

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA**

**IMPACTOS Y OPORTUNIDADES DE LAS TECNOLOGÍAS 5G
EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ**

Trabajo de titulación para optar al título de
INGENIERO EN MANTENIMIENTO
INDUSTRIAL, CON LICENCIATURA.

Alumno:

Matías Sebastián Díaz Cortez

Profesor guía:

Mg. Ing. Félix Arnaldo Pizarro Martínez

2022

RESUMEN

KEYWORDS: INDUSTRIA AUTOMOTRIZ / VEHÍCULOS AUTÓNOMOS / TECNOLOGÍAS / INTERNET OF THINGS / ACEPTACIÓN DEL CONSUMIDOR.

La fusión que ha comenzado a existir entre la industria automotriz y la de las tecnologías de la información y comunicación ha ayudado a evidenciar las oportunidades para crear sistemas de transportes mejores y más seguros.

A partir de estas oportunidades, se plantea la idea de determinar cuáles son los desafíos que representa la implementación de tecnologías 5G en la industria automotriz en Chile para ayudar a reducir los accidentes de tránsito ya que las cifras en cuanto a cantidad de automóviles y accidentes de tránsito han comenzado a crecer durante la última década.

Para el desarrollo de este estudio, se utiliza la metodología de investigación científica, a partir de un proceso cuantitativo que considera las siguientes fases que se van cumpliendo a partir de los capítulos de esta memoria

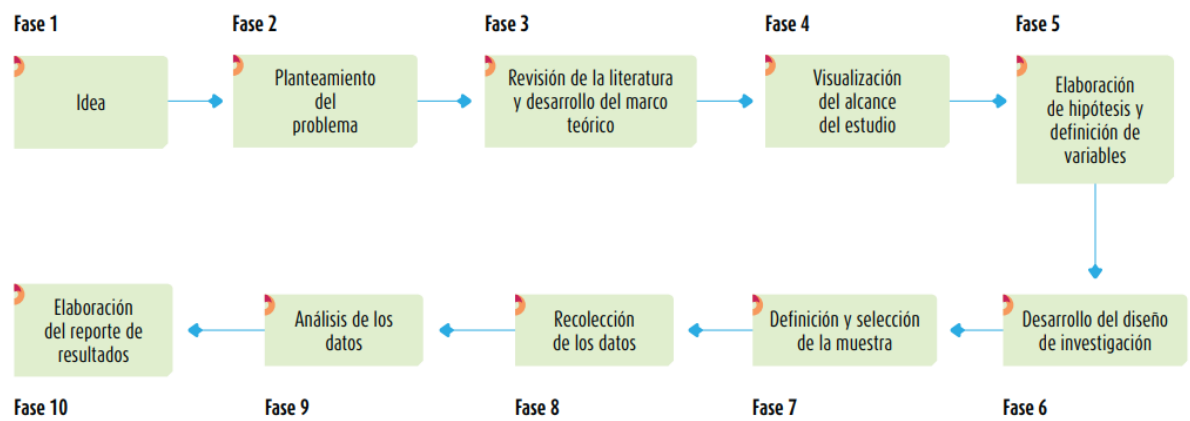


Figura 0-1 Metodología de investigación científica

Fuente: (Sampieri, 2014)

Se comienza con la definición de conceptos relacionados a los avances en tecnología con enfoque en el sector industrial y automotriz, como lo son el IoT y las maneras en que se comunican los vehículos en smart cities (V2V y V2X), además de los beneficios que trae

para la toma de decisiones, el aumento en la productividad, la eficiencia de las operaciones y lo más importante para este estudio, su relación con la seguridad y la reducción de accidentes. A continuación se expone la posición de Chile en cuanto a la implementación de redes comunicacionales y como se encuentra en relación al 5G, tecnología que es fundamental para la llegada de los primeros vehículos autónomos que se encuentran en fase de piloto o definitivamente funcionando en el país. Para el segundo capítulo se plantea la hipótesis “La población chilena se sentiría más preparada para la utilización de tecnologías 5G en la industria automotriz si se mejoran aspectos como política y legislación; tecnología e innovación; infraestructura y aceptación del consumidor”, se definen estas variables y se realizan comparaciones con los países que se encuentran más avanzados en cada una de estas variables, en donde se destaca que Chile es el primer país de la región en comenzar el proceso de licitación pública del espectro electromagnético para instalar la red 5G, primer lugar en Latinoamérica en el ranking mundial 2019 de calidad de las rutas y la realización de pilotos con vehículos autónomos en el sector público y en el privado. Para el capítulo 3 se mide la aceptación del consumidor en Chile de los vehículos autónomos a través de un cuestionario, cuyos resultados demuestran que aún existen temas a solucionar para que la implementación de estos vehículos sea efectiva, se estipula un plazo de 6 años como mínimo, en conjunto con cambios a nivel de tecnología tanto en los vehículos como en las ciudades.

Finalmente los desafíos que se presentan en Chile son la correcta inversión en nuevas tecnologías y en la preparación de las personas para el uso de estas, esto debe ir acompañado de una regulación y un marco normativo dinámico y flexible para acelerar la penetración de las tecnologías. Se recomienda que las empresas del sector privado y público utilicen estas tecnologías como herramientas para mejorar la experiencia para sus clientes y a su vez, hacer sus productos y servicios más seguros; todo esto acompañado de una mejor infraestructura que cumpla con los estándares para el correcto funcionamiento de las smart cities.

ÍNDICE DE MATERIAS

RESUMEN	2
ÍNDICE DE MATERIAS	4
ÍNDICE DE FIGURAS	5
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE GRÁFICOS	5
SIGLAS Y SIMBOLOGÍA	1
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	3
CAPÍTULO 1	4
1.1 IDEA	5
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
1.3 REVISIÓN DE LA LITERATURA Y DESARROLLO DEL MARCO TEÓRICO	8
CAPÍTULO 2	19
2.1 ELABORACIÓN DE HIPÓTESIS	20
2.2 DEFINICIÓN DE VARIABLES	20
2.3 DESARROLLO DEL DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	23
CAPÍTULO 3	31
3.1 DEFINICIÓN Y SELECCIÓN DE LA MUESTRA	32
3.2 RECOLECCIÓN DE LOS DATOS	33
3.3 ANÁLISIS DE LOS DATOS	38
3.4 ELABORACIÓN DEL REPORTE DE RESULTADOS	65
CONCLUSIÓN	69
BIBLIOGRAFÍA	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 0-1 Metodología de investigación científica.....	2
Figura 1.3-1 Representación de los sistemas principales de un vehículo autónomo	16
Figura 2.1-1 Diseño hipótesis	20
Figura 2.3-1 Diseño transeccional – correlacional.....	23
Figura 2.3-2 Puntaje índice de innovación de Bloomberg 2021	28
Figura 3.2-1 Portada encuesta Aceptación del consumidor: Vehículos autónomos	36
Figura 3.3-14 Matriz de priorización de iniciativas de mejora	53
Figura 3.3-15 Distribución de acciones según cuadrante matriz impacto-esfuerzo.....	54
Figura 3.3-16 Porcentaje de pavimentación Chile 2016	55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.3-1 Comparación ítem AVRI entre Chile y el primer lugar de la categoría	24
Tabla 3.2-1 Plan para obtención de los datos.....	33
Tabla 3.2-2 Resumen 5 primeras secciones encuesta Aceptación del consumidor: Vehículos autónomos.....	35
Tabla 3.2-3 Sección 6 encuesta Aceptación del consumidor: Vehículos autónomos.....	35
Tabla 3.3-1 Puntaje a asignar según impacto o esfuerzo	52
Tabla 3.3-2 Resumen iniciativas y puntaje asignado ítem política y legislación.....	53
Tabla 3.3-3 Cantidad de electrolinerías a aumentar según parque automotriz y región del país	59
Tabla 3.4-1 Resumen iniciativas	68

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 3.3-1 Respuestas ¿Estaría dispuesto a utilizar un vehículo autónomo?.....	39
---	----

Gráfico 3.3-2 Respuestas ¿Por qué razones conduciría usted mismo y no un vehículo autónomo?.....	40
Gráfico 3.3-3 Respuestas ¿De qué manera preferiría utilizar un vehículo autónomo?....	41
Gráfico 3.3-4 Respuestas ¿En cuál de estas situaciones preferiría utilizar un vehículo autónomo?.....	42
Gráfico 3.3-5 Respuestas ¿Por cuáles de estas marcas optaría para comprar un vehículo autónomo?.....	43
Gráfico 3.3-6 Respuestas ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por un vehículo autónomo?	44
Gráfico 3.3-7 Respuestas ¿Cuáles deberían ser los requisitos en cuanto a licencias de conducir?.....	44
Gráfico 3.3-8 Respuestas ¿Quiénes deberían impartir la formación sobre el uso de vehículos autónomos?.....	45
Gráfico 3.3-9 Respuestas ¿Piensa que se reduciría la cantidad de accidentes de tránsito con vehículos autónomos?	46
Gráfico 3.3-10 Respuestas En caso de accidente con un vehículo autónomo ¿Quién sería el responsable?	47
Gráfico 3.3-11 Respuestas ¿Cree que los técnicos automotrices están capacitados para responder ante un problema?	48
Gráfico 3.3-12 Respuestas ¿Usted cree que es viable en Chile la existencia de vehículos autónomos?	49
Gráfico 3.3-13 Respuestas ¿Qué cree que falta para esta implementación?.....	50
Gráfico 3.3-14 Electrolinerías por región	57
Gráfico 3.3-15 Vehículos motorizados por región.....	58
Gráfico 3.3-16 Respuestas ¿Cuándo cree que se hará masiva la utilización de vehículos autónomos en Chile?.....	64

SIGLAS Y SIMBOLOGÍA

A. SIGLAS

1G	:	Primera Generación
2G	:	Segunda Generación
2,5 G	:	Segunda y media Generación
3CV	:	Centro de Control y Certificación Vehicular
3D	:	Tres Dimensiones
3G	:	Tercera Generación
4G	:	Cuarta Generación
5G	:	Quinta Generación
5GAA	:	5G Automotive Association (5G Asociación automotriz)
ABS	:	Anti-lock Braking System (Sistema de freno antibloqueo)
ACARS	:	Aircraft Communication, Addressing and Reporting System (Sistema de comunicaciones, direccionamiento y notificación de aeronaves)
AVRI	:	Autonomous Vehicle Readiness Index (Índice de Preparación de Vehículos Autónomos)
BMS	:	Battery management system (Sistema de gestión de batería)
BOT	:	Built, Operate, Transfer (Construir, Operar, Transferir)
CUG	:	Grupo Cerrado de Usuarios
ECU	:	Engine Control Unit (Unidad de Control de Motor)
EDGE	:	Enhanced Data Rates for GSM Evolution (Tasas de Datos Mejoradas para la Evolución del GSM)
EE.UU.	:	Estados Unidos
ESC	:	Control Electrónico de Estabilidad
FCW	:	Forward Collision Warning (Advertencia de Colisión Frontal)

GPRS : General Packet Radio Service (Servicio General de Paquetes vía Radio)

GPS : Global Positioning System (Sistema de Posicionamiento Global)

GSA : Global Mobile Suppliers Association (Asociación mundial de proveedores móviles)

GSM : Global System for Mobile communications (Sistema Global para las Comunicaciones Móviles)

IA : Inteligencia Artificial

IIoT : Industrial Internet of Things (Internet de las Cosas Industrial)

IMU : Inertial Measurement Unit (Unidad de Medición Inercial)

INS : Inertial Navigation System (Sistema de Navegación Inercial)

IoT : Internet of Things (Internet de las Cosas)

IP : Internet Protocol (Protocolo de Internet)

LDW : Lane Departure Warning (Alerta de Cambio Involuntario de Carril)

