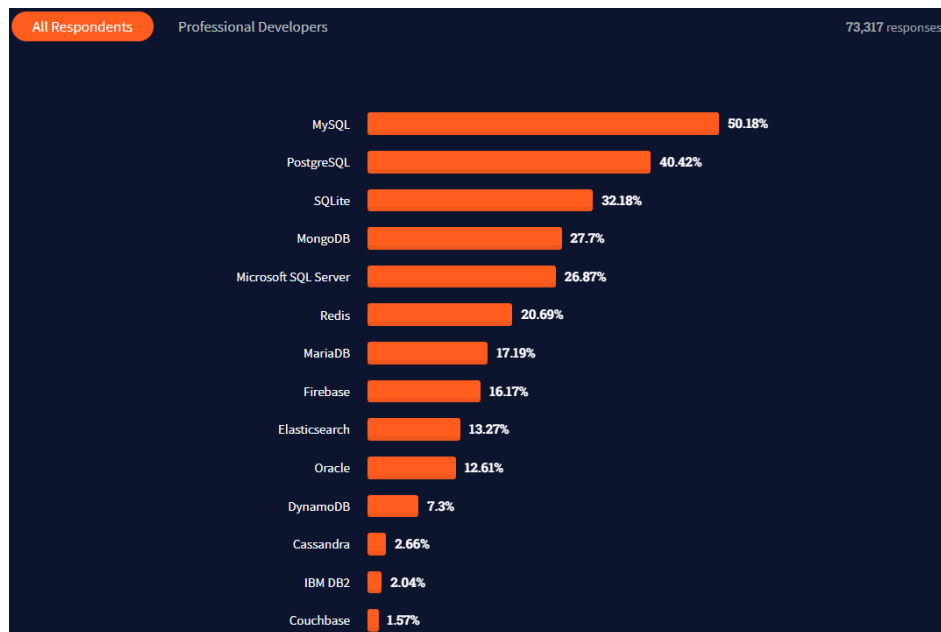


Figura 3.5: Bases de datos más populares en 2021. Fuente: Stack Overflow

En la figura 3.5, en el gráfico podemos ver que en cuanto a bases de datos no relacionales, la más popular es MongoDB.

Continuando con las herramientas del servidor, se considera importante mencionar el uso de las funciones “publish” y “subscribe” entregadas por el framework para

lograr una visualización controlada de la información desde el servidor y no solo visual. En palabras simples, los usuarios no verán información de otras empresas a menos que el sistema así lo permita, entregando así un nivel de seguridad a nuestros colaboradores. Las demás librerías a mencionar del lado del servidor, fueron elegidas por alguna funcionalidad en específico y se consideró que la implementación era más sencilla que otras similares, por ejemplo:

- **accounts-password:** [54] Desarrollada para MeteorJS. Esta librería se ocupa tanto de la creación como de la verificación de las cuentas de los distintos usuarios, manejando la colección Users dentro del sistema y permitiendo la agregación de valores personalizados si se quiere. Además, se preocupa de hashear la información sensible.
- **alanning:roles:** [55] Desarrollada para MeteorJS. Encargada del manejo de los roles y de los alcances dentro del sistema para usuarios, clave en la restricción de accesos.
- **check** [56] Desarrollada para MeteorJS. Su labor es tan sencilla como importante y consiste en realizar una verificación del tipo de variable que se quiera. Clave para discriminar consultas con datos incorrectos.
- **webapp:** [57] Desarrollada para MeteorJS. Es con la cual se configura la api rest para entregar acceso externo al servidor. Esencial para permitir solicitudes GET, POST, UPDATE o DELETE tanto desde la aplicación móvil como al aplicativo del camión, verificando el origen de la solicitud y los tipos de datos que llegan dependiendo la consulta efectuada.
- **simpl-schema:** [58] Se encarga de crear los esquemas de las colecciones del sistema, útil para entregar al menos una estructura básica de entidades como Users, Enterprises, Travels, etc.
- **firebase-admin:** [59] SDK de Firebase. Utilizada principalmente para el manejo

de notificaciones push hacia la interfaz web y la aplicación móvil. Es clave la separación por canales que ofrece Firebase, ya que dentro del servidor se separan las notificaciones, dependiendo del viaje al cual se está alertando.

3.2.3. Tecnologías Aplicación móvil

Como se mencionó previamente, el framework que se seleccionó para el desarrollo de SafeTrip Móvil fue Ionic, con el cual se pueden desarrollar aplicaciones híbridas basándose en tecnologías web (HTML, CSS y JS), trabaja sobre Cordova y para desarrollar su interfaz gráfica se puede hacer uso de AngularJS, ReactJS o VueJS. La decisión sobre qué librería utilizar fue similar a la tomada para la plataforma web, es decir, se hace uso de ReactJS. Ionic cuenta con componentes gráficas prediseñadas para una rápida implementación, las cuales son independientes de la selección anterior.

Para acceder a los periféricos o a las cualidades que distinguen al teléfono móvil como lo son la cámara, el bluetooth, el gps u otro, es necesario el uso de plugins de Cordova. La instalación de ellos en un proyecto de Ionic es sencilla y en la documentación oficial existen ejemplos de varios plugins de Cordova adaptados a Ionic. Cabe destacar que mientras esté bien configurado, cualquier plugin de Cordova puede ser integrado independientemente de si está en los ejemplos oficiales y/o adaptados por Ionic.

Para el desarrollo de SafeTrip se tomó varios plugins de Cordova, donde muchos vienen preinstalados al crear un proyecto. Los más relevantes son:

- **IonicStorageModule:** [60] Plugin de Ionic. Su función es entregar acceso a un almacenamiento local a la aplicación, útil para guardar la sesión del usuario información. Su utilización es simple, dado que ocupa el concepto llave/valor, permitiendo valores del tipo objeto.
- **HTTP(@ionic-native/http):** [61] Plugin de ionic. Es el encargado de conectar la aplicación con APIs externas, clave para obtener la información requerida

desde el servidor y para enviar actualizaciones desde la app. Su utilización es sencilla, aceptando los métodos GET, POST, UPDATE, DELETE y headers personalizados si se requiere.

- **BackgroundGeolocation:** [62] Plugin de terceros, desarrollado en Cordova. Su función es capturar y enviar constantemente la posición del dispositivo móvil, considerando además la fecha y otros parámetros de interés como la velocidad y la altura. Las iteraciones de captura y envío son parametrizables, en caso de no confirmar la correcta recepción de parte del servidor, el plugin maneja un SQLite (base de datos) propio donde irá almacenando las coordenadas pendientes de envío, intentándolo en la siguiente iteración. Esto es muy importante debido a que es normal la pérdida de señal en algunas zonas. Si bien Ionic ofrecía un par de plugins con acceso al gps y con una implementación más sencilla, estas no funcionaban correctamente en segundo plano o con la app cerrada, lo cual llevó a buscar una de externa.
- **FirebaseX:** [63] Plugin de terceros con soporte de Ionic. Este complemento es el encargado de levantar las notificaciones push que se emitan a través de los canales de Firebase. Si bien se podría utilizar el plugin para acceder a otras bondades de Firebase, de momento solo se contará con las notificaciones push. Cabe mencionar que este complemento trabaja sobre los sdk nativos oficiales de Firebase y no es más que una adaptación implementada desde Cordova.

3.2.4. Tecnologías Aplicativo del Camión

Como se adelantó, el desarrollo del aplicativo que acompañaría al camión cuenta con una Raspberry Pi 3B, cuya elección se basa en el previo conocimiento y la fácil obtención, dado que la fue facilitada por la universidad. La Raspberry Pi es la placa de un ordenador simple compuesto por un SoC, CPU, memoria RAM, puertos de entrada y salida de audio y vídeo, conectividad de red, ranura SD para almacenamiento,

reloj, una toma para la alimentación a través de micro USB y conexiones para periféricos de bajo nivel como el que se usará en el proyecto. Es decir, la Raspberry es un mini ordenador, cuya función es clave dentro del aplicativo y del proyecto, dado que será el encargado final de enviar el estado informado desde los periféricos.

Para poder configurar el ambiente y ponerlo en marcha, en primera instancia se tuvo que conectar periféricos para poder interactuar, como una pantalla, un ratón y un teclado, sin embargo, posteriormente se dejó habilitado y configurado el acceso a través de ssh. Cabe mencionar que se instaló el sistema operativo Raspberry Pi OS o Raspbian en una tarjeta SD de 16 MB de capacidad. La elección del sistema operativo fue bajo el criterio de usar lo recomendado por los propios desarrolladores del minicomputador y por ser un SO liviano pensado para este tipo de aplicaciones.

Para la comunicación con sensores se elige un Arduino Uno [64], dado a su fácil obtención por ser facilitada por la universidad. Además, el Arduino Uno es un componente muy versátil que cuenta con conjuntos de pines de E/S digitales y analógicas que pueden conectarse a varias placas de expansión y otros circuitos (protoboards), lo cual es clave si se quiere agregar más sensores que informen del estado del camión. Se piensa en el Arduino Uno como una forma de aumentar las capacidades del aplicativo, dejando un ambiente mejor preparado para el futuro.

Para la detección de la posición por GPS se elige el módulo Neo-6M el cual fue sugerido por la empresa interesada en el proyecto, dado que ya habían trabajado con él en otros proyectos y bajo el criterio de ser un sensor barato y con una performance confiable en la práctica.

Respecto a la ejecución y a la lógica del aplicativo. Se planea ejecutar un script (archivo.sh) una vez se encienda la raspberry, el cual básicamente ejecutará los archivos encargados de la lógica. En informática, un script o secuencia de comandos, es un término informal que se usa para designar a un programa relativamente simple y cuya implementación para su auto ejecución es medianamente sencilla.

Finalmente, es importante mencionar que para la lógica final encargada de enviar la información de él o los sensores, se elige el lenguaje Python, cuya elección se debe

a tres grandes razones: previo conocimiento del lenguaje, venir instalado en el SO y acceso a códigos ya utilizados por la empresa interesada.

3.2.5. Servicios Ambiente de Pre-Producción

Para poder realizar pruebas en un escenario más real y poder probar el sistema en un ambiente de preproducción, se tuvo que elegir entre varias plataformas que otorgan servicios en la nube, como por ejemplo Amazon Web Service (AWS), Microsoft Azure, Google Cloud Platform, Heroku, etc. Donde si bien las tres primeras son las más completas y con mayor robustez, también se las consideró poco intuitivas para desarrollar un proyecto MeteorJS. Además, no se contaba con ningún conocimiento previo a diferencia de Heroku, plataforma con la cual ya se tenía un acercamiento, lo cual fue lo que finalmente empujó a su elección como proveedor. Es importante mencionar que el margen gratuito que ofrece Heroku es más que suficiente para el uso requerido en las pruebas de preproducción.

Usando de respaldo una vez más los datos entregados por Stack Overflow en 2021 [65], en la figura 3.6 podemos ver la buena ubicación que ocupa Heroku como proveedor de servicios en la nube, solo superado por los 3 grandes que son Amazon, Microsoft y Google.

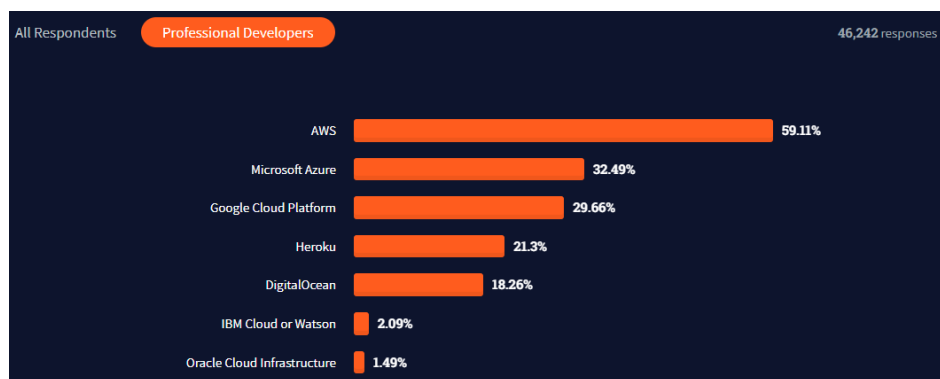


Figura 3.6: Servicios en la nube más populares en 2021. Fuente: Stack Overflow

Por el lado de la base de datos, para su uso en producción se hará uso de MongoDB Atlas [66], servicio entregado por el mismo equipo que construye MongoDB. Este

servicio es capaz de alojar en la nube en AWS, Azure y Google Cloud, permitiendo operar y escalar una base de datos MongoDB de manera sencilla. Para desarrollo de SafeTrip se eligió almacenar la base de datos en Google Cloud principalmente por temas de costos a futuro, dado que cualquiera podría haber soportado con el margen de gratuidad para la realización de las pruebas.