LiDAR : Laser Imaging Detection and Ranging (Detección y Rango de Imágenes Laser)

LTE : Long Term Evolution (Evolución a Largo Plazo)

M2M : Machine to Machine (Máquina a Máquina)

MIMO : Multiple-input Multiple-output (Múltiple Entrada Múltiple Salida)

MOP : Ministerio de Obras Públicas

NHTSA : National Highway Traffic Safety Administration (Administración Nacional de Seguridad del Tráfico en las Carreteras)

NTT : Nippon Telegraph and Telephone Corporation

PIB : Producto Interno Bruto

RF : Radio Frecuencia

SEC : Superintendencia de Electricidad y Combustibles

SMS : Short Message Service (Servicio de Mensaje Corto)

SUBTEL : Subsecretaría de Telecomunicaciones

TTC : Tiempo de Colisión

UIT-R :	Unión Internacional de Telecomunicaciones
US :	United States (Estados Unidos)
USSD :	Unstructured Supplementary Service Data (Servicio de datos suplementarios desestructurados)
V2D :	Vehículo a Dispositivo
V2G :	Vehículo a la Red
V2H :	Vehículo a Hogar
V2I :	Vehículo a Infraestructura
V2N :	Vehículo a las Redes
V2P :	Vehículo a Peatones
V2V :	Vehículo a Vehículo
V2X :	Vehículo a Todo
VA :	Vehículo Autónomo
VE :	Vehículo Eléctrico
WAP :	Wireless Application Protocol (Protocolo de Aplicaciones Inalámbricas)
US\$:	Dólares Estadounidenses
% :	Porcentaje
\$:	Peso Chileno

B. SIMBOLOGÍAS

°C :	Grados Celsius
GBps :	Gigabits por segundo
GHz :	Gigahercio
gr :	Gramos
kHz :	Kilohercio
km :	Kilometro

km/hr : Kilómetros por hora
kW : Kilovatio
Mbps : Megabit por segundo
MHz : Megahercio
mmWave : Banda milimétrica

INTRODUCCIÓN

Uno de los sectores que ha tenido mayor crecimiento durante los últimos años es el de las comunicaciones, teniendo una gran relevancia la capacidad que se tiene para cubrir las necesidades de los consumidores. Cada avance generacional en la conectividad inalámbrica ha traído nuevos participantes en el mercado que esperan capturar la mayor parte de la creación incremental de valor a través de la obtención de ventajas competitivas en un ambiente que cambia rápidamente, y que se ha demostrado a través de la implementación de pilotos, experimentación activa en marcha, portadores y empresas por igual deben decidir cómo participar en el ecosistema cambiante.

Una de las tendencias en el crecimiento del sector de las comunicaciones está relacionado a la implementación de nuevas tecnologías establecidas y emergentes como el Internet de las Cosas (IoT), inteligencia artificial (IA), Big Data, automatización, robótica, machine learning, realidad virtual entre otras con el fin de agilizar las respuestas y así generar una transformación en la vida cotidiana (Matus, 2021). Un elemento fundamental para lograr alcanzar el máximo potencial de estas tecnologías es la conectividad y las comunicaciones, por esto se ha vuelto tan necesaria la implementación de un sistema que soporte la gran cantidad de datos que se deben procesar. Es aquí donde aparece la figura del 5G o quinta generación de redes móviles que permitirá navegar hasta a 10 GBps (gigabytes por segundo), 10 veces más rápido que las principales ofertas de fibra óptica del mercado. Gracias a esta nueva tecnología se podrá aumentar exponencialmente el número de dispositivos conectados, ya sean vehículos, robots industriales, mobiliario urbano (como las autopistas, paraderos de buses, cámaras de seguridad) o cualquier dispositivo electrónico que se tenga, los cuales podrán conectarse y compartir información en tiempo real (Flores, 2019).

Pronto, el 5G e Internet de las Cosas (IoT) conducirán a productos como automóviles autónomos que dependen de sistemas digitales complejos cuyos componentes pueden obtenerse de una variedad de países. Esta nueva clase de productos creará cadenas de valor transfronterizas basadas en aprendizaje automático, análisis de datos y conectividad. Grandes empresas de la industria automotriz como Toyota, Hyundai, BMW y Volkswagen, se suman progresivamente a estos nuevos cambios tecnológicos, implementando sistemas que permiten la comunicación entre vehículos y su entorno posibilitando que los automóviles viajen más juntos en los caminos y sincronicen sus reacciones para evitar accidentes, que puedan comunicarse con una infraestructura cercana

e incluso con peatones. A pesar de que el 5G comienza a demostrar que llegó para quedarse, es necesario que se conozcan los impactos y oportunidades, los cuales se detallarán en este trabajo de título, de tal manera de preparar a la industria automotriz y a los usuarios para afrontar estos cambios de la mejor manera.

OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar cuáles son los desafíos que representa la implementación de tecnologías 5G en la industria automotriz enfocado en la reducción de accidentes de tránsito realizando una investigación cualitativa.

Objetivos específicos

Analizar la influencia de las tecnologías 5G en la industria automotriz y su relación con la reducción de accidentes de tránsito para el desarrollo de un marco teórico para la investigación.

Definir qué variables tienen una influencia significativa en el desarrollo de las tecnologías 5G a partir de un diseño de investigación basado en la correlación de estos factores con otros países.

Comprender la relación del consumidor con las tecnologías 5G en la industria automotriz chilena a través de un cuestionario para el posterior desarrollo de un reporte de resultados.

CAPÍTULO 1

1.1 IDEA

Las tecnologías 5g a partir del IoT se pueden utilizar en la industria automotriz para reducir los accidentes

IoT (Internet Of Things) (Gracia) se entiende como una agrupación e interconexión de dispositivos y objetos a una red que tienen la capacidad de interactuar. Estos objetos pueden ser cualquiera que se pueda conectar a internet sin la intervención humana. IIoT es la aplicación de la tecnología IoT en entornos industriales especialmente en lo que respecta a la instrumentación y el control de sensores y dispositivos que utilizan tecnologías en la nube.

Dentro de los beneficios que se pueden encontrar en la aplicación de las tecnologías IIoT se encuentran la obtención de información basadas en los datos de las máquinas para ayudar a mejorar la administración de los negocios y a la toma de decisiones, el aumento en la productividad y eficiencia de las operaciones, lo que a su vez genera que exista la creación de nuevos modelos de negocio en donde los negocios físicos se conecten a los digitales y así poder generar tanto valor para las empresas, como ventajas competitivas.

En industrias con entornos peligrosos (minas, campos de petróleo, gas, plantas químicas y energéticas) se utilizan estas tecnologías aplicadas a temas de seguridad, por ejemplo, para conocer los posibles eventos peligrosos que podrían afectarles, tanto el rastreo como si ocurre un accidente, vigilancia de la salud (que incluso puede ser a distancia) y condiciones medioambientales de riesgo.

En cuanto a la industria de transporte y logística es en donde se ha desarrollado una mayor aplicación de IIoT; dentro de los ejemplos se pueden mencionar las flotas de vehículos tanto camiones, barcos y trenes cuyas rutas pueden ser modificadas ante condiciones tanto climáticas, como actuar más rápido ante la indisponibilidad de vehículos o conductores.

Desde la entidad internacional 5G Automotive Association (5GAA) aseguran que, con la llegada de nuevas tecnologías a la industria automotriz, el riesgo de accidentes se podría reducir entre un 65% y un 68%. Según los estudios de la National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA), agencia integrada en el Departamento de Transporte de Estados Unidos, las tecnologías y aplicaciones de automóviles conectados con su entorno pueden llegar a prevenir 600.000 accidentes de tráfico al año solo en Estados Unidos.

Estas tecnologías tienen relación con la comunicación entre automóviles la que podrá ser de dos maneras; entre los propios autos con tecnología V2V (vehicle-to-vehicle) o entre auto e infraestructuras con los sistemas V2X (vehicle-to-everything) (*ver figura 1.1*). De esta manera, las maniobras de conducción podrán adaptarse de forma mucho más efectiva y rápida a las situaciones peligrosas que se detecten anticipadamente. Otro importante avance es la posibilidad de que los semáforos puedan comunicar a los vehículos su color con antelación en cada momento así como el tiempo que falta hasta su siguiente cambio de color, así el auto calcula la velocidad más adecuada según la distancia a la que se encuentra del próximo semáforo para adoptar un ritmo más constante y evitar aceleraciones y frenadas bruscas. Además de mejorar la seguridad, también se optimiza el consumo, por lo que se logra una conducción más eficiente.

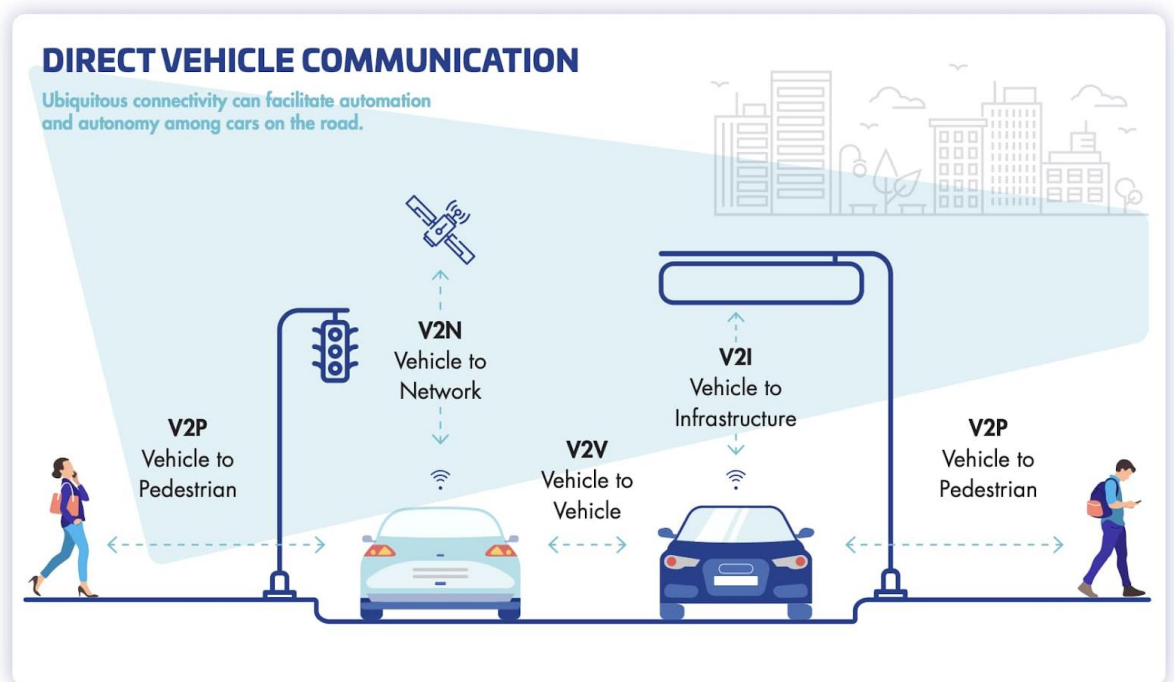


Figura 1.1 Ilustración comunicación vehículos e infraestructura

Fuente: (THALES, 2021)

Otros beneficios que traerá el hacer que los vehículos sean más inteligentes es que se anticipen y eviten situaciones peligrosas, reduciendo las colisiones y potencialmente salvando vidas. Finalmente se mejorará la experiencia de la conducción al proporcionar

información de tráfico en tiempo real para optimizar los viajes, el vehículo ayudará a encontrar el espacio de estacionamiento libre más cercano e incluso permitirá el mantenimiento predictivo para ahorrar tiempo y dinero a los conductores. Incluso, los avances han permitido que las mejoras no sólo estén enfocadas en los conductores, sino también en los pasajeros implementando sistemas de entretenimiento similares a los que se podrían encontrar en un avión comercial (5GAA Automotive Association).