3.3. Definición de la Arquitectura del Sistema General

Luego de haber hecho un repaso de los requisitos recogidos inicialmente, de haber elegido nuestras herramientas, y en ambos casos identificando y separando por plataforma. A continuación, se definirá la arquitectura y los diseños planteados para la elaboración de SafeTrip, principalmente desde la Ingeniería de Software, considerando además unos mockups simples de cómo se espera visualmente la aplicación web y móvil.

3.3.1. Arquitectura general del sistema

La arquitectura general de SafeTrip abarca a sus 3 aplicativos, web, móvil y dispositivo en el camión. En la figura 3.7 se muestra un resumen de cómo sería y cómo se conectarían los frameworks previamente anunciados.

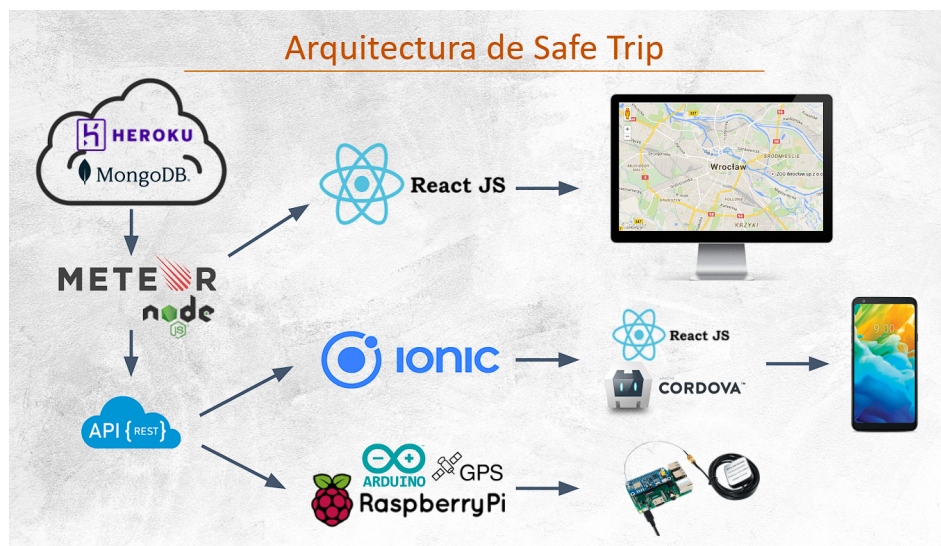


Figura 3.7: Arquitectura del sistema general de SafeTrip.

3.3.2. Modelo de base de datos

En cuanto al modelo de la base de datos, se plantea a desarrollar el esquema mostrado en la figura 3.8. Para mejor comprensión, solo se indican los atributos claves, es

decir, las llaves primarias de cada tabla, las llaves foráneas que lo relacionan con otra tabla y atributos obligatorios en caso de que los haya, como por ejemplo el username del usuario. Valores complementarios como nombres, localidad, teléfono, modelo de vehículo, fecha de creación, fecha de última modificación, razón social, etc., no se considerarán para definir y/o explicar dado que no tienen un impacto en la lógica a desarrollar y para evitar sobre extensión de esta sección, sin embargo, si se tuvieron en cuenta.

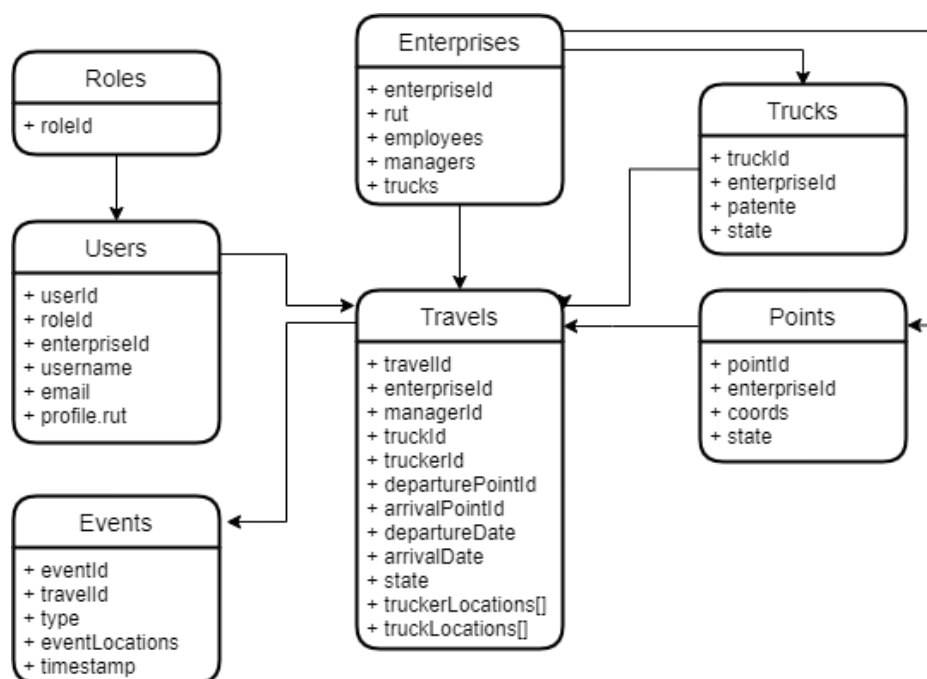


Figura 3.8: Diagrama de la base de datos de SafeTrip.

Tener en cuenta que las 7 entidades representadas en tablas con atributos al tratarse de una base de datos no relacional se refieren a colecciones, donde en teoría podría guardar cualquier tipo de documento sin estructura alguna. Sin embargo, es clave asignarles un esquema a seguir a cada uno, incluso restringiendo los valores con los tipos de variables que se espera guardar (number, text, date, etc.).

A continuación, a través de una tabla por colección y una fila por atributo, se definirá un poco más a detalle qué es cada atributo, definiendo su nombre, su tipo, si el atributo es obligatorio o no en cada documento, si el atributo es propio de la

colección definida o el nombre de la colección a la que pertenece y por último una breve definición de su razón o uso.

Se considera que, el rol “admin” es el rol de un administrador general, el rol “manager” es el rol asignado a un administrador de una empresa y el rol employees es utilizado para diferenciar a los usuarios transportistas de los 2 antes mencionados. Además, se considera un tipo idx.^a los atributos index de la tabla, es decir que dicho valor será único, lo diferenciará y no se podrá repetir.

Descripción atributos de la colección Roles:

Nombre	Tipo	Requerido	Origen	Definición
roleId	string(idx)	true	propio	valor con nombre del rol a desempeñar

Descripción atributos de la colección Users:

Nombre	Tipo	Requerido	Origen	Definición
userId	string(idx)	true	propio	valor random y único definido automáticamente
roleId	string	true	Roles	valor con nombre del rol a desempeñar
enterpriseId	string	false	Enterprises	valor id de su empresa, salvo para un admin general
username	string(idx)	true	propio	valor para diferenciar con otros usuarios
email	email(idx)	true	propio	email para diferenciar con otros usuarios
profile.rut	string	true	propio	valor para diferenciar con otros usuarios

Descripción atributos de la colección Enterprise:

Nombre	Tipo	Requerido	Origen	Definición
enterpriseId	string(idx)	true	propio	valor random y único
rut	string(idx)	true	propio	para diferenciar con otras empresas
employees	array	false	propio	array de user ids con rol employee asignados a la empresa
managers	array	false	propio	array de user ids con rol manager asignados a la empresa
trucks	array	false	propio	array de trucks ids asignados a la empresa

Descripción atributos de la colección Trucks:

Nombre	Tipo	Requerido	Origen	Definición
truckId	string(idx)	true	propio	valor random y único
enterpriseId	string	true	Enterprises	valor para diferenciar a qué empresa pertenece el camión
patente	string	true	propio	para diferenciar de otro camión
state	string	false	propio	valor para conocer estado y disponibilidad del camión

Descripción atributos de la colección Points:

Nombre	Tipo	Requerido	Origen	Definición
pointId	string(idx)	true	propio	valor random y único
enterpriseId	string	true	Enterprises	valor para diferenciar a qué empresa pertenece el camión
coords	object	true	propio	objeto de las coordenadas GPS del punto de carga
state	string	false	propio	valor para conocer estado y disponibilidad del punto de carga

Descripción atributos de la colección Trucks:

Nombre	Tipo	Requerido	Origen	Definición
travelId	string(idx)	true	propio	valor random y único definido automáticamente
enterpriseId	string	true	Enterprises	valor para diferenciar a qué empresa pertenece el viaje
managerId	string	true	Users	id del usuario con rol manager que planificó el viaje
truckId	string	true	Trucks	id del camión registrado que hará el viaje
truckerId	string	true	Users	id del usuario con rol employee que realizará el viaje
departure PointId	string	true	Point	id del punto de carga registrado del que se quiere partir
arrival PointId	string	true	Point	id del punto de carga registrado al que se quiere llegar
departure Date	date	true	propio	fecha en que se planifica iniciar el viaje
arrival Date	date	true	propio	fecha estimada de llegada al destino
state	string	false	propio	valor para conocer estado en que se encuentra un viaje
trucker Locations	array	false	propio	array de coords registradas por la app durante el viaje
truck Locations	array	false	propio	array de coords registradas por el aplicativo durante el viaje

Descripción atributos de la colección Events:

Nombre	Tipo	Requerido	Origen	Definición
eventId	string(idx)	true	propio	valor random y único definido automáticamente
travelId	string	true	Travel	valor para diferenciar a qué viaje pertenece el evento
type	string	true	propio	valor para diferenciar gravedad del evento
event Location	object	false	propio	objeto de las coordenadas donde fue emitido el evento
timestamp	date	false	propio	momento exacto cuando se da aviso del evento

3.4. Esquema de la Plataforma Web

En esta subsección se definirán los flujos de la plataforma web, los cuales definirán y darán un mapa más claro del comportamiento que se desea obtener con su uso. A través de varios diagramas se demarca el rol que debe cumplir la plataforma web dentro de SafeTrip y evidencia aún mejor la labor de los usuarios administradores a quienes va destinada la aplicación web. Además, se mostrarán unas vistas preliminares de cómo se espera visualmente la interfaz web.

3.4.1. Diagrama de navegación general

SafeTrip Web deberá contar con un mapa de navegación como el que se puede apreciar en la figura 3.9, este diagrama busca resumir las distintas funcionalidades con las que debe contar el sitio, a través de flujos que reflejan los distintos caminos que pueden tomar los usuarios en la plataforma.

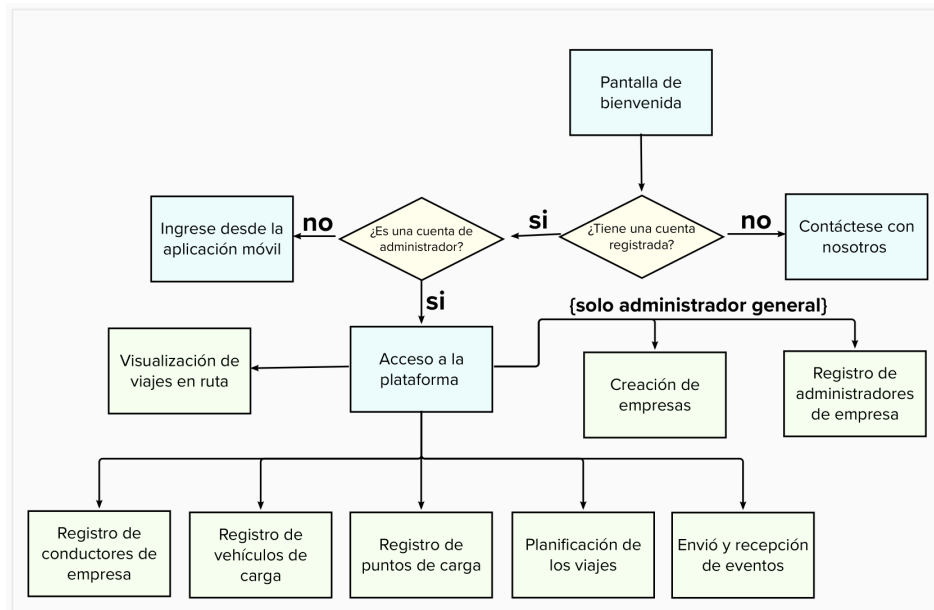


Figura 3.9: Diagrama de navegación general plataforma web.

Para esclarecer y evitar extender el diagrama, dado que los procesos de cada funcionalidad son más complejos, estos fueron representados en la figura 3.9 a través de

recuadros verde claro de forma resumida. Además, como se podrá visualizar en el diagrama, existirán funcionalidades que se espera solo estén disponible para usuarios con cierto rol.

3.4.2. Diagramas de flujos específicos

En este apartado se explicará más extensamente algunas de las funcionalidades presentadas en el diagrama general. A través de diagramas de flujos, se profundizará en las funcionalidades “Registrar empresa”, “Registrar administrador de empresa” y “Planificar un viaje” respectivamente. Cabe mencionar que se seleccionaron las más relevantes e influyentes para el proyecto, considerando además evitar repetir procesos con flujos muy similares.

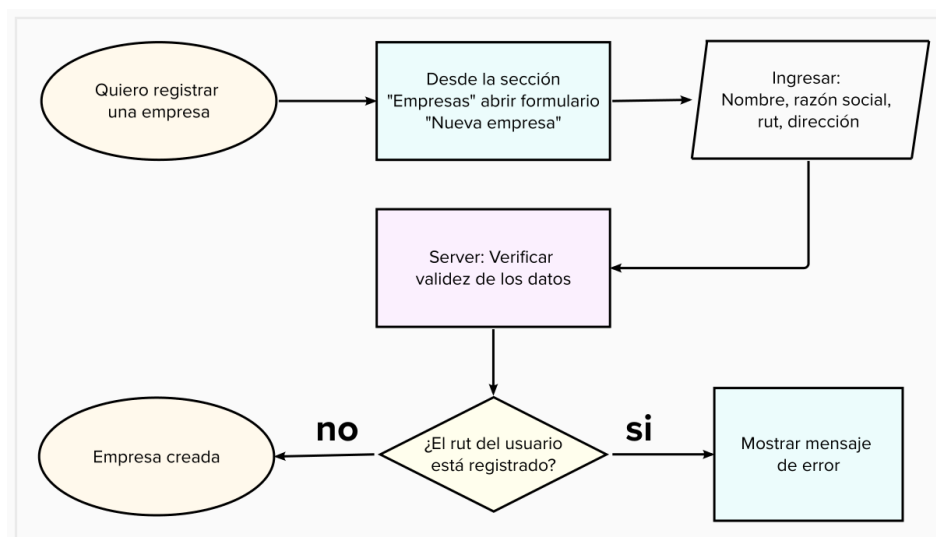


Figura 3.10: Flujo “registro de empresa”.

El flujo **Registro de empresa** representado en la figura 3.10 es vital dentro del sitio, dado que la mayoría de entidades que se manejan estarán relacionadas con una empresa. Esta funcionalidad debe estar disponible solo para usuarios con el rol de “Administrador general” y además de un id propio dentro del sitio, se diferenciará de otras teniendo en cuenta su RUT como empresa.

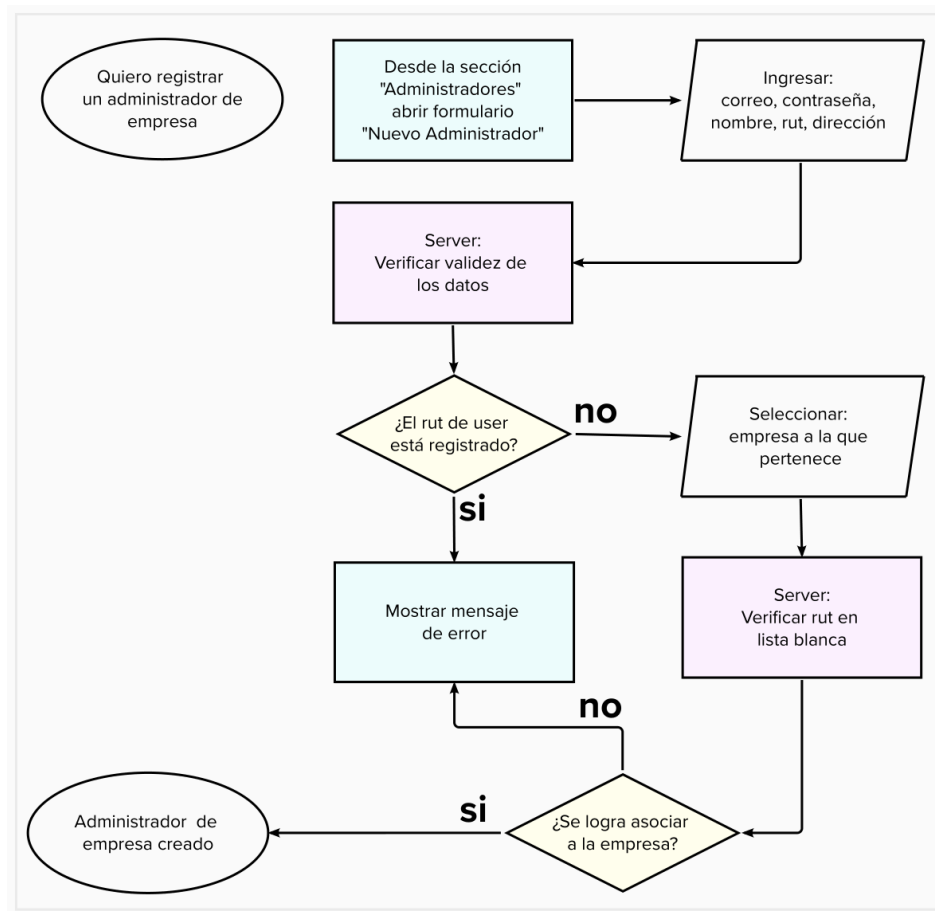


Figura 3.11: Flujo “registro de administrador de empresa”.

El flujo **Registro de administrador de empresa** representado en la figura 3.11, es relevante dentro del sitio, dado que va destinado a la creación de la cuenta de un usuario que podrá posteriormente acceder al sitio y ver aspectos relacionados a la empresa con la cual fue vinculado. Esta funcionalidad debe estar disponible solo para usuarios con el rol de “Administrador general” y además de un id propio dentro del sitio, se diferenciará de otros usuarios por su RUT o correo. Para mayor seguridad, se espera que la empresa entregue previamente una lista de los ruts de usuarios autorizados a ser administradores de la empresa. Cabe mencionar que el flujo es prácticamente el mismo para el registro de usuarios choferes, con la diferencia que este sí podría hacerlo un usuario administrador de empresa.

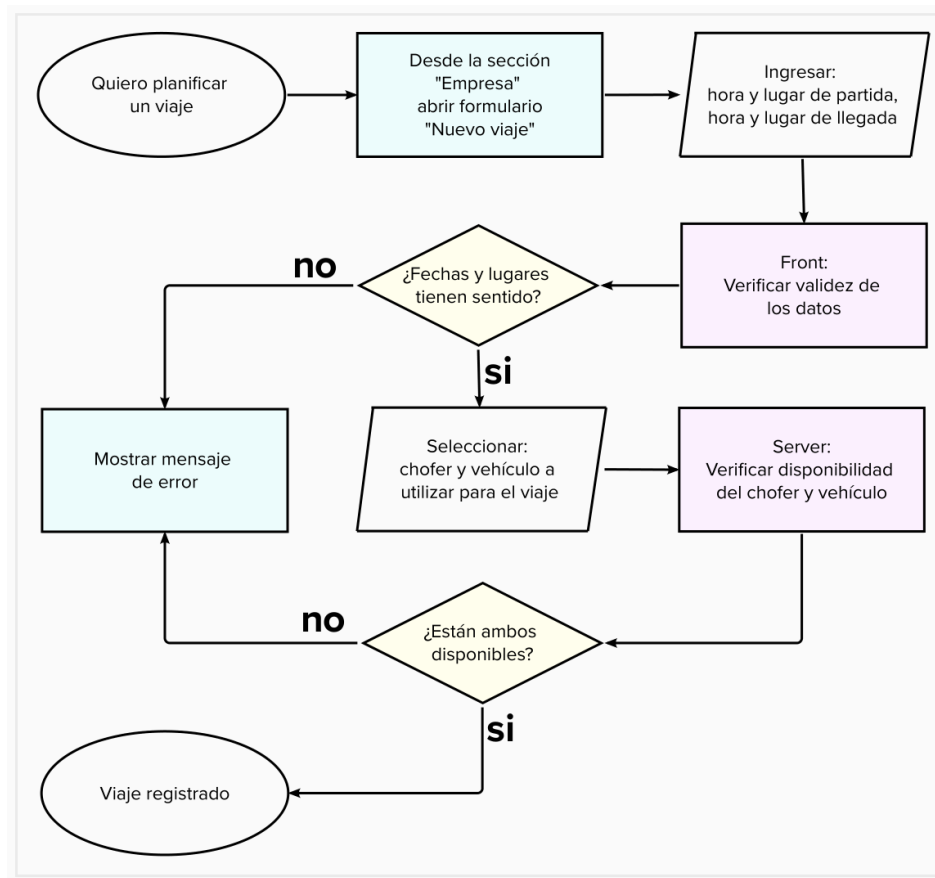


Figura 3.12: Flujo “Planificar un viaje”.

El flujo **Planificar un viaje** representado en la figura 3.12, es clave para el funcionamiento del sistema, dado que básicamente el objetivo final del SafeTrip es entregar seguridad al viaje de la carga. Esta funcionalidad debe estar disponible para ambos usuarios administradores y además de un id único dentro del sitio, debe registrar quien planificó el viaje, qué empresa lo realizará, quién lo llevará a cabo, fechas de salida y llegada, y de donde a donde debe transportar la carga. Para mayor organización y evitar traslape de viajes, deberá existir una verificación de disponibilidad tanto del chofer como del vehículo a utilizar. Cabe mencionar que el flujo es muy similar al registro de vehículos de carga y al registro de puntos de carga, con la diferencia que para estos no se deberán verificar disponibilidad alguna.

3.5. Esquema de la Plataforma Móvil

En esta subsección se definirán los flujos de la plataforma móvil, los cuales definirán y darán un mapa más claro del comportamiento que se desea obtener con su uso. A través de varios diagramas se demarca el rol que debe cumplir la plataforma móvil dentro de SafeTrip y evidencia aún mejor la labor de los usuarios conductores a quienes va destinada la app móvil. Además, se mostrarán unas vistas preliminares de cómo se espera visualmente la interfaz móvil.

3.5.1. Diagrama de navegación general

SafeTrip Móvil deberá considerar un mapa de navegación como el que se puede apreciar en la figura 3.13, este diagrama busca resumir las distintas funcionalidades con las que debe contar la aplicación, a través de un diagrama que refleja los distintos caminos que pueden tomar los usuarios en la app.

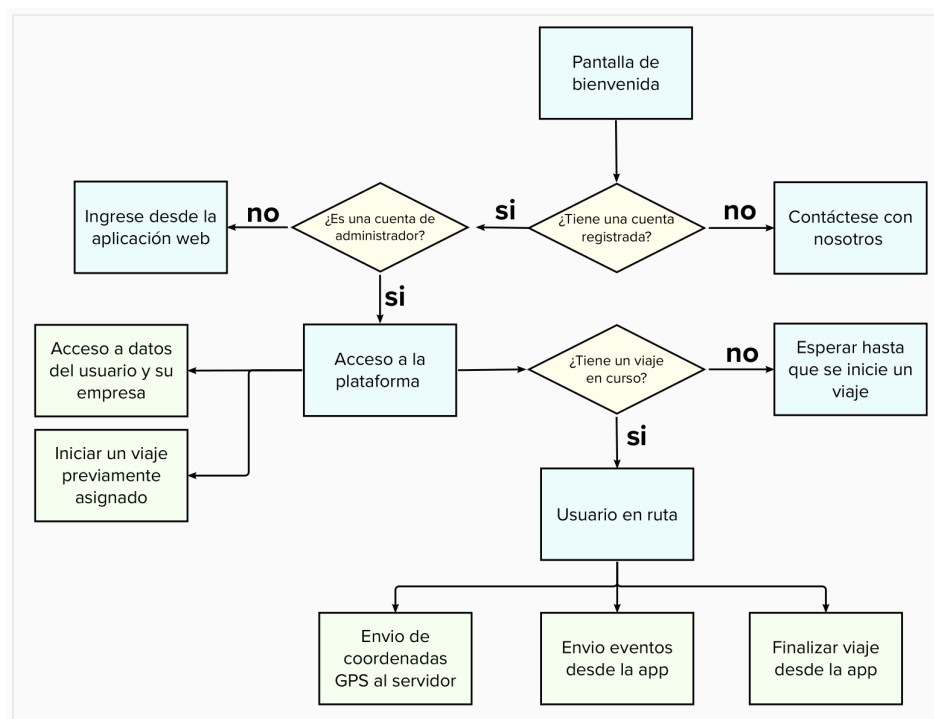


Figura 3.13: Diagrama de navegación general Aplicación móvil.