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Chile no está preparado para la utilización de tecnologías 5G en la industria automotriz

Según la SUBTEL (Subsecretaría de Telecomunicaciones, 2021) en junio de 2021 los accesos a 4G alcanzaron los 19,9 millones de conexiones, cifrando un crecimiento de 18,3% en los últimos 12 meses. El despliegue de las redes 4G, asignadas bajo concurso público en el año 2013, permitió mejorar la cobertura a nivel nacional, otorgando una mejor experiencia para los usuarios que utilizan habitualmente las tecnologías móviles. Por el lado de las redes 5G se comenzó con los procesos de licitaciones y despliegue que permitirán aún mejores desempeños en las tecnologías (*ver figura 1.2*).

Por otra parte, en Chile (KPMG International, 2020) desde el 2008 se han estado utilizando vehículos autónomos en minería desde que se introdujeron 18 camiones mineros autónomos guiados por GPS a la división Gabriela Mistral de Codelco. Esto ha estado haciendo más eficiente el proceso minero ya que se utilizan durante 17 horas al día en comparación con las 14 o 15 horas que se utiliza un vehículo conducido por humanos. Además en enero del 2020 se inició el primer proyecto piloto de vehículos autónomos en América Latina, en donde un minibús eléctrico y autónomo recorre un circuito de 1 km alrededor del parque O'Higgins en el centro de Santiago.

A pesar de esto, Chile aún se encuentra en una etapa de despliegue del 5G, en comparación a otras potencias como países de Europa, Norteamérica, Oceanía en donde ya se ha desplegado de forma comercial. Además para una utilización total de las tecnologías IoT aplicadas a la industria automotriz se requiere de infraestructura, pensando derechamente en los vehículos autónomos y en la importancia de las carreteras para su correcto funcionamiento; y a pesar de que a nivel latinoamericano Chile es una potencia, a nivel mundial aún existen oportunidades de mejora tanto como para alcanzar los niveles de

perfección en las vías, una correcta demarcación de estas, condiciones de asfalto que permitan a los vehículos transitar sin problemas y una iluminación que cumpla el objetivo.

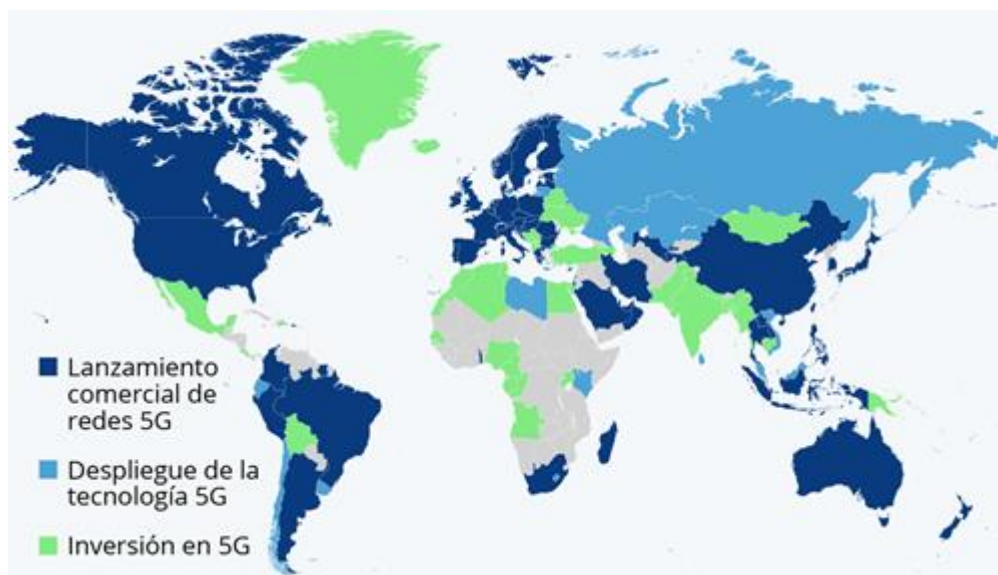


Figura 1.2 Despliegue mundial 5G Junio 2021

Fuente: (Mena Roa, 2021)

1.3 REVISIÓN DE LA LITERATURA Y DESARROLLO DEL MARCO TEÓRICO

Tecnologías 5G en la industria automotriz y su relación con la reducción de accidentes de tránsito

1.3.1 Industria Automotriz

En la historia de la industria automotriz se pueden reconocer tres principales etapas: la de propulsión por vapor, por gasolina y por electricidad. Al remontarse a los vehículos cuya propulsión es por vapor, se encuentra el caso del primer automóvil de la historia creado en 1769 a manos de Nicolas-Joseph Cugnot al que se le nombró Fardier (BaysanQuality, 2019). Este consistía de un triciclo con ruedas de madera, llantas de hierro y pesaba 4,5 toneladas. Con este se podía arrastrar una carga aproximada de 4500 kilos a una velocidad de 4 km/hr, en donde es evidente que la finalidad de este tipo de vehículos es utilizarse

para trabajos pesados. Es en esta misma fecha en donde se produce el primer accidente automovilístico cuando el Fardier choca contra un muro, derribándolo. Este detalle se considera fundamental para el desarrollo de este trabajo de título debido a que se busca demostrar cómo las nuevas tecnologías pueden ayudar a prevenir este tipo de hechos.

Durante las últimas décadas la industria automotriz se ha convertido en una de las industrias más dinámicas, lo que ha generado efectos importantes en las distintas economías en términos de productividad, desarrollo tecnológico y competitividad. La *Iberian Journal of Information Systems and Technologies* (Jefferson Aguirre, 2020) señala que la industria automotriz y sus exportaciones se convierten en ítems fundamentales para países desarrollados, debido a que estas industrias se han encargado de diseñar, desarrollar, fabricar, ensamblar y comercializar este tipo de producto, generando una de las principales fuentes de empleo. Aproximadamente en el año 2019 se vendieron más de 88.8 millones de vehículos de motor, donde los principales distribuidores fueron China, Estados Unidos, Japón, Alemania, India, Gran Bretaña, Francia, Brasil, Italia y Canadá en el top 10 de países.

Según Paradigma económico (Revista de economía regional y sectorial Universidad Autónoma del Estado de México) (Suárez, 2010) los cambios en los sistemas de producción relacionados con los adelantos tecnológicos han provocado una alta competitividad, tomando relevancia el nuevo modelo de producción de personalización en masa) en el que las empresas productoras deben responder a un incremento en las expectativas de los consumidores en un mayor número de mercados, generando con ello una gran proliferación de segmentos y modelos con características personalizadas, como la potencia, velocidad de crucero, controles internos automatizados, Internet y GPS, vehículos híbridos con tracción manual y automática, aspectos relacionados con dispositivos de seguridad como cinturones de seguridad y bolsas de aire con sistemas contra choque, la exigencia de altos niveles de calidad en el diseño del sistema de frenado; donde todas estas innovaciones han sido posibles gracias a la tecnología.

1.3.2 Innovaciones tecnológicas en la industria automotriz

Según el libro *Global Conference on Business and Finance Proceedings* (Jovita Georgina Neri Vega, 2015) en su sección “La innovación presente en la evolución de la industria automotriz a nivel mundial” define las innovaciones que se han desarrollado en la industria automotriz:

- Época Artesanal (1890-1908): En los comienzos de la década de 1890 empresas comenzaron a construir automóviles a pedido, esto involucraba volúmenes de producción muy bajos principalmente asociado a las técnicas artesanales que

causaban variaciones inherentes a la manufactura. Los costos eran muy elevados y este no disminuía en relación al volumen producido. De esta manera aparecen las primeras empresas dedicadas al ensamblaje de automóviles dando origen al sistema de producción artesanal.

- **Época Ford:** Durante la década del 1910 se comenzó a fabricar autos en serie, dándose la primera revolución en la industria automotriz moderna. El proceso fue llevado a cabo por Ford con el modelo de automóvil “T” que fue lo suficientemente adecuado para ser producido en serie. A partir de esto, diversas empresas comenzaron a tomar el mismo modelo como General Motors Company (principal competidora de Ford y que se transformó posteriormente en Chevrolet Motor Company) y Chrysler dando inicio a la gran fuerza constructora individual de la época en la industria automotriz americana.
- **La Época Dorada De La Producción En Serie (1930-1973):** Una vez implementadas las técnicas de fabricación en serie, las empresas relacionadas al rubro automotriz comenzaron a aplicar técnicas de administración, mercadotecnia, formas de control en la asignación de trabajos, nuevos sistemas financieros para controlar las inversiones, importancia a la marca y publicidad. Esto sumado a la capacidad que habían adquirido de producir mayor gama de productos, convirtió a esta época en la dorada de la producción en serie.
- **La Época De La Manufactura Esbelta (Lean Production 1973-1990):** Toyota Motor Co. En Japón fue la precursora del concepto de producción “adelgazada” o Lean Production cuya meta es que el producto debe ser perfecto; adoptando métodos de mejora continua que permitan una mejora constante en la calidad. Dentro de las características principales se encuentra que los proveedores eran seleccionados en base a su habilidad para alcanzar los estándares; los fabricantes comparten con los proveedores información de desarrollo del producto y además utilizan sistemas y herramientas enfocadas a la mejora en la calidad como por ejemplo Just in Time y Kanban.
- **La Época De La Empresa En Expansión (Extended Enterprise 1990-2000):** Junto con la manufactura esbelta o Lean Production, se comienza a utilizar en la fabricación de vehículos las economías de escala, esto permitió generar un alto rango en la producción de automóviles y un ahorro en los costos al tener una producción a mayor volumen.

Durante la última década las innovaciones en la industria automotriz han pasado de tener un enfoque en los sistemas de fabricación mismos, a uno relacionado a las tecnológicas, donde principalmente se han estado enfocando a las áreas de seguridad, reducción del impacto al medio ambiente, avance en los sistemas de navegación, inteligencia artificial e internet de las cosas. Según el artículo “Visión de Máquina y Técnicas de Inteligencia Artificial para la Detección de Infracciones de Tránsito por Alta Velocidad” (Toquica, 2020) la inteligencia artificial se refiere a la utilización de datos con el fin de tomar decisiones automatizadas y con la información disponible en el momento. Esta es una toma inteligente de decisiones que utiliza la información de los descriptores y características obtenidas aplicando visión de máquina. Entre los procesos más comunes de visión de máquina con técnicas de inteligencia artificial se encuentra la detección, clasificación, rastreo de objetos, y la estimación de posición, ubicación y volumen de objetos. La aplicación de estas tecnologías a los vehículos es lo que se conoce como vehículos autónomos, en donde según las funciones que tienen estos, se pueden dividir en distintas categorías. En el año 2016 la National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) de Estados Unidos y la Sociedad Internacional de Ingenieros Automotrices (Society of Automotive Engineers - SAE) adoptan la nomenclatura SAE para la descripción de la automatización de los vehículos automotores; en esta se describe que los niveles van de una función de asistencia al conductor hasta la automatización completa donde no es necesario un conductor.