De similar manera al sitio web, para esclarecer y evitar extender el diagrama, dado que los procesos de cada funcionalidad son más complejos, estos fueron representados en la figura 3.13 a través de recuadros verde claro de forma resumida. Además, como se podrá visualizar en el diagrama, existirán funcionalidades que deberán habilitarse solo una vez se encuentren en ruta los usuarios conductores.

3.5.2. Diagramas de flujos específicos

En este apartado se explicará más extensamente algunas de las funcionalidades presentadas en el diagrama general. A través de diagramas de flujos, se profundizará en las funcionalidades “Iniciar viaje” y “Emitir un evento” respectivamente. Cabe mencionar que se seleccionaron los dos flujos más relevantes e influyentes para el proyecto, considerando evitar funcionalidades más simples o intuitivas como lo serían el login o la solicitud de datos al servidor.

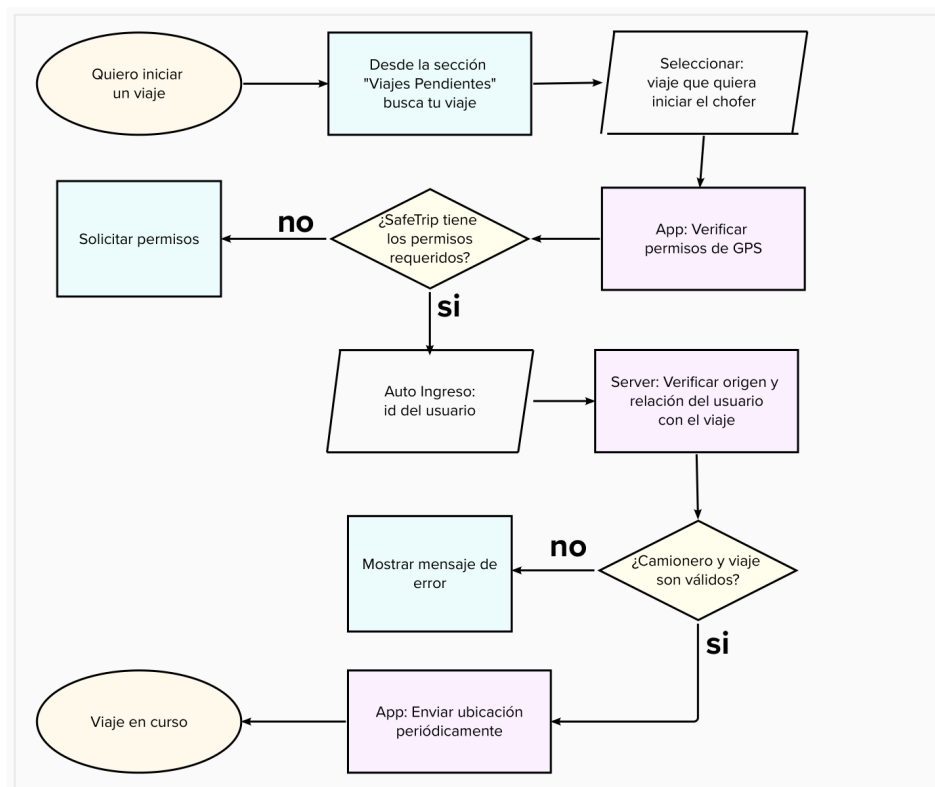


Figura 3.14: Flujo “Iniciar un viaje”.

El flujo **Iniciar un viaje** representado en la figura 3.14, es muy importante para el funcionamiento de la app y del sistema en general, puesto que es primordial tener la comunicación del chofer al servidor y conocer los tiempos. Esta funcionalidad debe estar disponible en su sección siempre que se tengan viajes pendientes asignados al usuario logueado en la app. Para evitar iniciar viajes por accidente debe existir una alerta de confirmación, además se debe verificar que el usuario tenga sus datos activados, permita a SafeTrip móvil acceder a su posición (GPS) y tenga encendido el GPS antes de empezar el viaje.

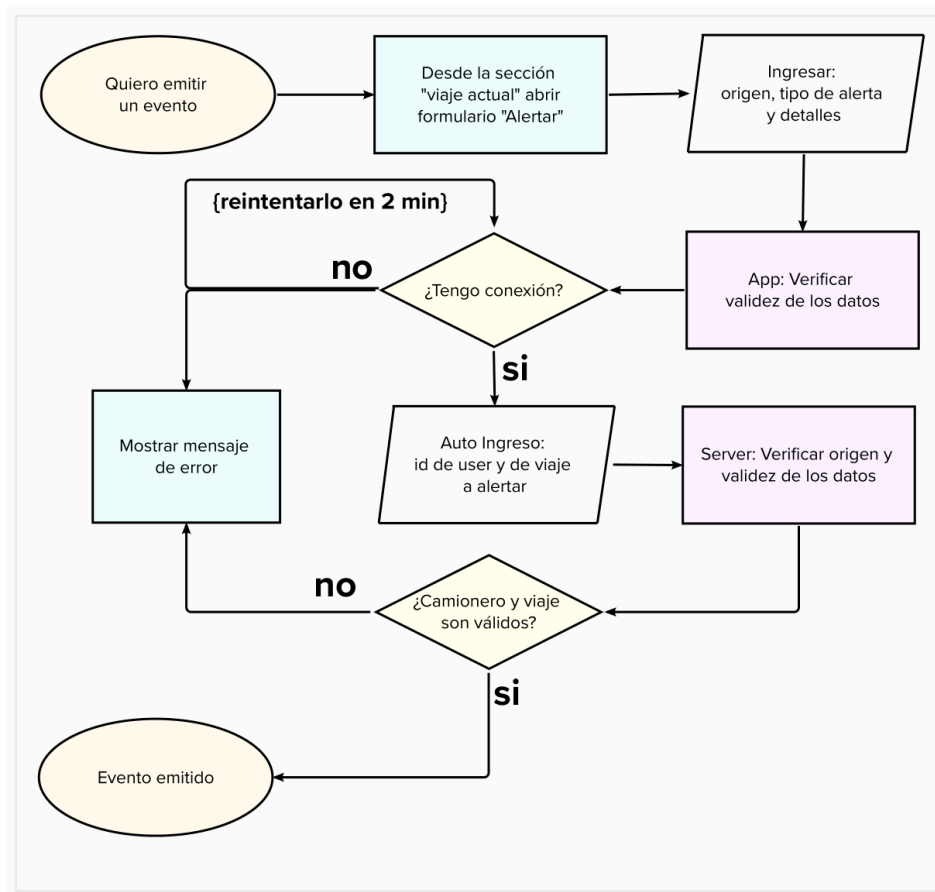


Figura 3.15: Flujo “Emitir un evento”.

El flujo **Emitir un evento** representado en la figura 3.15, es de gran importancia para el sistema en general, puesto que es diferencial al hoy en día existir varios sistemas de rastreo implementado en los camiones. Esta funcionalidad debe estar dispo-

nible en la sección “viaje en curso” a lo largo de todo el viaje, detectando la posición al momento de ser emitido. Para evitar alertas exageradas, es deseable que existan al menos una escala de 5 tipos distintos de eventos, permitiendo al chofer agregar un texto con detalles si así lo estima.

3.6. Esquema del Aplicativo para el Camión

En esta subsección se definirán los flujos del dispositivo que acompaña al camión, los cuales definirán y darán un mapa más claro del comportamiento que se desea obtener con su uso. A través de varios diagramas se demarca el rol que debe cumplir el aplicativo dentro de SafeTrip y se evidencia aún más la importancia de la correcta previa instalación del dispositivo en el vehículo. Además, se mostrarán unas vistas preliminares de cómo se estima esté conformado y luzca físicamente este módulo.

3.6.1. Diagrama de navegación general

El dispositivo para el camión deberá considerar un mapa de navegación como el que se puede apreciar en la figura 3.16, este diagrama busca resumir las distintas funcionalidades con las que debe contar el aplicativo, a través de un diagrama que refleja los distintos caminos que pueden asumir desde el momento que se enciende el vehículo.

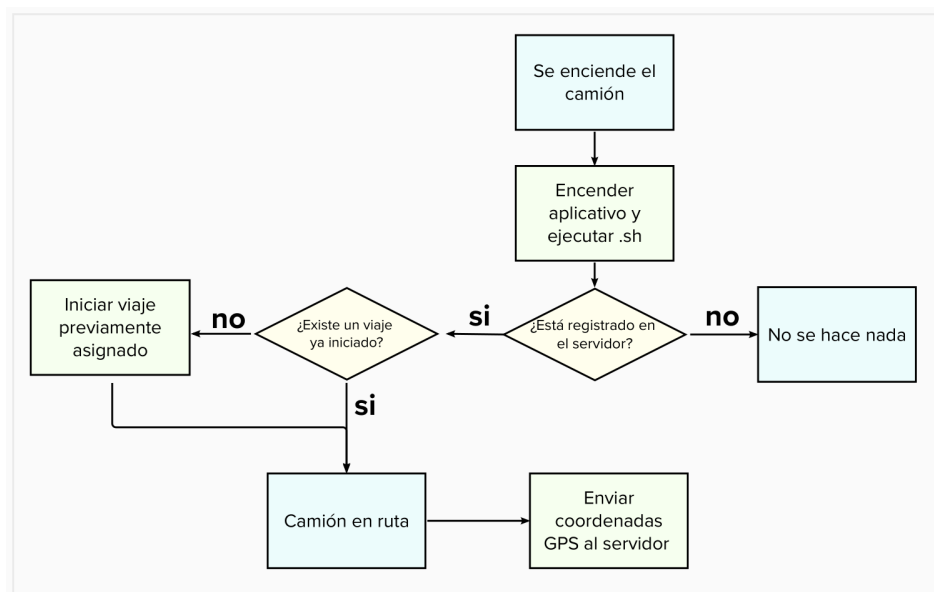


Figura 3.16: Diagrama de navegación general Aplicativo.

De igual modo que antes, para esclarecer y evitar extender el diagrama, dado que

los procesos de cada funcionalidad son más complejos, estos fueron representados en la figura 3.16 a través de recuadros verde claro de forma resumida. Además, como se podrá visualizar en el diagrama, la configuración del dispositivo y el .sh que ejecutará, deberá considerar (entre otras cosas) la identificación del camión a través de su patente.

3.6.2. Diagramas de flujos específicos

En este apartado se explicará mejor la funcionalidad más relevante del diagrama general. A través de un diagrama de flujo, se profundizará sobre “Envío de coordenadas” (desde el camión). Cabe mencionar que se eligió este flujo, dado que es el cual finalmente interactúa con el servidor al entregar la ubicación del camión, considerando los otros más de setup y automatización.

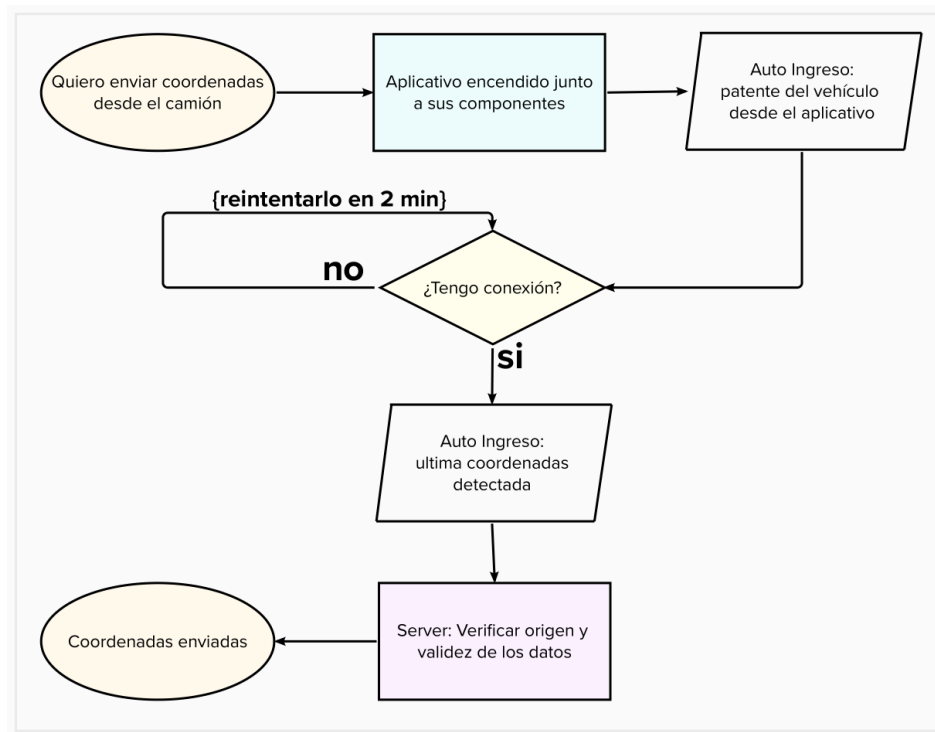


Figura 3.17: Flujo “Envío de coordenadas”.