- Nivel 0 Sin asistencia: El vehículo no cuenta con ningún sistema automatizado que le permita tomar el control por sí solo, pero incluye sistemas que emitan alguna advertencia ante un evento u objeto. Estos son en su mayoría los vehículos que se ven en las calles, en donde el conductor debe hacer todas las maniobras como acelerar, frenar y girar (Galván, 2017).
- Nivel 1 Conducción asistida: El vehículo incluye sistemas como el control de cruce o la tecnología para mantenerlo en el carril. Un detalle especial es que pueden tener uno o más sistemas que controlen la velocidad o la dirección, pero no ambos al mismo tiempo. Por ejemplo, algunos automóviles modernos cuentan con piloto automático adaptativo (que acelera o frena de forma automática dependiendo del tráfico), que es un ejemplo de una capacidad de nivel 1. Otro ejemplo son los sistemas con control de carril, que automáticamente evita que un automóvil se salga de su carril. En resumen, el conductor sigue controlando el vehículo y debe mantener las manos en el volante, pero recibe asistencia para escenarios específicos (Galván, 2017).
- Nivel 2 Autonomía parcial: El vehículo puede denominarse semiautónomo. El conductor debe permanecer alerta por si en algún momento tiene que tomar el control

ya que el vehículo puede que no responda adecuadamente; además, es obligatorio que el sistema se desactive cuando el conductor toma el control. Un ejemplo de coche semi autónomo es el Mercedes-Benz Clase E que destaca por el denominado Drive Pilot capaz de evitar la salida de la calzada sin la necesidad de que existan líneas de carril (20minutos.es, 2018).

- Nivel 3 Autonomía condicional: El vehículo puede circular de forma autónoma en entornos controlados como autopistas. En este nivel podría encontrarse el sistema Autopilot de Tesla en el Model S, este sistema está desactivado por defecto en el vehículo y debe ser conectado voluntariamente por el conductor. Realiza constantes comprobaciones para asegurarse de que el conductor permanece atento y con las manos en el volante avisando mediante alertas sonoras y luminosas si no detecta las manos en él (20minutos.es, 2018). Como se puede observar, a este nivel la autonomía del vehículo es bastante avanzada llegando incluso a representar problemas legales, ya que en caso de un accidente no se tiene claridad de la responsabilidad del conductor, es por ello que también se refuerza que se necesita un conductor atento a las condiciones (Galván, 2017).
- Nivel 4 Alta autonomía: El vehículo puede circular sin supervisión del conductor en áreas acotadas donde éste tenga suficiente información para no depender del conductor. En caso de que éste se encuentre ante una situación en la que no pueda conducirse, por ejemplo durante una tormenta donde se reduzca significativamente la visibilidad, busca un lugar seguro donde detenerse y espera a que se resuelva la situación o el pasajero le provea información adicional. Incluso un automóvil nivel 4 no necesariamente cuenta con controles para conducción manual. Algunas empresas muy potentes ya han comenzado a hacer sus primeras pruebas serias para ver cuál es el funcionamiento real. Google es un ejemplo de conducción autónoma; desde mayo de 2012 tiene licencia para probar coches autónomos en algunos estados de Estados Unidos. El Modelo S de Tesla ya cuenta con el hardware necesario, pero las computadoras a bordo todavía están recopilando horas de manejo para entrenar los algoritmos de conducción autónoma; una vez que se cuente con suficiente entrenamiento se activará en los automóviles este nivel de autonomía (Galván, 2017). Otras marcas como Ford y Volvo han anunciado que planean tener disponibles autos nivel 4 a más tardar en el año 2021. Volvo y Uber también se han aliado para crear la primera flota de taxis autónomos del mundo (20minutos.es, 2018).
- Nivel 5 Autonomía completa: La conducción autónoma en este nivel es completa. Puede circular por cualquier carretera o ciudad siempre y cuando sea legal la conducción autónoma. Gracias a la tecnología, el vehículo podrá reaccionar ante

cualquier imprevisto. A este punto no sólo los fabricantes de automoción están interesados en crear vehículos autónomos, otras empresas tecnológicas también indagan en el tema. Por ejemplo, Microsoft está diseñando aplicaciones que puedan formar parte de estos vehículos (20minutos.es, 2018). Cabe destacar que al avanzar en niveles, las dificultades técnicas se vuelven mayores ya que los vehículos deben ser capaces de enfrentar todos los escenarios posibles que son millones de combinaciones entre los distintos retos técnicos que se podrían presentar. Hasta el momento ninguna empresa se ha comprometido en tener automóviles nivel 5 en menos de siete años (Galván, 2017).



Figura 1.3 Niveles de conducción autónoma

Fuente: (Lopez, s.f.)

1.3.3 Tecnologías 5G para reducción de accidentes de tránsito

Un estudio realizado por un ingeniero de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia (Toquica, 2020) explica que el aumento en la demanda del parque automotriz junto la poca inversión en infraestructura vial, provocan embotellamientos y por consiguiente, que los conductores adopten conductas agresivas para llegar a su destino. Esto puede desencadenar accidentes de tránsito con lesiones tanto para los conductores como para terceros, y en los peores casos, pérdida de vidas. En este estudio se cita un paper publicado en 2019 para la International Conference on Innovative Trends in Computer Engineering (ITCE) donde se explica que la mayor causa de los accidentes automotrices está asociado a la violación de las leyes del tránsito, específicamente las relacionadas a la conducción a exceso de velocidad, cruzar con semáforo en rojo, no mantener suficiente distancia con el vehículo de enfrente en carreteras, conducir en sentido contrario, etc.

Según la National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) de Estados Unidos existen beneficios relacionados a la automatización de los vehículos los cuales corresponden, en primer lugar, a la seguridad. Los nuevos sistemas que se busca incorporar a los vehículos ayudan a salvar vidas y reducir lesiones, tanto de conductores, acompañantes, peatones y ciclistas; en donde el 94% de estos siniestros corresponden a un error humano. Por otra parte y no menos importante se tienen los beneficios económicos y sociales, considerando que cada vez que se produce un accidente existen daños monetarios que se deben reparar como los vehículos involucrados, indemnizaciones, infraestructura y por otra parte los daños a las personas como muerte, lesiones o disminución permanente de las capacidades de los involucrados, lo que a su vez representa disminución en la fuerza laboral (Departamento de transporte US).

Se puede hablar de un vehículo autónomo cuando este se encuentra en un Nivel 4-5 y teniendo los siguientes componentes que le permiten aumentar los niveles de seguridad:

- Sensores: Existen dos tipos de sensores dentro del sector automotriz:
 - Sensores activos como el radar. Emite ondas de radio que se devuelven mediante objetos reflectantes situados en la ruta del haz de radar.
 - Sensores pasivos como una cámara. Obtienen información del entorno sin emitir ningún tipo de onda.

La tecnología más utilizada en vehículos autónomos por su potencia y precisión es LiDAR (Light Detection and Ranging), sensores que se basan en la emisión de rayos

láser que golpean los objetos del entorno y rebotan llegando al foto detector. Los rayos que rebotan se unifican en una especie de nube de puntos, creando una imagen tridimensional del entorno.

- **GPS:** Permite marcar la ruta a seguir y situar en el mapa de forma correcta y real, al vehículo, así este puede determinar si va en el carril correcto, lo que representa una mayor importancia cuando se trata de ir en una carretera con otros vehículos o en sectores cuya geografía podría representar un peligro. Esto se complementa con la carga de mapas 3D para tener un posicionamiento más preciso y disminuir la carga del sistema al no tener que procesar toda la información a partir de cámaras o sensores. Estos mapas 3D tendrán cargadas objetos como las calles, edificios, árboles, semáforos y señaléticas que permitirán, por ejemplo, captar cuáles son los límites de velocidad y que el vehículo pueda respetarlos (Webfleet Solutions, 2018).
- **Controles automatizados:** Desde el 2016 se ha comenzado a hablar de características de seguridad parcialmente automatizadas para referirse a los avances que han tenido los controles automatizados. Dentro de esos controles se pueden mencionar algunos como:
 - ***Asistencia de Permanecer en el Carril:*** Sistema que permite mantener al vehículo centrado en su carril en todo momento.
 - ***Control Automático Adaptativo:*** Sistema que ayuda al conductor a mantener una separación con el vehículo que lo precede a partir de aplicación de frenos y generar una distancia de seguridad (Ford Service Content).
 - ***Asistencia de Embotellamiento de Tráfico*** o Control de Crucero Adaptativo: cumple la misma función anterior, pero este tiene la capacidad de retomar la velocidad, de tal manera que ante la frenada del vehículo delantero, no se provoque un embotellamiento.
 - ***Estacionamiento Automático:*** Monitorea el camino buscando espacios vacíos a la derecha o a la izquierda en los que podría estacionarse. El sistema realiza los cálculos necesarios para estacionar en el lugar detectado y mueve la dirección de manera automática hasta finalizar la maniobra. Adicionalmente, existe un sistema que asiste al conductor para salir de estacionamientos paralelos simplemente presionando el botón de activación del sistema (Ford).
- **Computadoras:** Reciben la información entregada por parte de todos los sistemas anteriormente mencionados y su función es procesar todas las variables como ¿Qué es

lo que lo rodea? ¿Qué hacen los otros autos? ¿Cuál es el mejor trayecto? ¿Hay que acelerar o frenar? Se compone de un software que actúa como cerebro generando un terabyte de información cada hora (Hernandez, 2017).

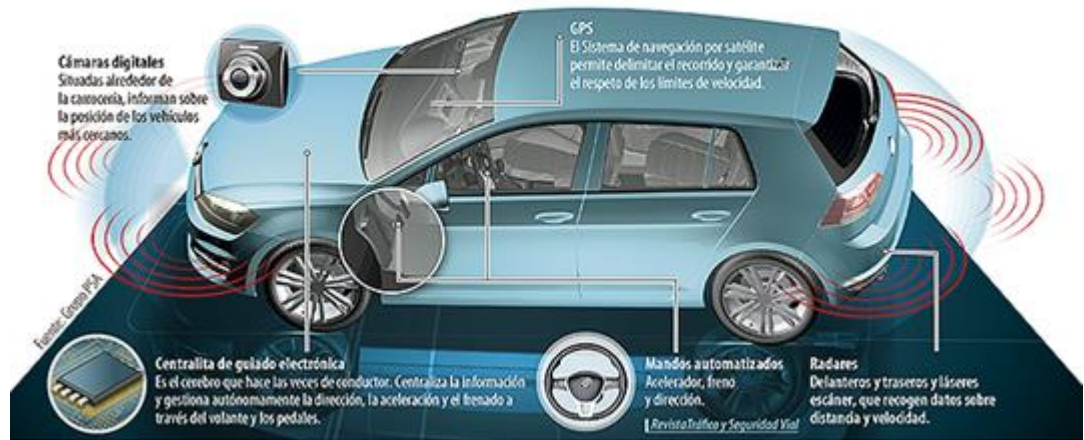


Figura 1.3-1 Representación de los sistemas principales de un vehículo autónomo

Fuente: (Dirección General de Tránsito, Gobierno de España, 2016)

Es importante mencionar que actualmente los vehículos autónomos se han pensado para un uso en carreteras bien señalizadas y cuya infraestructura en las ciudades está preparada para estas funciones. Es por esto que se hace necesario incursionar en el tema de las ciudades. Estos vehículos tienen la capacidad de comunicarse con su entorno para poder desarrollar de mejor manera su potencial, estos incluyen las comunicaciones entre vehículo e infraestructura (V2I), vehículo a dispositivos (V2D), vehículo a hogar (V2H), vehículo a la red (V2G), vehículo a vehículo (V2V) y vehículo a peatones (V2P).

En cuanto a las tecnologías relacionadas a la infraestructura, como se mencionó en el capítulo anterior, se requerirán estaciones base con tecnologías 5G instaladas y dispositivos con la suficiente capacidad computacional para procesar todo el flujo de datos generados; otro ítem importante serán las cámaras ubicadas en las calles u otros lugares donde frecuenten los vehículos, que generen información del estado del tráfico en cada momento. Esto seguido de la implementación de Inteligencia Artificial que gestionará la circulación

de los datos y a su vez dará las instrucciones a los vehículos, evitando colisiones, congestiones y accidentes; además de comunicarlo a otros vehículos.

En cuanto a cómo cambiarán las ciudades va a jugar un papel fundamental la infraestructura, ya que se va a requerir un entorno adaptado a las últimas tecnologías en cuanto a carreteras e incluso bienes raíces. Según un estudio de UITP (International Association of Public Transport) (Dante Enrique Sica, 2012), el modo de transporte que requiere más espacio es el vehículo privado, estacionado en promedio un 90% del tiempo que permanece en las ciudades, y cuyo desplazamiento diario del hogar al trabajo ocupa, en promedio, un espacio 90 veces superior al mismo desplazamiento efectuado en metro, y 20 veces mayor al efectuado en autobús o tranvía. En las grandes ciudades y megaciudades, las velocidades medias de viaje en los días hábiles están disminuyendo; por ejemplo, en el centro de la Ciudad de México, Manila, Shanghai o Sao Paulo, en un día hábil se circula entre 8 y 15 kilómetros por hora. Si los vehículos de uso particular pasaran a ser un servicio, podrían estacionarse en las periferias de las ciudades a la espera de la activación por parte de los usuarios. Esto disminuiría la necesidad de estacionamiento liberando espacios públicos para distintos usos como que estén enfocados a los peatones, bicicletas, parques, etc. También en cuanto a temas de infraestructura se encuentra la necesidad de estaciones de carga para los vehículos eléctricos, ya que estos son una realidad cada vez más cercana con el proceso de electrificación de los vehículos, teniendo la posibilidad de que sean 100% eléctricos o con opciones híbridas que incluso repercute en la reducción de las emisiones contaminantes.

1.3.4 Visualización del alcance del estudio

Para la primera parte del trabajo se tiene una investigación teórica de alcance descriptivo, donde se recopilará información sobre los distintos puntos que inciden en el desarrollo de esta tecnología. Lo que se busca con esto es recoger información con la mayor precisión posible sobre los desafíos que involucra la creación e implementación de tecnologías que requieren un sofisticado sistema de información que cada vez necesita una mayor velocidad para una operación eficiente.

Una vez recopilada la información anterior, pasará a ser de alcance correlacional debido a que se pretende realizar una correlación con lugares donde se estén implementando estas tecnologías de tal manera de obtener las mejores prácticas y estudiar la viabilidad de estas en Chile, considerando todas las facilidades con las que contaba este lugar que quizás, por el momento no han sido implementadas en el país.

Debido a las mismas características que se han mencionado anteriormente, la investigación continúa con un alcance exploratorio ya que no es del todo masivo en el país

que se cuente con la infraestructura necesaria para la utilización de estas tecnologías en la eventualidad de que llegaran desde el extranjero o se produzcan localmente, por lo tanto no son conocidas las implicancias de estas para la sociedad y para la industria productora.

CAPÍTULO 2

2.1 ELABORACIÓN DE HIPÓTESIS

Para el Capítulo 2 se formula una hipótesis de investigación correlacional en donde se relacionarán las variables política y legislación; tecnología e innovación; infraestructura y aceptación del consumidor con la preparación de la población chilena para la utilización de tecnologías 5G en la industria automotriz.

H_i: La población chilena se sentiría más preparada para la utilización de tecnologías 5G en la industria automotriz si se mejoran aspectos como política y legislación; tecnología e innovación; infraestructura y aceptación del consumidor.

En el diseño de la hipótesis no se considera una relación de causalidad, por lo tanto puede leer de izquierda a derecha como de derecha a izquierda:

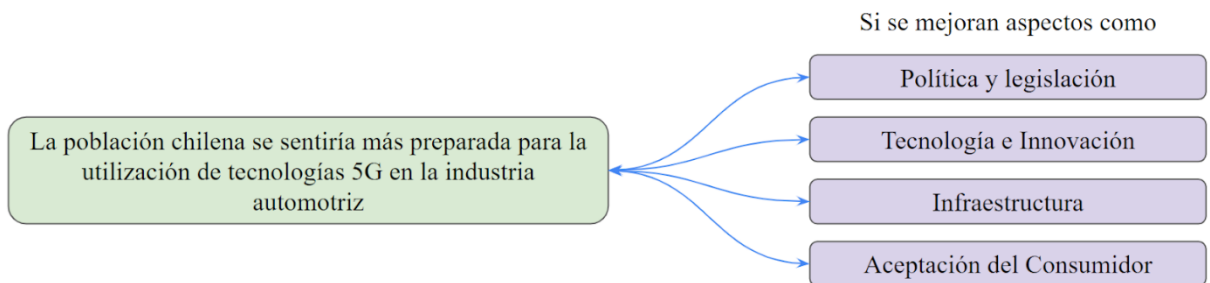


Figura 2.1-1 Diseño hipótesis

Fuente: Elaboración propia

2.2 DEFINICIÓN DE VARIABLES

La hipótesis se define en base a variables que el Índice de Preparación de Vehículos Autónomos (AVRI) utiliza para medir el nivel de preparación en esta materia en 30 países y jurisdicciones alrededor del mundo. Los 30 países y jurisdicciones han sido evaluados en 28 medidas diferentes, reunidas en cuatro pilares: política y legislación, tecnología e innovación, infraestructura y aceptación del consumidor.

- **Política y legislación**

- **Regulaciones de VA** (vehículos autónomos), **pilotos VA financiados por el gobierno y agencias enfocadas en VA**: Los países que tienen normativas que apoyan el uso de VA y colocan pocas restricciones sobre cuándo, dónde y cómo se pueden realizar las pruebas de VA se puntúan más alto. Similar para los pilotos VA financiados por el gobierno; los que reparten la responsabilidad de los vehículos autónomos en un gran número de las entidades gubernamentales reciben calificaciones más bajas; y los que establecen una tecnología audiovisual o de transporte y centrada en la innovación y además tiene la responsabilidad exclusiva obtiene las calificaciones más altas.
- **Disposición del gobierno para el cambio**: Es un índice compuesto que evalúa la regulación, la planificación estratégica del gobierno y el estado de derecho.
- **Orientación futura del gobierno y eficiencia del sistema legal en la impugnación de regulaciones**: La primera se basa en medidas sobre estabilidad de las políticas, la capacidad de respuesta del gobierno al cambio, la adaptabilidad del marco legal del país al cambio y la visión a largo plazo del gobierno. La segunda mide la capacidad de los fabricantes de VA para desafiar las reglas gubernamentales desfavorables.
- **Entorno de intercambio de datos**: Países en donde se adoptan enfoques de datos abiertos y compartidos obtienen una puntuación más alta, ya que esto permite una mayor colaboración entre el gobierno y la industria privada para fomentar el desarrollo de VA.

- **Tecnología e innovación**

- **Asociaciones industriales**: Los países que albergan empresas que han establecido un gran número de asociaciones reciben puntuaciones más altas.
- **Sede de la firma de tecnología VA**: Compara países con mayor cantidad de sedes y se escalan de acuerdo a la población mundial.
- **Patentes relacionadas con VA**: Compara países con mayor cantidad de patentes y solicitudes de patentes relacionadas con VA y se escalan de acuerdo a la población mundial.
- **Inversiones en la industria VA**: Esta medida se basa en los países donde las inversiones de organizaciones se realizan en la industria de VA. Nuevamente, esto se escala según las poblaciones nacionales.
- **Disponibilidad de las últimas tecnologías**: Países que tienen el mayor acceso a las últimas tecnologías.

- **Capacidad de innovación:** Países que tienen mayor capacidad de innovación.
 - **Ciberseguridad:** Países que tienen una mejor ciberseguridad.
 - **Evaluación de la computación en la nube, inteligencia artificial e Internet de las cosas:** Esta nueva medida se extrae del índice de conectividad global del año 2019 publicado por la empresa de telecomunicaciones Huawei.
 - **Cuota de mercado de coches eléctricos:** Cuota de mercado de vehículos de pasajeros que funcionan completamente con baterías o son híbridos enchufables, dado que la mayoría de los VA serán eléctricos.
- ***Infraestructura***
 - **Estaciones de carga para vehículos eléctricos:** Como es probable que la mayoría de los vehículos autónomos sean vehículos eléctricos, su adopción requerirá la disponibilidad de estaciones de carga eléctrica, por lo que países con más puntos de recarga por persona, tienen más puntaje.
 - **Cobertura 4G:** Esta medida se incluye para reflejar la importancia para los VA de tener acceso a una amplia red de datos móviles. Destacar aquí que la medición se hace sobre la cobertura 4G para hacer una comparación en una base común, ya que no todos los países cuentan con tecnología 5G.
 - **Calidad de las carreteras:** Los VA funcionan mejor en carreteras de alta calidad, que estén señalizadas correctamente. Las carreteras en mal estado limitan la adopción de esta tecnología.
 - **Disponibilidad para el cambio de infraestructura tecnológica:** Mide la calidad de la infraestructura tecnológica nacional que ayudará a respaldar el uso de VA.
 - **Velocidad de conexión móvil:** Esta medida se basa en datos de velocidad de conexión móvil.
 - **Banda ancha:** Esta medida utiliza un indicador de conectividad global publicado por la empresa Huawei.
 - ***Aceptación del consumidor***
 - **Población que vive cerca de las áreas de prueba:** Cuanta más gente vea vehículos autónomos en las carreteras, es más probable que se sientan cómodos usándolos cuando estén disponibles.
 - **Uso de tecnología de la sociedad civil:** Al utilizar distintos tipos de tecnología es más probable que se conviertan en potenciales consumidores de VA, por lo tanto a más tecnología, mayor puntaje.
 - **Adopción por parte de los consumidores de innovaciones tecnológicas y habilidades digitales:** En el caso del primero incluye suscripciones telefónicas, de

banda ancha, de Internet de fibra y usuarios de Internet en general. En el caso de las habilidades digitales se mide de acuerdo a la población activa de los consumidores tecnológicos.

- **Disposición individual:** Se basa en matrícula en educación, tasa de alfabetización de adultos y proporción de jóvenes y adultos con competencias en innovaciones tecnológicas.
- **Penetración del mercado de viajes privados en línea:** Se basa en el porcentaje de personas en cada país que haya utilizado un servicio de transporte compartido.

2.3 DESARROLLO DEL DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Para el desarrollo de la investigación se utiliza un diseño no experimental, ya que no se manipulan deliberadamente las variables y se observan los fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para analizarlos; el tipo de diseño que se utiliza es transeccional ya que en este se busca describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Además para describir relaciones entre dos o más categorías, conceptos o variables en un momento determinado se utiliza el diseño Correlacional.

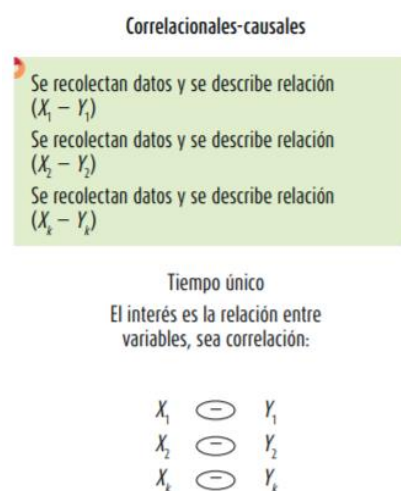


Figura 2.3-1 Diseño transeccional – correlacional

Fuente: (Sampieri, 2014)

Para realizar la correlación específicamente de las variables definidas en la hipótesis en los escenarios de Chile, se analiza el contexto de los países que obtienen los mejores puntajes en el índice AVRI por variable, y se correlacionan con los de Chile.

Los puntajes obtenidos por Chile se detallan en la siguiente tabla y se comparan con el país de mayor puntaje de la categoría.