El flujo **Envío de coordenadas** representado en la figura 3.17, es de suma impor-

tancia para el aplicativo y el sistema en general, puesto que es quien mantendrá constantemente informado al servidor y por ellos a los administradores de la empresa, de la ubicación de la carga que se esté transportando. Esta funcionalidad depende mucho de la instalación, configuración previa y conexión existente en la ruta. Para evitar confusión en el desarrollo, se asumirá que toda coordenada enviada desde el camión, pertenecen al último viaje iniciado al cual haya sido vinculado. Además, como se podrá visualizar en el diagrama, en caso de no tener conexión en el dispositivo, se deberá reintentar periódicamente.

Capítulo 4

Resultados

En este capítulo se muestran las representaciones finales de lo detallado para cada flujo de navegación expuesto en la sección anterior. Estas corresponden principalmente a capturas de pantalla directas desde las aplicaciones montadas en ambientes de “staging”.

Para una mejor apreciación, al igual que en la sección previa, se dividirán los resultados y sus correspondientes capturas para cada aplicación del sistema SafeTrip: Plataforma Web, Aplicación Móvil, Aplicativo para el Camión.

4.1. Plataforma Web

Si bien los resultados a mostrar se centrarán principalmente en los flujos previamente descritos, se considera relevante mostrar ciertas secciones que son importantes para la plataforma web, como por ejemplo el acceso a la plataforma o el formulario de registro de los puntos de partida y llegada para los camiones. Como se podrá ver, las imágenes de esta subsección fueron obtenidas desde un ambiente de staging, el cual fue levantado con Heroku y actualmente se encuentra en la URL Safe Trip (salty-mountain-16256.herokuapp.com)

4.1.1. Acceso a la plataforma

La figura 4.1 muestra el login para entrar al sitio web de SafeTrip, mientras que la figura 4.2 muestra el home del sitio una vez hecho el login. Las razones de no haber descrito el flujo en detalle son: Al ser un flujo común en la mayoría de sitios, se considera sabido de antemano; Para evitar sobrecargar de diagramas la sección anterior.

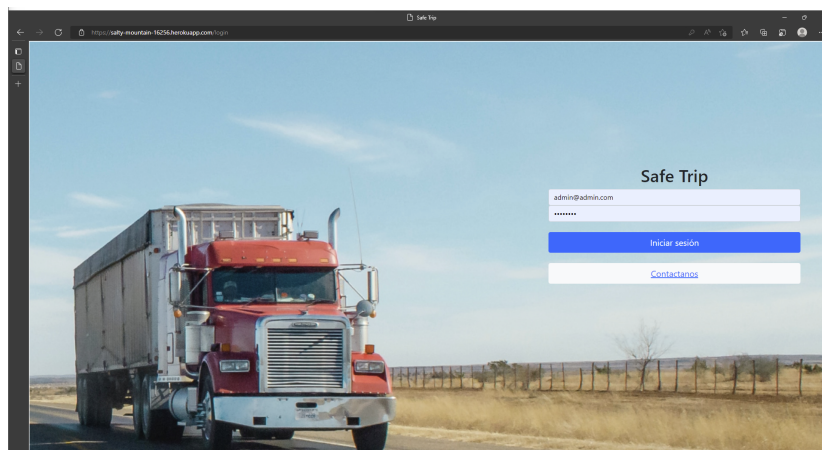


Figura 4.1: Acceso a la plataforma Web.

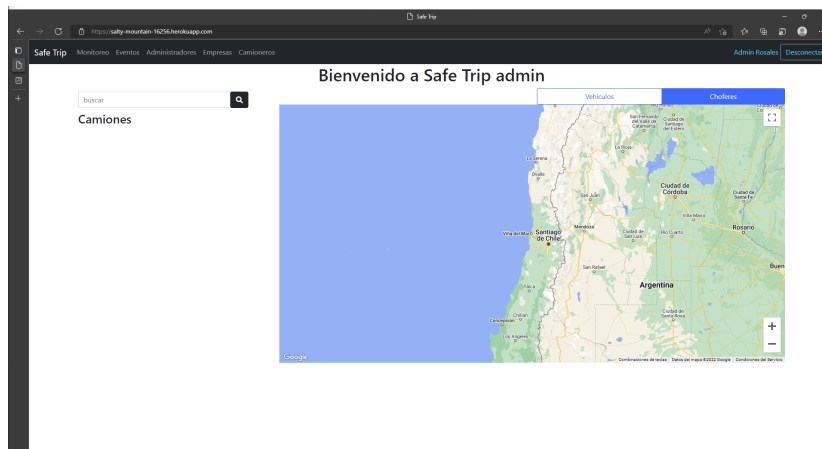


Figura 4.2: Home para Administrador General.

4.1.2. Registro de Empresa

Las siguientes capturas muestran lo descrito en el flujo de la Figura 3.10.

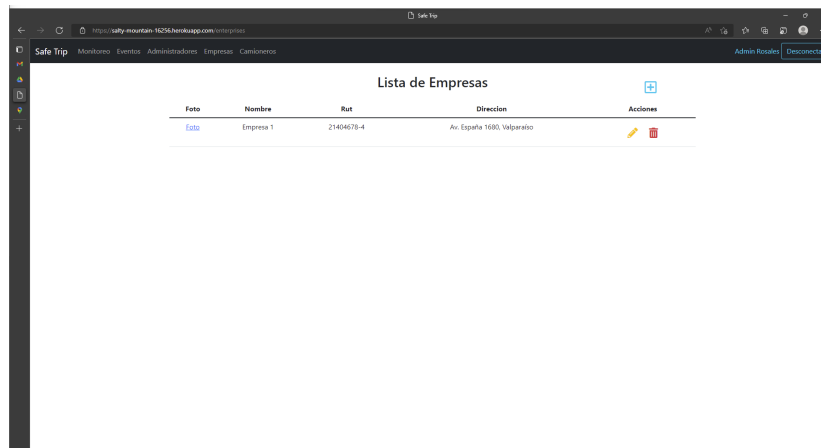


Figura 4.3: Lista de Empresas.

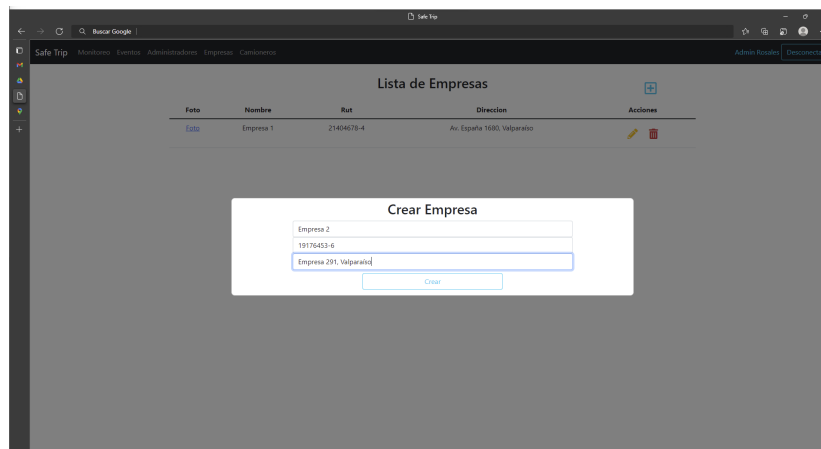


Figura 4.4: Formulario Registro de Empresa.

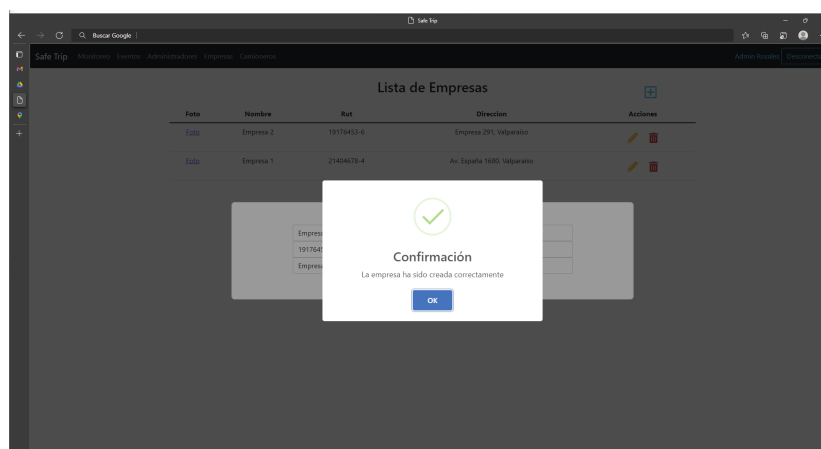


Figura 4.5: Correcto Registro de Empresa.

4.1.3. Registro de administrador de empresa

Las figuras a continuación muestran lo descrito en el flujo de la figura 3.11.

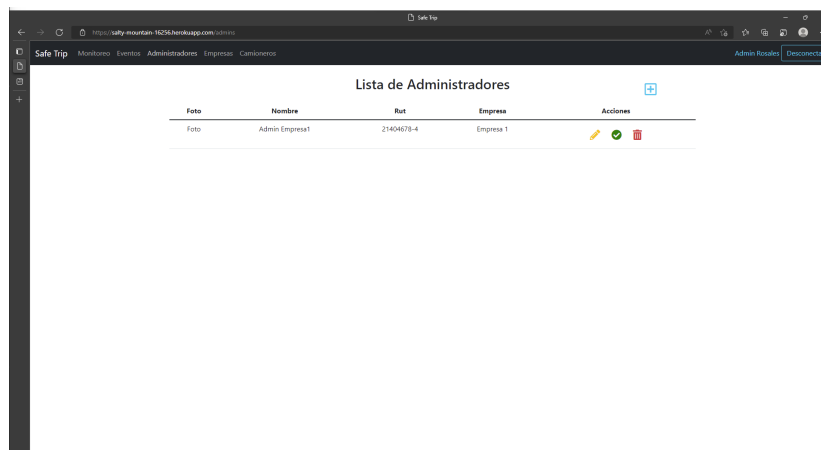


Figura 4.6: Lista de Administradores.

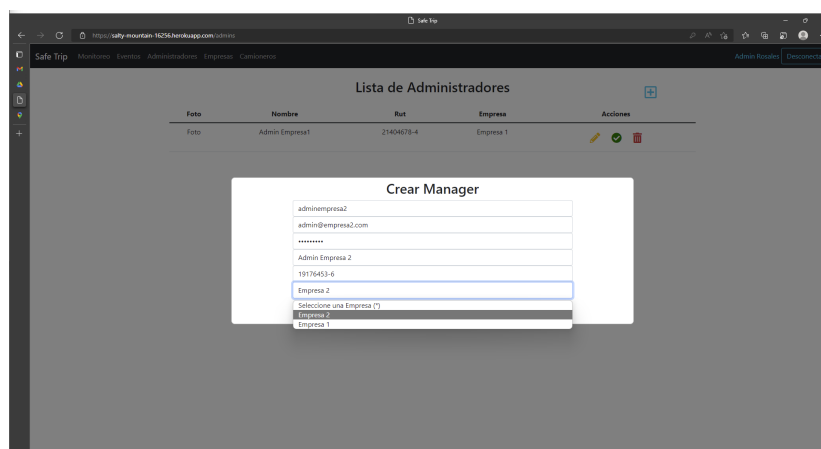


Figura 4.7: Formulario Registro de Administrador.

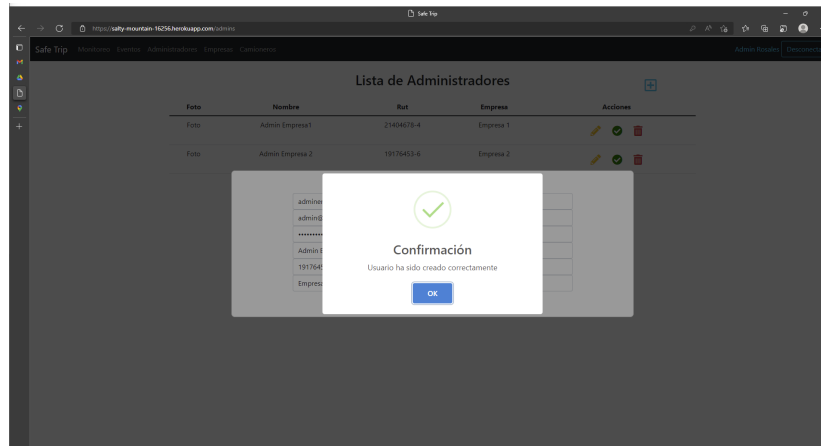


Figura 4.8: Correcto Registro de Administrador.