Ítem	Puntaje Chile	País-Puntaje	Δ Diferencia
Política y legislación	3.96	Singapur 7.82	3.86
Tecnología e innovación	1.08	Israel 5.72	4.64
Infraestructura	2.97	Países bajos 7.49	4.52
Aceptación del consumidor	3.26	Singapur 7.31	4.05

Tabla 2.3-1 Comparación ítem AVRI entre Chile y el primer lugar de la categoría

Fuente: Elaboración propia a partir de (KPMG International, 2020)

Una vez definidos los ítem de comparación y los puntajes respectivos (*ver tabla 2.3-1*) se pasan a detallar los avances que ha tenido Chile en esta materia, destacando que en el 2020 entra por primera vez como participante del índice de preparación de vehículos autónomos ya que ha estado utilizando vehículos autónomos en minería desde el 2008, cuando introdujeron 18 camiones mineros autónomos guiados por GPS a la división Gabriela Mistral de Codelco. Esto ha estado haciendo más eficiente el proceso minero ya que se utilizan durante 17 horas al día en comparación con las 14 o 15 horas que se utiliza un vehículo conducido por humanos.

Además en enero del 2020 Chile inició el primer proyecto piloto de vehículos autónomos en América Latina, en donde un minibús eléctrico y autónomo recorre un circuito de 1 km alrededor del parque O'Higgins en el centro de Santiago. Un detalle importante descubierto en este piloto fue que los altos niveles de radiación solar resultado de la latitud relativamente baja de Santiago, provocan impactos en el rendimiento de las baterías.

Otro de los planes que tiene el gobierno es mejorar la conectividad a través de 24.000 km de cable submarino que une Chile con Asia. El cable submarino de fibra óptica austral casi completado cuya longitud es de 4.000 km conectará dos ciudades del sur, Puerto Montt y Puerto Williams, y otros 10.000 km serán para vincular 13 de las 16 regiones de Chile.

También hay un trabajo significativo en el ámbito de los vehículos eléctricos, ya que Santiago cuenta con 200 buses eléctricos en funcionamiento, y Enel establecerá 1.200 estaciones de carga públicas a lo largo de 5.000 km de carreteras desde Arica hasta Punta Arenas. La idea es que para el 2050 todo el transporte público sea eléctrico y que el 40% de los vehículos privados sean eléctricos.

A pesar de esto aún existen brechas en ciertos ámbitos, por ejemplo que no hay regulaciones específicas para los vehículos autónomos. Tampoco existe mucha inversión en capacitación para que el país esté listo cuando requiera un mayor análisis y evaluación para la planificación e implementación en infraestructura de transporte. Aspectos como las asociaciones público-privadas serán vitales para generar avances en infraestructura tanto en construcción como en operación, como se ha visto en la implementación de todas las iniciativas mencionadas anteriormente.

Para seguir el diseño de correlación se debe obtener información sobre las diferencias que existen entre los países más avanzados en la implementación de las nuevas tecnologías en la industria automotriz. Para esto se selecciona el primer país del índice AVRI, que en este caso corresponde a Singapur, del que se extrae el análisis sobre sus características que lo convierten en primer lugar.

En primer lugar se tiene que Singapur obtiene el mejor puntaje en dos ítems, política y legislación y aceptación del consumidor. En enero de 2019 el gobierno publicó su proyecto de normas nacionales para vehículos autónomos, así como un marco voluntario de gobernanza de la Inteligencia Artificial, el cual fue actualizado en enero del 2020. En cuanto a la aceptación del consumidor, en octubre del 2019 Singapur amplió su área de prueba a todas las carreteras públicas del oeste de Singapur, lo que representa 1.000 kilómetros o una décima parte del total de la ciudad. También capacitó a 100 conductores como operadores de seguridad de buses autónomos, como parte de un programa que

permitirá servir a 3 nuevas ciudades con autobuses sin conductor a partir del 2022. Este trabajo se puede llevar a cabo gracias a la infraestructura vial que tiene Singapur calificada como la mejor del mundo; y además a las grandes inversiones como la de febrero del 2020 (US \$4.3 millones) para apoyar los bancos de prueba de vehículos autónomos. Otra de las iniciativas está relacionada con la gradual eliminación de los vehículos a combustión interna para el 2040, con la que el país se comprometió a ampliar el número de puntos de recarga de vehículos eléctricos de 1.600 a 28.000 para 2030. Además, se está dando un incentivo hasta diciembre del 2023 para que la gente compre vehículos eléctricos con una disminución en su costo de 11% del valor del vehículo. Un dato importante a considerar es que a pesar de que Singapur ha disminuido los impuestos viales a los vehículos eléctricos, también está comenzando a introducir un impuesto al uso de estos de aproximadamente US\$500 debido a que de esta manera compensa la pérdida de los impuestos sobre el combustible.

En marzo de 2020, el fabricante de vehículos surcoreano Hyundai anunció un centro de innovación global que se abrirá en Singapur en 2022 pero a pesar de esto, existe dificultad en atraer a fábricas de estos vehículos por el reducido tamaño del mercado, a pesar de que obtiene el puntaje más alto en aceptación del consumidor. Finalmente, la implementación de estos está más enfocada en el transporte de mercancías y transporte público que en la propiedad privada del vehículo autónomo; esto se ve reflejado en que existen planes para lograr que el transporte terrestre público lleve a las personas a sus destinos en 45 minutos con el 90% de los viajes completados en ese tiempo para el 2040.

Para cerrar el Capítulo II se identifican los aspectos claves en los que tiene que mejorar Chile para que sea viable el desarrollo tecnológico de la industria automotriz. Comenzando en temas de políticas y legislación a pesar de que muchos países cuentan con algunas leyes y regulaciones apropiadas, queda mucho trabajo en la implementación nacional, lo que es común tanto como para Chile como para en general los países latinoamericanos. En el caso puntual de Chile ha comenzado el proceso de licitación pública del espectro electromagnético para instalar la red 5G, siendo el primer país de la región en iniciar la implementación. Pero esto también impone un desafío a nivel legislativo ya que será necesario contar con normas adecuadas y suficientes para asegurar el uso correcto de las tecnologías de estas redes, como los vehículos autónomos. Dentro de los aspectos a considerar se encuentran las materias relacionadas a riesgos por falta de supervisión, usos inadecuados de la tecnología y el tema de la responsabilidad por las decisiones adoptadas por los vehículos autónomos y la inteligencia artificial en general, ante alguna situación de riesgo; además estas normas deben ser lo suficientemente flexibles para adaptarse a la evolución de las nuevas tecnologías (PPUlegal, 2020).

Con respecto a Tecnología e Innovación, la pandemia se ha vuelto una oportunidad para incursionar en sistemas que permitan distanciamiento entre las personas evitando el contacto y, por lo tanto, un inminente contagio. Además, la transformación de la infraestructura digital y la implementación de la inteligencia artificial, han permitido que las economías puedan avanzar en medio de la crisis.

Al igual que en el ámbito de política y legislación, Chile se ha convertido en uno de los pioneros a nivel de América Latina especialmente por el piloto de bus autónomo realizado en el Parque O'Higgins, que por una parte mostró la capacidad que tiene el país de realizar asociaciones público-privadas, como se hizo en este caso con la empresa Transdev, y por otra parte la capacidad de innovación del país.

El índice de innovación de Bloomberg 2021 muestra que Corea del Sur y Singapur fueron las dos economías más innovadoras del mundo, y a nivel de Latinoamérica el índice lo encabeza Brasil, seguido por Argentina y en tercer lugar Chile (49,40 puntos), que incluso descendió 3 puestos en comparación al año anterior. Esto demuestra que a pesar de que Chile sea una potencia en Innovación a nivel de Latinoamérica se está bastante lejos de los primeros puestos como Corea del Sur con 90,49 puntos (*ver figura 2.3-2*) y dentro de las brechas generales que se observan es la diferencia en el gasto en investigación y desarrollo, la capacidad de fabricación, la concentración de empresas públicas de alta tecnología, brechas en educación e incentivos para que los jóvenes participen de estudios en áreas de la ciencia y la tecnología; y aunque es un punto mencionado aparte, la legislación es un tema que influye en este aspecto. El ejemplo más representativo es la disputa tecnológica existente entre Estados Unidos y China, donde uno de los factores que más incide en el estancamiento de la innovación entre los dos países son las duras políticas que no permiten el intercambio de insumos necesarios (Toro, 2021).

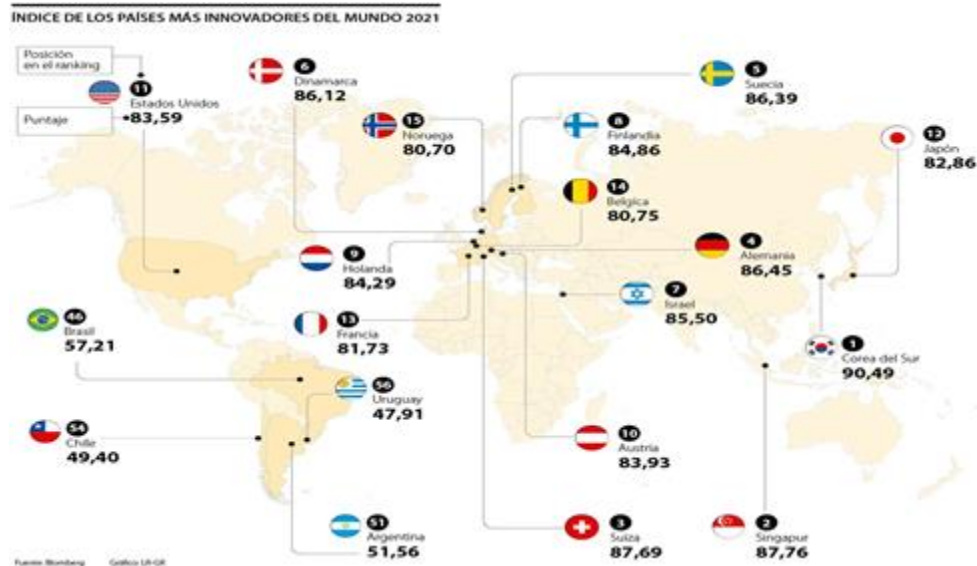


Figura 2.3-2 Puntaje índice de innovación de Bloomberg 2021

Fuente: (Toro, 2021)

En cuanto a la infraestructura, con respecto a estaciones de carga de vehículos eléctricos (electrolineras) a nivel nacional con el dato actualizado al 5 de noviembre del 2021, se encuentran operativas 533 estaciones de carga de vehículos eléctricos. A pesar de que este número parece elevado y está en concordancia con las que se pretenden alcanzar de 1.200, aún parece extraño para la sociedad encontrarse con una de estas. Por otra parte, comparando esta cifra con países de Europa donde se tienen 199.825 puntos de recarga, donde más del 25% corresponden a los Países Bajos (50.824), no es un número tan elevado el que actualmente tiene Chile. La superficie de Chile es de aproximadamente 756.950 km² versus Países Bajos con 41.543 km², una superficie mucho menor y demostrando que existe un gran potencial de mejora en cuanto a la implementación de más electrolineras, de tal manera de que sean un incentivo para la compra de vehículos eléctricos.

En cuanto a la cobertura 4G según la SUBTEL (Subsecretaría de Telecomunicaciones, 2021) en junio de 2021 los accesos a 4G alcanzaron los 19,9 millones de conexiones, cifrando un crecimiento de 18,3% en los últimos 12 meses. El despliegue de las redes 4G, asignadas bajo concurso público en el año 2013, permitió mejorar la cobertura a nivel nacional, otorgando una mejor experiencia para los usuarios que utilizan habitualmente las tecnologías móviles (Subsecretaría de Telecomunicaciones, 2021). Además y como se ha mencionado anteriormente, existen licitaciones para las redes 5G que permitirán aún

mejores desempeños en las tecnologías. A pesar de esto, Chile aún se encuentra en una etapa de despliegue, en comparación a otras potencias como países de Europa, Norteamérica, Oceanía en donde ya se ha desplegado de forma comercial. Otro ítem en el que se debería trabajar es que según cifras de Chile Telcos, durante los últimos dos años y medio, empresas asociadas a telecomunicaciones han presentado más de 4.600 denuncias y querrelas por actos vandálicos en contra de sus redes de telecomunicaciones; lo que representa una oportunidad para mejorar y atraer a las empresas a que se hagan inversiones en esta infraestructura sin el temor de perderla por actos vandálicos (Subsecretaría de Telecomunicaciones, 2021).