4.1.4. Registro de un Punto de Carga y Descarga

La figura a continuación muestra el formulario de registro de puntos de partida/llegada para los camiones en el sitio web de SafeTrip. Las razones de no haber descrito el flujo en detalle son: Al ser un flujo medianamente simple de registro, se considera innecesario; Para evitar sobrecargar de diagramas la sección anterior; La existencia del flujo “Planificar un viaje” que es muy similar y de mayor complejidad, por lo cual se lo priorizó.

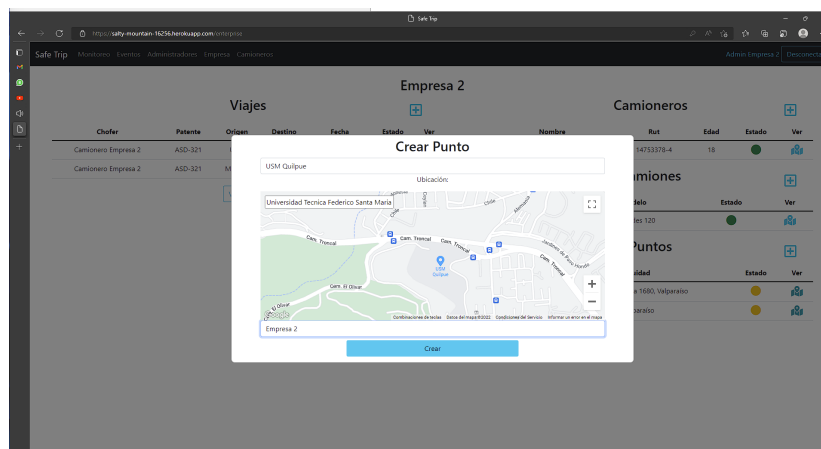


Figura 4.9: Registro de lugar de carga y descarga.

4.1.5. Planificar un viaje

Las siguientes figuras muestran lo descrito en el flujo de la figura 3.12.

The screenshot shows a web application interface for 'Empresa 2'. The main heading is 'Viajes'. Below it, there are two tabs: 'Viajes' and 'Camioneros'. The 'Viajes' tab is active, showing a table with columns: Chofer, Patente, Origen, Destino, Fecha, Estado, and Ver. The table is currently empty, with a message 'No existen viajes en esta empresa.' below it. The 'Camioneros' tab is also visible, showing a table with columns: Nombre, Rut, Edad, Estado, and Ver. The 'Planear Viajes' form is overlaid on the 'Viajes' table. It contains the following fields: 'Partida' (18/05/2022 2:00 AM, USM), 'Llegada' (18/05/2022 2:00 AM), and 'Camionero'. A calendar widget is visible for the date selection. The background shows a table of 'Viajes' and 'Camioneros'.

Figura 4.10: Formulario para planificar un viaje Parte 1.

The screenshot shows the same web application interface as Figure 4.10, but with the 'Planear Viajes' form in its second part. The 'Partida' field is still 18/05/2022 2:00 AM, USM. The 'Llegada' field is now 18/05/2022 4:00 AM. Below these fields are four dropdown menus: 'Seleccione punto de llegada (*)', 'Seleccione punto de partida (*)', 'Seleccione a un camionero (*)', and 'Seleccione un camión (*)'. The background shows the same 'Viajes' and 'Camioneros' tables.

Figura 4.11: Formulario para planificar un viaje Parte 2.

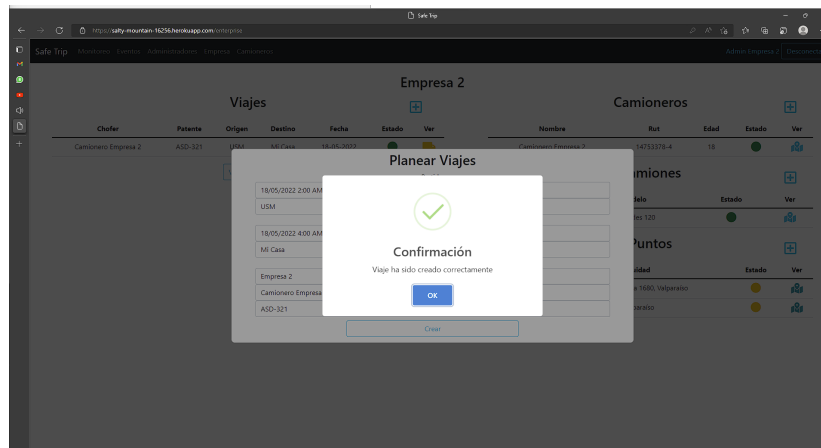


Figura 4.12: Formulario para planificar un viaje Parte 3.

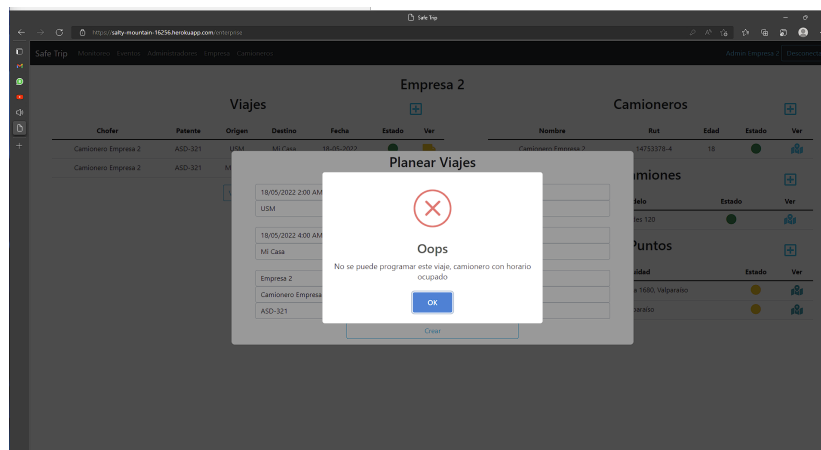


Figura 4.13: Error en planificar un viaje.

4.1.6. Home con viajes en curso

Las figuras 4.14 y 4.15 muestran como se ve el home para un usuario administrador de una empresa, cabe mencionar que dicho usuario solo podrá ver los viajes correspondientes a su empresa, y además podrá ver la posición gps del vehículo o del chofer según estime.

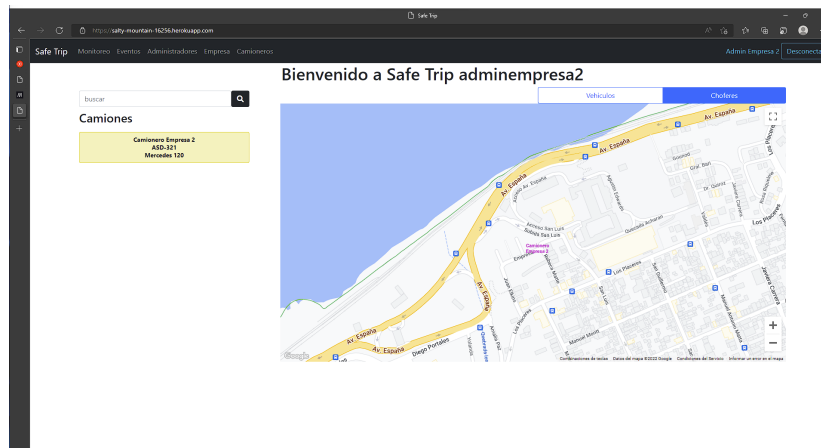


Figura 4.14: Home con viaje en ruta, GPS Choferes.

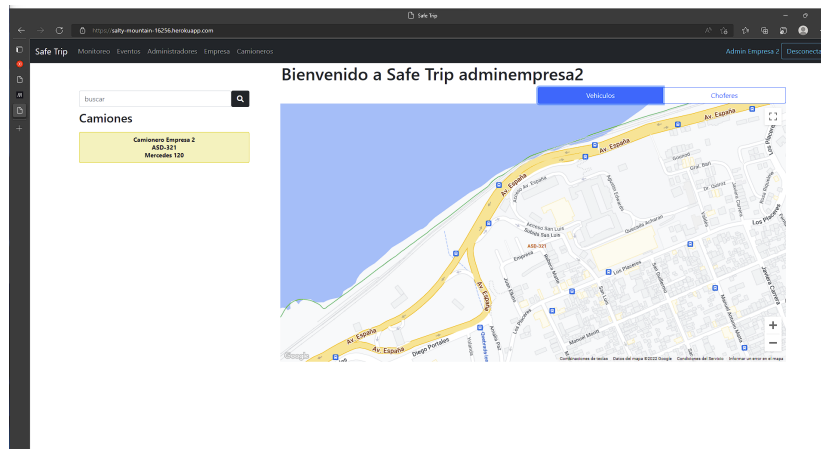


Figura 4.15: Home con viaje en ruta, GPS Camiones.

4.2. Plataforma Móvil

Los resultados a mostrar se centrarán principalmente en los flujos previamente descritos para la app móvil. Sin embargo, se considera relevante mostrar ciertas secciones que son importantes para la plataforma móvil, como por ejemplo el acceso a la plataforma o la sección de perfil del usuario.

4.2.1. Acceso a la plataforma

La figura 4.16 muestra el flujo de ingreso a la app móvil de SafeTrip. Las razones de no haber descrito el flujo en detalle son: Al ser un flujo común en la mayoría de sitios, se considera sabido de antemano; Para evitar sobrecargar de diagramas la sección anterior.

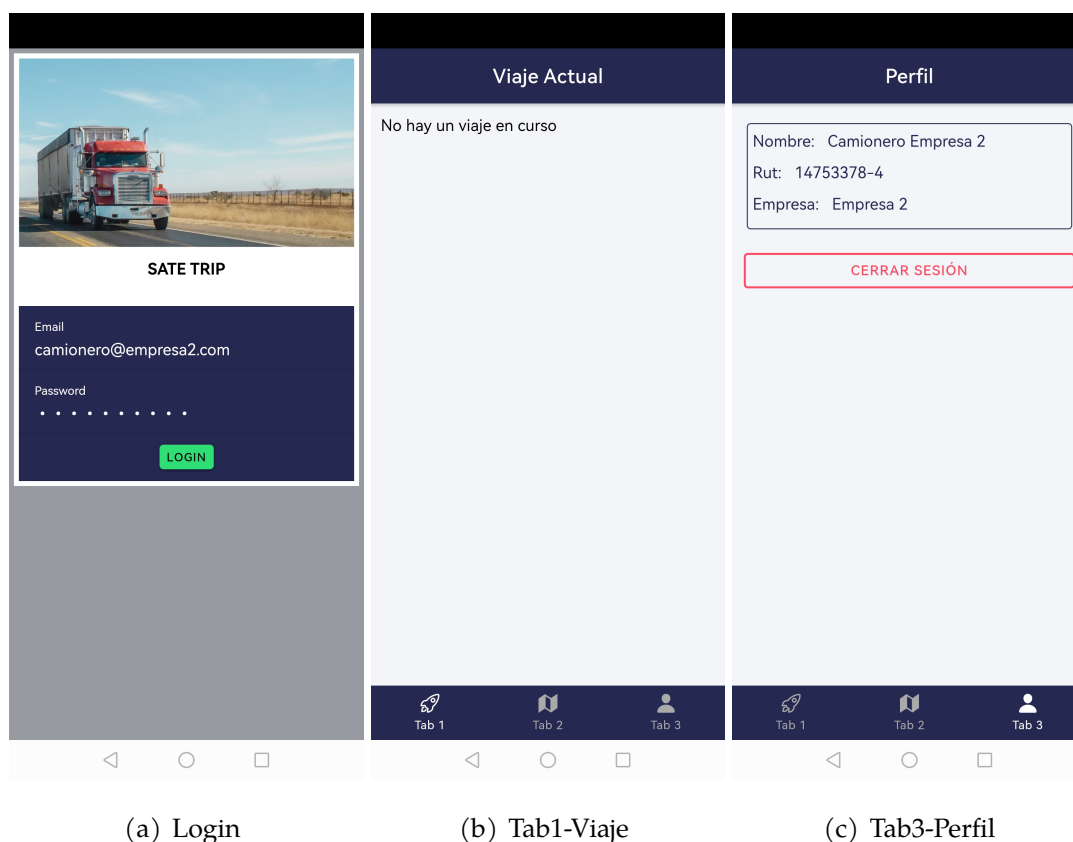
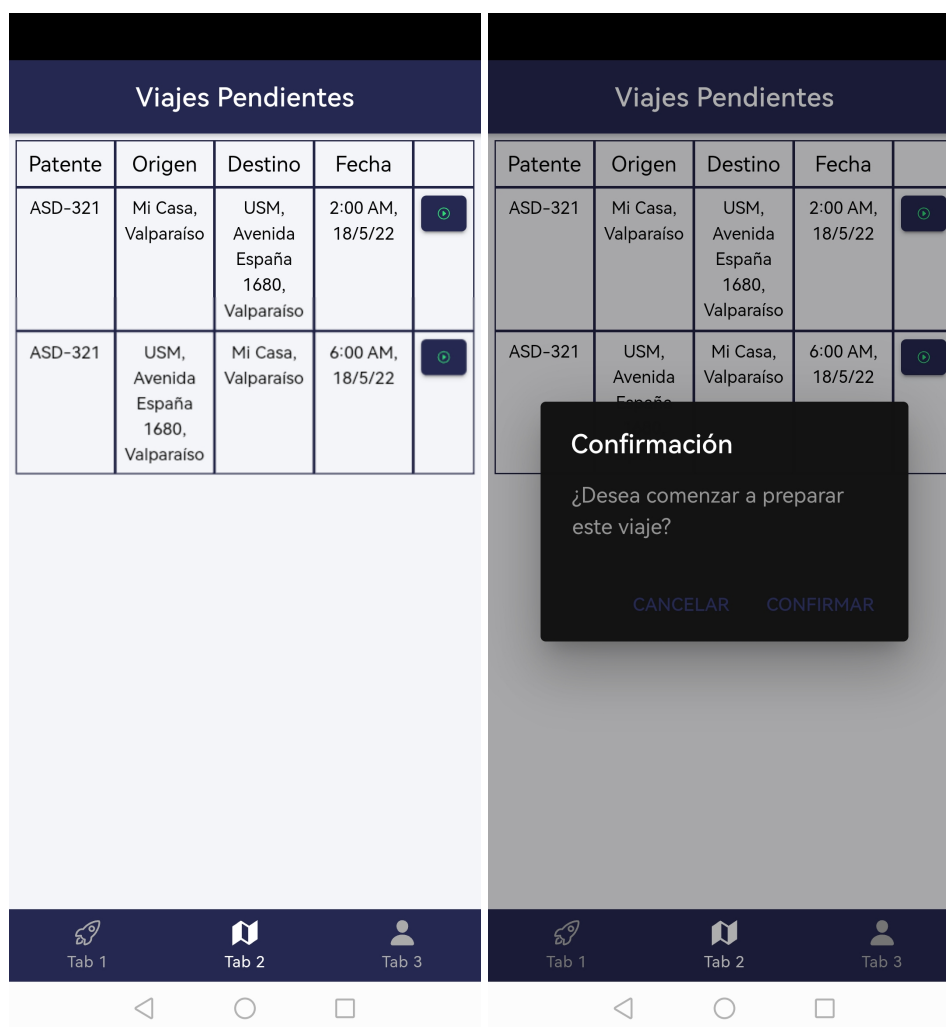