Otro tema que es bastante importante es la infraestructura, pensando derechamente en los vehículos autónomos y en la importancia de las carreteras para su correcto funcionamiento, el Foro Económico Mundial sitúa a Chile en el puesto 27 del ranking mundial para el 2019 y número 1 en el ranking latinoamericano. En este se mide la calidad de las rutas en los diferentes países, evaluando la red de caminos con notas que van de 1 (extremadamente pobre) a 7 (extremadamente buenas) (Gutiérrez, 2021). A pesar de que a nivel latinoamericano Chile es una potencia, a nivel mundial aún existen oportunidades de mejora tanto como para alcanzar los niveles de perfección en las vías, una correcta demarcación de estas, condiciones de asfalto que permitan a los vehículos transitar sin problemas y una iluminación que cumpla el objetivo; como para insertar innovaciones que se han llevado a cabo en países como Francia, China, Países Bajos y Estados Unidos. Dentro de los que se pueden destacar están las carreteras solares (con una serie de paneles eléctricos que proporcionan energía a los vehículos eléctricos que pasan y además cuentan con sensores que envían información al conductor sobre el estado en el que se encuentra la carretera), rutas luminiscentes, baches que se reparan solos, etc. (EMESA, 2021). Para esto será importante, al igual que en los otros puntos, la capacidad de los gobiernos en establecer acuerdos con privados para la construcción y operación de estas carreteras.

Finalmente en cuanto a la aceptación del consumidor, uno de los primeros puntos que se tocan son las áreas de prueba, y a pesar de que Chile es líder a nivel de Latinoamérica, sólo se ha llevado a cabo este piloto enfocado en el sector público, ya que los otros avances se han realizado en industrias privadas. De todas maneras el acercamiento que se puede provocar por estas implementaciones ayudará a que existan potenciales consumidores que cada vez se sientan más atraídos y seguros en cuanto a la utilización tanto de los vehículos autónomos, como de los vehículos eléctricos y en general cualquier tecnología. Sectores como el financiero y el de las telecomunicaciones llevan años empujando la tecnología IA para transformar sus negocios y dentro de las brechas que se han identificado están las naturales por el proceso de aprendizaje tanto de las personas como de las máquinas, ya

que como se ha mencionado anteriormente, la IA necesita de una enseñanza para poder hacer predicciones y que estas se traduzcan en una acción concreta que genere valor. Esto sumado a la necesidad de infraestructura, calidad de los datos y un ítem muy importante que es la falta de preparación de profesionales por una parte, los que no se han actualizado en sus estudios, como la falta de nuevos talentos que tengan interés en estas áreas. Una vez que se fomente la educación en estas materias, lo más probable es que se comience a generar un ambiente de confianza por parte de los consumidores. Un ejemplo de esto es la poca visibilidad que existe en Chile de mecánicos dedicados a vehículos eléctricos, por lo tanto, es natural que las personas no se vean incentivadas a la compra de uno de estos si cuando tengan algún inconveniente no existirán profesionales capacitados para solucionarlas.

CAPÍTULO 3

Una de las variables que se medía en el Índice de Preparación de Vehículos Autónomos (AVRI) era la aceptación por parte del consumidor y Chile particularmente se encontraba en el puesto 25 de 30, siendo su segundo mejor puntaje. A pesar de esto, en el capítulo anterior se observa que aún existen brechas que no permiten obtener un mejor puntaje, y estas están asociadas a la poca cercanía con estas nuevas tecnologías. Debido a esto, y para obtener una mejor apreciación de la percepción del consumidor, se realizará una encuesta para obtener una mejor aproximación de esta variable.

Una encuesta es un instrumento que permite realizar una investigación del tipo descriptiva mediante la recolección de datos de una muestra, con un cuestionario realizado previamente. Para este estudio se realizará una encuesta del tipo exploratoria cuyo objetivo es tener un primer acercamiento al tema estudiado, además permiten identificar características generales, establecer hipótesis y alternativas de trabajo.

3.1 DEFINICIÓN Y SELECCIÓN DE LA MUESTRA

- Unidad de muestreo/análisis: Conductores
- Población: Hombres y mujeres mayores de edad de la Región de Valparaíso que hayan conducido un vehículo en Chile.

Para la encuesta se tendrá enfoque en la población chilena que es de 17.574.003 de habitantes, este número se acota a la Región de Valparaíso cuya población es de 1.815.902 habitantes (INE). De esta manera se calcula el tamaño de la muestra de la siguiente manera:

$$\text{Tamaño de la muestra "n"} = \frac{\frac{(z^2 * p * (1 - p))}{e^2}}{\frac{(1 + (z^2 * p * (1 - p)))}{(e^2 * N)}}$$

Ecuación 3.1-1 Cálculo tamaño de la muestra encuesta

Fuente: (Survey Monkey)

Considerando los siguientes datos para la ecuación:

$$N (\text{tamaño población}) = 1.815.902$$

e (margen de error en porcentaje expresado en decimales) = 0,08

z (puntuación) = 1.96

Nivel de confianza = 95%

De esta manera:

$n=151$ encuestados

3.2 RECOLECCIÓN DE LOS DATOS

Plan para la obtención de datos

Población objetivo	Personas que hayan conducido un vehículo.
Sexo y Edad	Mujeres y hombres mayores de edad.
Objetivo investigación	Recopilar información sobre la aceptación por parte de los conductores a la implementación de vehículos autónomos.
Muestra	198
Lugar de aplicación	Región de Valparaíso y envío vía web (auto administrado).
Fecha de aplicación	27 al 30 de diciembre del 2021

Tabla 3.2-1 Plan para obtención de los datos

Fuente: Elaboración propia

Tipos de instrumento de medición o recolección de datos cuantitativos

Cuestionario

Para la encuesta se realizan 21 preguntas divididas en distintas secciones dependiendo de la información que se quiere obtener. Esta se diseña a partir de recolección de preguntas que se han hecho en encuestas relacionadas a aceptación de vehículos autónomos

(CarGurus, 2021), además complementadas con preguntas que entregarán información sobre los otros puntos del índice AVRI como infraestructura o políticas y legislaciones.

Las preguntas se enfocan a recabar información en primer lugar del perfil de la persona, luego de su rutina de conducción y finalmente las preguntas relacionadas a los vehículos autónomos. Dentro de esta parte también se discrimina según si la persona estaría dispuesta a utilizar un vehículo autónomo y en caso de decir que no, cuál es la razón; y en caso de tener una respuesta afirmativa, una serie de preguntas relacionadas a las preferencias. Finalmente todos los encuestados responden una sección relacionada a requisitos, formación, responsabilidad y sobre implementación de vehículos autónomos en Chile. En la siguiente tabla se muestran las preguntas de la encuesta.

¿Ha conducido un vehículo?
Sexo
Edad
Ocupación
¿Hace cuántos años conduce?
¿Cuántos días a la semana conduce?
¿Cuál es el motivo por el cual conduce?
¿Estaría dispuesto a utilizar un vehículo autónomo?
En caso de respuesta NO: ¿Por qué razones conduciría usted mismo y no un vehículo autónomo?
En caso de respuesta SI: ¿De qué manera preferiría utilizar un vehículo autónomo? ¿En cuál de estas situaciones preferiría utilizar un vehículo autónomo? ¿Por cuáles de estas marcas optaría para comprar un vehículo autónomo? ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por un vehículo autónomo? (Precio en pesos chilenos)

Tabla 3.2-2 Resumen 5 primeras secciones encuesta Aceptación del consumidor: Vehículos autónomos.

Fuente: Elaboración propia

¿Cuáles deberían ser los requisitos en cuanto a licencias de conducir?
¿Quiénes deberían impartir la formación sobre el uso de vehículos autónomos?
¿Piensa que se reduciría la cantidad de accidentes de tránsito con vehículos autónomos?
En caso de accidente con un vehículo autónomo ¿Quién sería el responsable?
¿Cree que los técnicos automotrices están capacitados para responder ante un problema?
¿Usted cree que es viable en Chile la existencia de vehículos autónomos?
¿Qué cree que falta para esta implementación? Puede seleccionar más de una opción
¿Cuándo cree que se hará masiva la utilización de vehículos autónomos en Chile?

Tabla 3.2-3 Sección 6 encuesta Aceptación del consumidor: Vehículos autónomos.

Fuente: Elaboración propia



Aceptación del consumidor: Vehículos Autónomos

Esta encuesta pretende recopilar información sobre la aceptación por parte de los conductores a la implementación de vehículos autónomos. Los resultados serán utilizados para un trabajo de título.

Figura 3.2-1 Portada encuesta Aceptación del consumidor: Vehículos autónomos

Fuente: Elaboración propia

Se recolectan los datos destacando en primer lugar que de 198 encuestados, 15 personas no han conducido un vehículo quedando automáticamente fuera de la encuesta y reduciendo la cantidad a 183 encuestados. Debido a que este número es mayor a la muestra que se debía obtener para los parámetros anteriores, se considera que la encuesta es representativa y los resultados pueden extrapolarse a la población.

Los resultados de la sección 1 de la encuesta se resumen en:

- Sexo: 120 hombres y 63 mujeres.
- Edad: 123 personas entre 30 y 59 años, 35 personas entre 18 y 29 años y 25 personas de más de 60 años.
- Ocupación: 107 personas son trabajadores dependientes, 50 independientes, 13 estudiantes, 12 pensionados o jubilados y 1 cesante. Destacar que esta clasificación se realizó con una reclasificación de las respuestas “Otros” en donde se encontraron ocupaciones como dueñas de casa, trabajador independiente completando práctica profesional, cuidadora y función pública.
- Hace cuántos años conduce: 77 personas conducen hace más de 20 años, 65 personas entre 6 y 20 años y 41 personas entre 0 y 5 años.
- Cuántos días a la semana conduce: 89 personas conducen más de 6 días a la semana, 53 entre 3 y 5 días y 41 entre 1 a 2 días.
- Motivo por el cual conduce: Al ser una pregunta de selección múltiple la suma de las opciones es mayor a 183, por lo tanto se ordenan según el porcentaje de respuesta siendo por trabajo 61,7%, recreativo 49,7%, compras 46,4% y transporte 44,3%.

La pregunta que compone la sección 2 de la encuesta es *¿Estaría dispuesto a utilizar un vehículo autónomo?* cuyo resultado es 137 personas si estarían dispuestos a utilizarlos (74,9%) y 46 no estarían dispuestos (25,1%). Para las personas que no estaban familiarizadas con el concepto de vehículo autónomo o para quienes necesitaran una definición, se incluye una breve descripción “Un vehículo autónomo es un automóvil capaz de desplazarse sin la necesidad de intervención humana.”

Para la pregunta *¿Por qué razones conduciría usted mismo y no un vehículo autónomo?* respondida por 46 personas se tiene que un 45,7% no utilizaría un vehículo autónomo debido a que se sentiría más seguro conduciendo él mismo; un 39,1% disfruta y le gusta

conducir, un 8,7% tiene desconfianza en esta tecnología y un 6,5% no se siente con la capacidad de manejar esta tecnología.