Figura 4.16: Flujo de acceso a la plataforma.

4.2.2. Iniciar un viaje

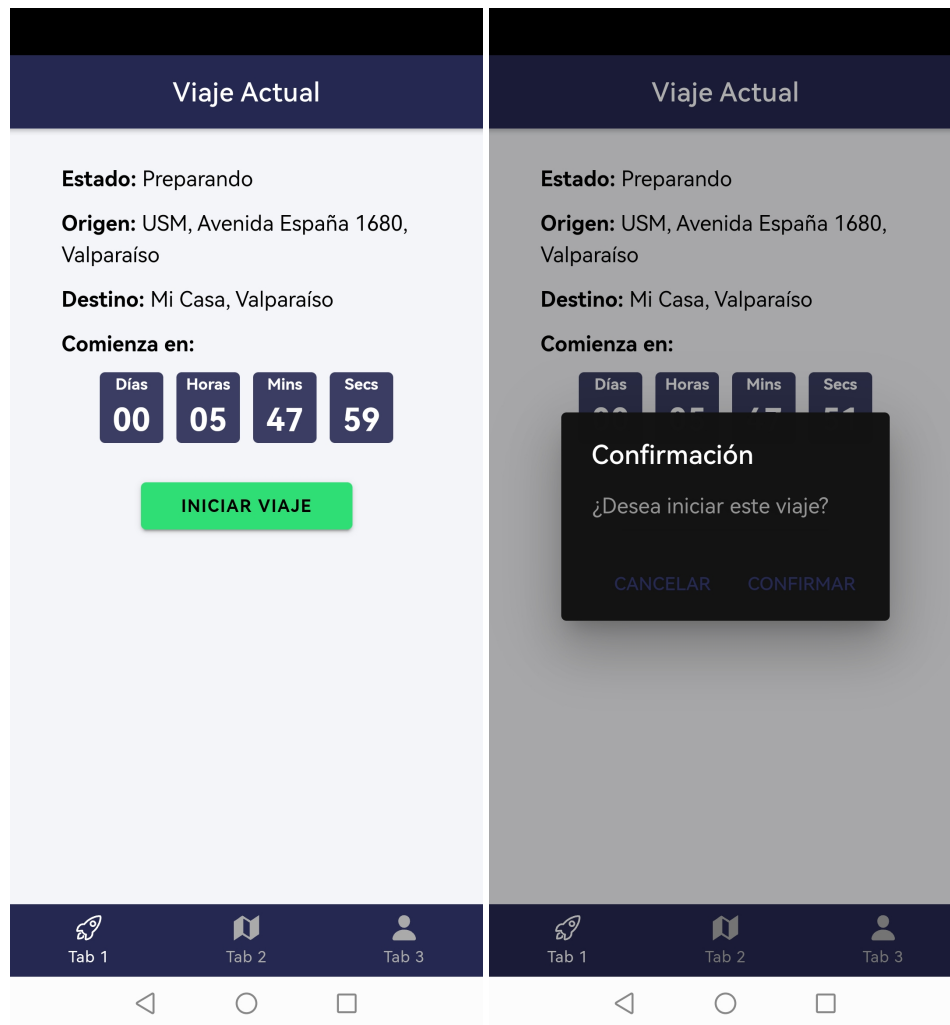
Las siguientes figuras muestran lo descrito en el flujo de la figura 3.14.



(a) Viajes Pendientes

(b) Tomar Viaje

Figura 4.17: Flujo de iniciar un viaje parte 1.



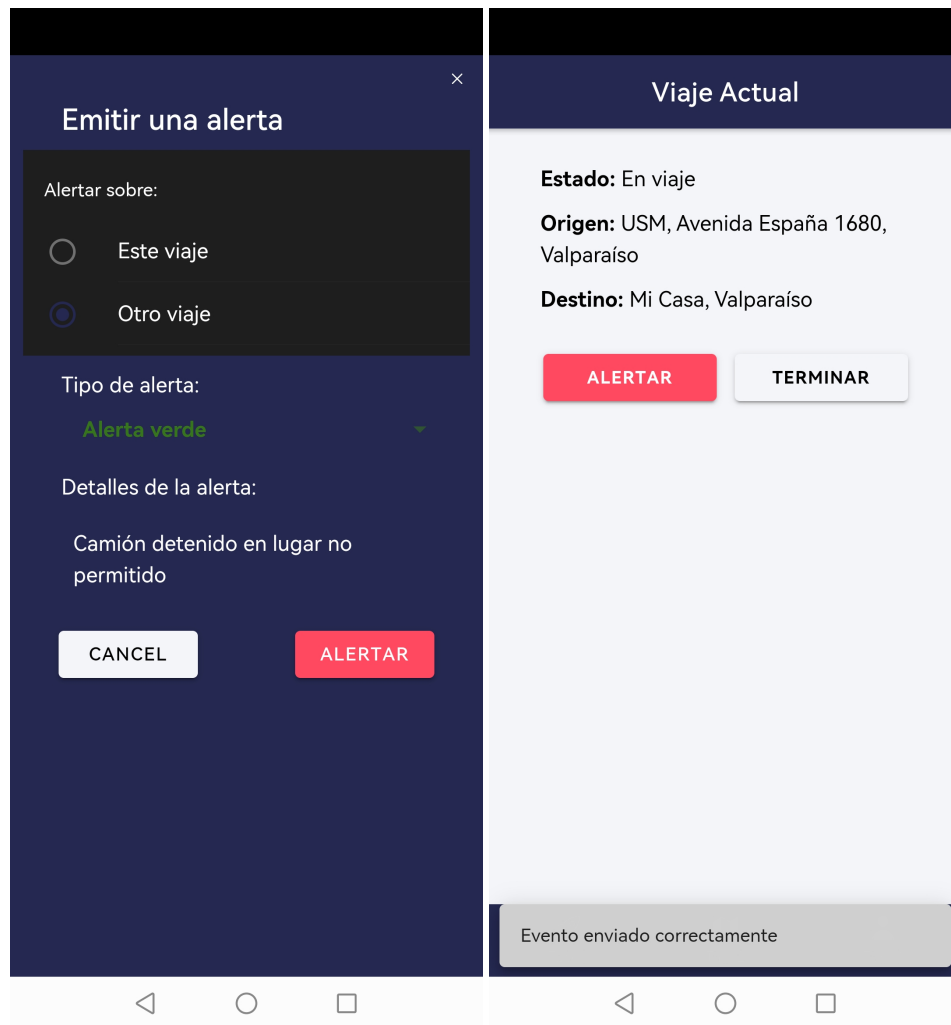
(a) Preparando Viaje

(b) Iniciar Viaje

Figura 4.18: Flujo de iniciar un viaje parte 2.

4.2.3. Iniciar un viaje

Las siguientes figuras muestran lo descrito en el flujo de la figura 3.15.



(a) Detalles Alerta

(b) Alerta Emitida

Figura 4.19: Flujo emitir alerta.

4.3. Aplicativo para el camión

Los resultados a mostrar se centrarán en los flujos previamente descritos para el aplicativo. Sin embargo, en esta sección se considera más relevante mostrar ciertas secciones del código.

Las principales 3 secciones a mostrar son:

- **Truck Main [67]:** El principal objetivo de esta sección de código es levantar las variables de entorno necesarias para la comunicación con el servidor, la lectura de información serializada enviada desde el Arduino, así como también la periodicidad, y la inicialización de una instancia de SQLite para almacenar la información. Es importante mencionar que el archivo se encuentra modularizado, dado que se espera agregar más sensores además del GPS.
- **Truck GPS [68]:** El principal objetivo de esta sección de código es levantar las variables necesarias para la comunicación con el servidor, la lectura de información almacenada en la base de datos, el “parseo” y envío de la data, y finalmente la eliminación o no en caso de fallo de comunicación con el servidor.
- **Start SH [69]:** El principal objetivo de este script es ejecutar los 2 archivos previamente definidos para que trabajen en paralelo. Es importante mencionar que este script es ejecutado automáticamente al encender la Raspberry dado que se lo llama en “/home/pi/.bashrc”.

Capítulo 5

Conclusiones y Trabajos futuros

A pesar de que el seguimiento de camiones a través del manejo de GPS en los vehículos de carga le otorga seguridad a la industria del transporte, se ha discernido a lo largo del desarrollo de esta memoria que muchas veces no ha sido suficiente para evitar el robo de las mercaderías que estos transportan. Es más, hoy en día, pese a que en Chile es obligación para las empresas transportistas tener en cada vehículo un dispositivo GPS, esto no intimida a los delincuentes, ni ha mermado mayormente el número de robos en los últimos años. Además, considerando el efecto de la pandemia, el cual obliga a permanecer a la gente en sus hogares, no ha hecho más que evidenciar la importancia del transporte de bienes de un punto a otro.

Cierto es que SafeTrip basa su solución en el uso del GPS, y probablemente no sea la solución definitiva a un problema que se viene arrastrando hace varios años, incluso aumentando en la última década. También es cierto que busca ser un sistema más completo y flexible que los existentes actualmente, tratando de diversificar las fuentes de información, para así tener un mejor conocimiento del estado de la carga.

Es importante señalar que desde lo legal no existe ningún problema en las labores a ejecutar por un sistema como SafeTrip, menos en el ámbito del transporte, puesto que de por sí los camiones deben contar con un GPS, y es muy común hoy en día que las empresas faciliten dispositivos móviles a sus empleados encargados del traslado

de bienes, siendo ambos elementos claves para SafeTrip.

En la actualidad SafeTrip, con el desarrollo logrado, tiene la facultad de registrar empresas y que ellas puedan administrar cuentas a sus propios empleados para que hagan uso de las apps web y móvil. Para los administradores en la App web se les ofrece un seguimiento en tiempo real de los camiones mediante un mapa donde podrán ver todos los viajes en simultáneo, además de un sistema de notificaciones en caso de que haya algún imprevisto reportado por un chofer en ruta. Estas dos últimas cualidades son importantes a destacar, puesto que la mayoría de empresas del rubro no cuentan con esta capacidad, la cual puede ser clave en la toma de decisiones ante un siniestro.

Sin embargo, también es importante mencionar que no todos los modos operando de los robos han sido abordados con el mismo énfasis. Los robos que respecta al uso de Inhibidores de señales, comúnmente llamados Jammers, podrían seguir siendo un dolor de cabeza incluso haciendo uso del sistema SafeTrip. Muchas veces dependerá de la capacidad de comunicación de nuestros dispositivos, así como también de la capacidad de las antenas con las que ellos cuenten, siendo esta una de las razones por las que se pensó en la aplicación para los choferes, dado que hoy en día es más común ver teléfonos celulares que cuenten con buenos periféricos (incluso 5G). Lamentablemente, los delincuentes también pueden contar con Jammers de buenas prestaciones, es por esto que no vale confiarse del todo en el último argumento.

SafeTrip es una solución pensada para el uso masivo de las distintas empresas del rubro camionero, que busca disminuir el número de robos que ocurren al año a través de la integración de las distintas tecnologías que nos ofrecen los avances tecnológicos, tal cual se nos inculcan como Ingenieros Telemáticos. El escenario ideal para SafeTrip es contar con la colaboración de la mayoría de flotas de transporte terrestre en Chile, por eso es importante lograr convencer a los posibles interesados de utilizar el sistema, para así contar con mayor información de lo que pasa en las principales carreteras del país en todo momento.

“Ingeniería Telemática es un campo de la ciencia que engloba los conocimientos

de la informática y de la tecnología de la comunicación para el desarrollo de diseños, procesos y técnicas de servicios o aplicaciones que permiten transmitir datos

El Ingeniero Civil telemático es un profesional altamente calificado para diseñar e implementar redes y sistemas de telecomunicaciones, siendo capaz de administrar plataformas y servicios de red, asegurando la comunicación, y una conexión segura y confiable. Puede desarrollar servicios, productos, sistemas y aplicaciones de las TIC, tanto en el contexto de innovación y emprendimientos tecnológicos, como para la optimización de procesos en las organizaciones y en la sociedad. Posee habilidades que le permiten articular proyectos en la dimensión técnica y en el desarrollo de modelos de creación y captura de valor, planificando, controlando y desarrollando actividades en el ámbito de las TIC.”

5.1. Trabajos futuros

El Sistema SafeTrip fue ideado y desarrollado con vista al futuro poder ser sometido a mejoras y/o agregación de nuevos features que nutran a la plataforma. Así ser una plataforma de interés para las empresas de transporte, lo cual la haría aún más útil y eficaz dado el sistema de eventos en ruta que maneja. A continuación se mencionan, separadas por plataforma, las ideas que quedaron en el tintero por implementar y diseñar.

1. Plataforma web

- **Registro masivo de usuarios:** Diseñar e implementar la opción de registrar un grupo de usuarios a través de algún archivo del tipo CSV (por ejemplo). En la actualidad SafeTrip solo puede registrar un usuario a la vez, ya sea administrador o conductor.
- **Verificación de 2 pasos:** Dado que la plataforma web está destinada principalmente para la administración y la data que se maneja para las empresas puede ser sensible. Se sugiere agregar mayor seguridad implementando este feature al login con el que ya se cuenta.
- **Tokens de sesión:** Diseñar e implementar el manejo de tokens por sesiones, para todas las consultas externas a la plataforma web, ya sea app móvil, aplicativo o cualquier otro.
- **Viajes recurrentes:** Habilitar la capacidad de repetir los horarios de un viaje para las siguientes semanas o meses, de esta manera facilitar el trabajo a los administradores.

2. Plataforma móvil

- **Mejoras para los eventos:** Hasta este punto, la app móvil cuenta con eventos muy genéricos. Es por esto que se considera una mejora de utilidad el

agregar mayor información como una imagen o un audio corto sobre la alerta levantada por el usuario camionero.

- **Agregar datos del usuario:** Considerando que los datos del camionero manejado en la plataforma son muy básicos. Se espera que en un futuro sean mejores y de más utilidad, como número de contacto, una foto, etc. Además de la facultad de editar estos desde la app.
- **Agregar espacio informativo:** Agregar una nueva sección donde el camionero pueda tener al alcance en cualquier momento números de la empresa, carabineros, bomberos u otra entidad según se estime conveniente.

3. Aplicativo en el camión

- **Más sensores:** Mientras más sensores que ayuden a conocer el estado del camión se encuentren implementados en este aplicativo, SafeTrip será más útil aun. Es por esto que se plantea agregar en un futuro sensores que ayuden a saber: la temperatura de la mercadería, la apertura de la puerta trasera, el estado del combustible, etc.
- **Mejora de la conectividad:** Dado que las carreteras son un territorio hostil para las señales de telecomunicación en general, se considera una mejora importante para el sistema, que el aplicativo del camión cuente con conectividad 4G o 5G de preferencia.

Bibliografía

- [1] Confederación Nacional de Dueños de Camiones de Chile, 2018. www.cndc.cl/.
- [2] Cifras de Transporte de Carga por Carretera, INE, 2018. <https://www.ine.cl/estadisticas/economia/transporte-y-comunicaciones/estructura-del-transporte-por-carretera>.
- [3] Información entregada por Global Hap, al presentar la problemática en 2019. <https://docs.google.com/document/d/1ePG0q0Id7QGAFJRbp9Rh27Q6DV9pJI8-/edit?usp=sharing&ouid=110276297312145471287&rtpof=true&sd=true>.
- [4] Resumen internacional BSI & TT Club, Cargo Theft Report, 2021. <https://www.ttclub.com/media/files/tt-club/bsi-tt-club-cargo-theft-report/tt-club-tapa-emea-and-bsi-annual-cargo-theft-report.pdf>.
- [5] Carteles de México participan en el creciente robo de carga en el país. <https://es.insightcrime.org/noticias/carteles-mexico-involucrados-creciente-robo-carga/>.
- [6] ALC tiene un problema con los camiones, BID invest. <https://idbinvest.org/es/blog/transporte/america-latina-y-el-caribe-tiene-un-problema-con-los-camiones-pero-la-solucion>.
- [7] BID invest. <https://idbinvest.org/es>.
- [8] La Crisis que atraviesa el gremio de camioneros, Diario Financiero. <https://www.df.cl/>.

- [9] Instituto Nacional de Estadística, 2017. <https://www.ine.cl/>.
- [10] PIB, Banco Mundial. <https://datos.bancomundial.org/pais/chile>.
- [11] Cuentas Nacionales por el Banco Central en 2021. <https://www.bcentral.cl/web/banco-central/areas/estadisticas/cuentas-nacionales-anuales>.
- [12] Subsecretaría de Prevención del Delito en Chile. <https://www.seguridadpublica.cl/>.
- [13] Diario Financiero. <https://www.df.cl/>.
- [14] Distribución urbana de mercaderías (dum). Los retos de una actividad vital para el desarrollo de las ciudades. <https://www.felana.com.mx/2020/03/17/distribucion-urbana-de-mercaderias-dum-los-retos-de-una-actividad-vital-para-el-desarrollo-de-las-ciudades/>.
- [15] Operación Ícaro: asaltos sobre seguro ReportajesT13. <https://www.youtube.com/watch?v=tmzhr9oMmJg>.
- [16] Expediente secreto: Cayó “el patrón” de los robos a camiones. <https://www.youtube.com/watch?v=R3uwXbfMIdg>.
- [17] Propuesta de desarrollo e implementación de un aplicativo móvil para el proceso de monitoreo y seguimiento de unidades de transporte de carga por carretera a fin de mejorar el nivel de servicio en la empresa inversiones Moy Sac. http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/5346/TRSUFIENCIA_CARRASCO%20CAPCHA.pdf.
- [18] Las modalidades delictivas contra la cadena logística en la república Argentina. http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/64369/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1.

- [19] Desarrollo de un sistema web y aplicativo android para el control y monitoreo por geolocalización de unidades de transportación de carga pesada para la empresa transporte y logística Honores Méndez. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/19496/1/B-CISC-PTG-1237-Asencio%20Vargas%20Richard%20Paolo.pdf>.
- [20] Implementación de un sistema de control de transporte de carga como servicio para Eztrans Logistics. <http://201.159.223.180/bitstream/3317/13008/1/T-UCSG-PRE-ING-CIS-229.pdf>.
- [21] Sitrack. <https://www.sitrack.com/portal/>.
- [22] Alto Movup. <https://www.altomovup.com/>.
- [23] Entel Ocean Onway. <https://enteloclean.com/onway/>.
- [24] Follow my Car. <https://play.google.com/store/apps/details?id=cl.entel.followmycar&hl=en>.
- [25] Definición de Servicio de transporte de carga. <https://www.logistorage.com>.
- [26] Definición de Sistema de monitoreo vehicular. <https://blog.carsync.com/blog>.
- [27] Definición de Sistema de Posicionamiento Global. <https://www.gps.gov>.
- [28] Definición de Protoboard. <https://hetpro-store.com>.
- [29] Definición de Antenas de transmisión. <http://www.wni.mx>.
- [30] Definición de Antena GPS. <https://www.geotab.com/es-latam/blog/que-significa-gps/>.
- [31] Definición de Analizador de espectros. <https://www.finaltest.com.mx>.
- [32] Definición de Aplicaciones web. <https://edu.gcfglobal.org>.

- [33] Definición de Aplicaciones móviles. <https://anincubator.com>.
- [34] Definición de Aplicaciones nativas. <https://abamobile.com>.
- [35] Definición de Aplicaciones híbridas. <https://cynoteck.co>.
- [36] Definiciones tecnicas basicas. <https://es.wikipedia.org>.
- [37] Definición de Meteor. <https://www.meteor.com>.
- [38] Definición de MongoDB. <https://www.arsys.es>.
- [39] Definición de Api-Rest. <https://www.ibm.com>.
- [40] Definición de Heroku. <https://platzi.com>.
- [41] Most popular technologies - Programming, scripting, and markup languages.
<https://insights.stackoverflow.com/survey/2021#section-most-popular-technologies-programming-scripting-and-markup-languages>.
- [42] Introducing DDP. <https://blog.meteor.com/introducing-ddp-6b40c6aff27dt>.
- [43] Long Polling - Javascript Info. <https://javascript.info/long-polling>.
- [44] Publish and subscribe - Documentation of Meteor's publication and subscription API. <https://docs.meteor.com/api/pubsub.html>.
- [45] Apache Cordova. <https://cordova.apache.org/>.
- [46] Ionic - UI Components. <https://ionicframework.com/docs/components>.
- [47] Raspberry Pi OS. <https://www.raspberrypi.com/software/operating-systems/>.
- [48] Definición DOM. <https://lenguajejs.com/javascript/dom/que-es/>.

- [49] Stackoverflow Survey 2021 - Web frameworks. <https://insights.stackoverflow.com/survey/2021#section-most-popular-technologies-web-frameworks>.
- [50] Web library - React Router. <https://reactrouter.com/>.
- [51] Web library - React Hook Form. <https://react-hook-form.com/>.
- [52] Web library - Sweetalert 2. <https://sweetalert2.github.io/>.
- [53] Web library - Google Map React. <https://www.npmjs.com/package/google-map-react>.
- [54] Server library - Meteor Accounts Password. <https://docs.meteor.com/api/passwords.html>.
- [55] Server library - Meteor Roles. <https://github.com/Meteor-Community-Packages/meteor-roles>.
- [56] Server library - Meteor Check. <https://docs.meteor.com/api/check.html>.
- [57] Server library - Meteor WepApp. <https://docs.meteor.com/packages/webapp.html>.
- [58] Server library - Meteor Simple Schema. <https://guide.meteor.com/collections.html>.
- [59] Server library - Firebase Admin. <https://firebase.google.com/docs/admin/setup>.
- [60] APP library - Ionic Storage Module. <https://github.com/ionic-team/ionic-storage>.
- [61] App library - Ionic Docs HTTP. <https://ionicframework.com/docs/native/http>.

- [62] App library - Background Geolocation. <https://github.com/haylltd/cordova-background-geolocation-plugin>.
- [63] App library - Firebase X. <https://github.com/dpa99c/cordova-plugin-firebase>.
- [64] Arduino Uno. <https://arduino.cl/arduino-uno/>.
- [65] Stackoverflow Survey 2021 - Cloud platforms. <https://insights.stackoverflow.com/survey/2021#section-most-popular-technologies-cloud-platforms>.
- [66] Mongo Atlas Database. <https://www.mongodb.com/atlas/database>.
- [67] Truck Main. <https://drive.google.com/file/d/1PwiCPD004jZaFaIVzlF0duiIg0iZR79c/view?usp=sharing>.
- [68] Truck GPS. https://drive.google.com/file/d/1zMYts0l7RYTQ5ktZ-LriPY9IGj__PHFx/view?usp=sharing.
- [69] Start SH. https://drive.google.com/file/d/1Z1siFZMDNEU8Lsc__jPueuoMujVqlN7n/view?usp=sharing.