Las siguientes preguntas se realizan exclusivamente a las personas que respondieron que sí están dispuestos a utilizar un VA:

¿De qué manera preferiría utilizar un vehículo autónomo? siendo la con mayor puntuación Propiedad privada (75,9%), seguida de Transporte público (27,7%), Servicio de transporte privado (26,3%) y finalmente Arriendo (12,4%).

¿En cuál de estas situaciones preferiría utilizar un vehículo autónomo? se obtiene el mayor porcentaje para la respuesta trayectos largos con un 57,7%, le sigue situación de cansancio con un 51,8%, situación de tráfico estresante con un 40,1%, influencia del alcohol o medicamentos con un 35%, desplazamientos diarios con un 33,6%, mientras se realiza otra tarea con un 22,6%, circular por vía interurbanas con un 14,6% y finalmente circular por vías urbanas con un 13,9%.

¿Por cuáles de estas marcas optaría para comprar un vehículo autónomo? se obtiene que el mayor porcentaje es para la marca Toyota con un 51,1%, le sigue Tesla con un 41,6%, Mercedes Benz con un 38%, Volkswagen con un 29,2%, empatados BMW y Volvo con un 28,5%, Audi con un 24,8%, Apple con un 17,5%, Seat con un 2,9% y finalmente Waymo con un 0,7%.

Para la última pregunta de esta sección *¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por un vehículo autónomo?* (Precio en pesos chilenos) se obtiene que un 81% estaría dispuesto a pagar entre \$20.000.000 y \$30.000.000, un 16,8% estaría dispuesto a pagar entre \$30.000.001 y \$40.000.000 y un 2,2% más de \$40.000.001.

Para la última sección es necesario que respondan todos los encuestados, haya sido su respuesta afirmativa o negativa en cuanto a si se estaría dispuesto a utilizar un VA.

¿Cuáles deberían ser los requisitos en cuanto a licencias de conducir? Se obtiene que un 51,4% considera que se necesita un permiso de conducir especial para este tipo de vehículos, un 42,6% considera que se podría utilizar un VA con el mismo permiso de conducir que conocemos actualmente y un 6% considera que no es necesario tener un permiso de conducir.

La siguiente pregunta tiene bastante relación con la anterior, en cuanto a *¿Quiénes deberían impartir la formación sobre el uso de vehículos autónomos?* Se obtuvo que un 57,9% considera que deberían ser los representantes de la marca o distribuidores oficiales,

un 23% la dirección del tránsito, un 14,8% las autoescuelas y un 4,4% considera que no es necesario formación específica.

¿Piensa que se reduciría la cantidad de accidentes de tránsito con vehículos autónomos? obtuvo un 77% de respuestas afirmativas y un 23% de respuestas negativas.

En caso de accidente con un vehículo autónomo ¿Quién sería el responsable? Se obtiene que un 70,5% considera que el fabricante sería el responsable y un 29,5% considera que el conductor sería el responsable ante un accidente.

¿Cree que los técnicos automotrices están capacitados para responder ante un problema? un 53% considera que los técnicos automotrices no están capacitados y un 47% considera que sí.

¿Usted cree que es viable en Chile la existencia de vehículos autónomos? Se obtiene que un 56,3% de los encuestados piensa que aún no es viable esta implementación, un 38,3% cree que sí es posible la existencia y 5,5% considera que no es posible.

¿Qué cree que falta para esta implementación? se tiene que un 79,2% considera que faltan políticas y legislaciones que aseguren el uso correcto de esta tecnología, un 70,5% considera que falta infraestructura como mejores vías o mayor cantidad de estaciones de carga para vehículos eléctricos, un 51,9% considera que falta entrenamiento a los especialistas del rubro automotriz, un 47,5% falta de infraestructura tecnológica como antenas o mejor conexión (5G) y finalmente un 38,3% falta de mayor cantidad de distribuidores que ofrezcan vehículos autónomos en Chile.

Para la pregunta final de la encuesta *¿Cuándo cree que se hará masiva la utilización de vehículos autónomos en Chile?* la respuesta con mayor porcentaje es entre 6 y 10 años con 46,4%, le sigue más de 10 años con un 40,4% y finalmente de 1 a 5 años tiene un 13,1%.

3.3 ANÁLISIS DE LOS DATOS

Definición Vehículo Autónomo

¿Estaría dispuesto a utilizar un vehículo autónomo?

183 respuestas

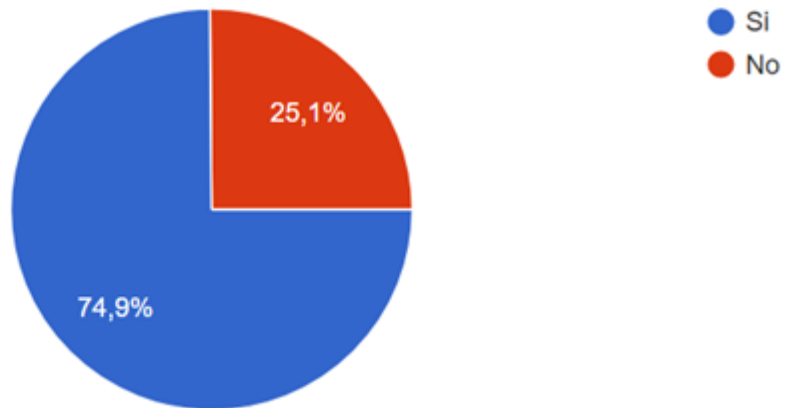


Gráfico 3.3-1 Respuestas ¿Estaría dispuesto a utilizar un vehículo autónomo?

Fuente: Encuesta elaboración propia

Como primera aproximación se ve que prácticamente $\frac{3}{4}$ de los encuestados estaría dispuesto a utilizar un vehículo autónomo, y anticipando que existiría un porcentaje que tendría una respuesta negativa, se agrega una sección que es contestada sólo por estas personas.

Aceptación del consumidor: Vehículos Autónomos

¿Por qué razones conduciría usted mismo y no un vehículo autónomo?

46 respuestas

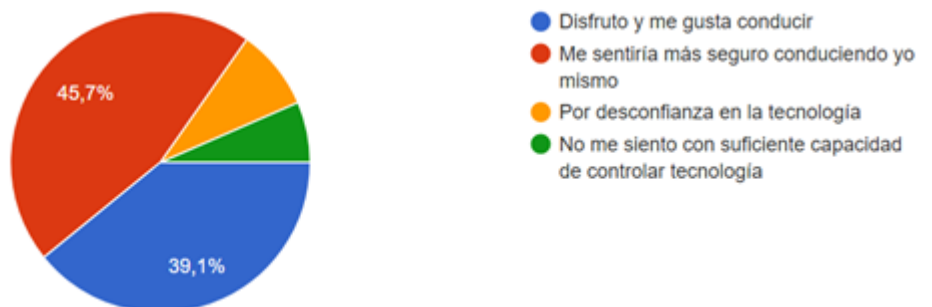


Gráfico 3.3-2 Respuestas ¿Por qué razones conduciría usted mismo y no un vehículo autónomo?

Fuente: Encuesta elaboración propia

Para realizar un análisis más detallado de esta pregunta, se retrocede a la sección 1 filtrando solo las respuestas de las personas que marcaron que no estaban dispuestas a utilizar un VA, de lo que se obtiene que aproximadamente un 65% de estas personas son hombres, un 67% tienen entre 30 y 59 años, 59% son trabajadores dependientes, un 43% conduce hace más de 20 años y un 59% conduce más de 6 días a la semana. Los porcentajes se distribuyen similar a los porcentajes generales de estos ítem, pero se observa que el segmento de edad entre 30 y 59 años presenta un comportamiento diferente a lo esperado; por una parte la gente de mayor edad (más de 60 años) podría haber tenido un comportamiento dividido, por una parte en que no estuvieran dispuestos a utilizarla por un problema de alfabetización digital o por otra parte estarían dispuestos a usarla por las comodidades que se han mencionado anteriormente que representa la utilización de un VA. Llevando estos análisis a las personas entre 30 y 59 años que tuvieron una respuesta negativa en cuanto a la utilización de VA, existe la probabilidad de que estas personas presenten un comportamiento más similar al de una persona mayor de 60 y que hayan sido en su totalidad personas de más de 50 años que entraron en este intervalo de edad. Por otra parte se analiza de estas personas que respondieron que no y que tienen este rango de edad (31 personas) y 16 de estas responden que se sentirían más seguros conduciendo ellos mismos.

Pasando al análisis de las personas que responden que sí estarían dispuestas a utilizar un VA se observa que 47 de las 63 mujeres respondieron que sí, lo que es un 75% app. Por otra parte se busca el motivo por el cual conducen y se presenta el primer inconveniente de la encuesta, debido a que el formato en que se descargan las respuestas incluye en una sola respuesta todos los motivos que marca la persona; debido a esto se hace una modificación que permite determinar exactamente qué respuesta se marca agregando una columna por cada ítem en el Excel, y utilizando una función que encuentre la palabra y le asigne un texto dependiendo de si se encuentra o no. Con esto se logra determinar que estas 47 mujeres marcaron mayoritariamente el motivo de “Compras” siendo 27 en total (57%), siguiendo trabajo con 26 y 23 por transporte. Teniendo estos resultados y en cuenta que las mujeres actualmente ya no tienen un rol enfocado en el hogar, la utilización de un VA podría ayudar tanto a las que necesitan de tiempo para realizar otras tareas mientras se transportan al lugar donde realizarán su compra, o también ser utilizado en el caso de conducir con niños que requieran de atención durante el trayecto. Importante destacar que estas acciones también aplican para la población masculina. Otro análisis que se obtiene

de las personas que responden que sí estarían dispuestos a utilizar un VA está relacionado con la cantidad de días a la semana que conducen estas personas, donde un 70% de las personas que conduce más de 6 días a la semana respondió que sí a utilizarlo. Esto concuerda con la idea de que a mayor cantidad de días de conducción, debería existir una mayor necesidad de obtener comodidad al realizar esto, y por ende, un VA representaría una opción en cuanto a que el conductor podría desplazarse sin tener la necesidad de estar todo el tiempo realizando las maniobras de conducción.

¿De qué manera preferiría utilizar un vehículo autónomo?

137 respuestas

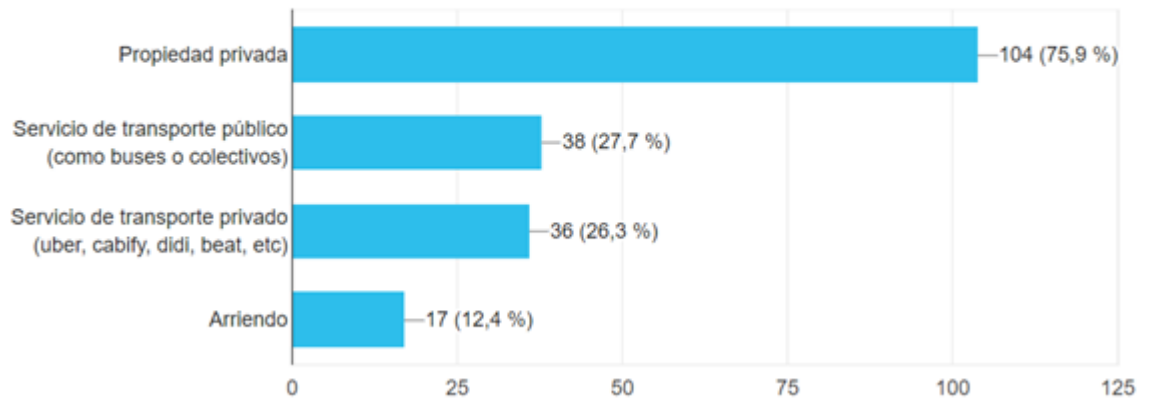


Gráfico 3.3-3 Respuestas ¿De qué manera preferiría utilizar un vehículo autónomo?

Fuente: Encuesta elaboración propia

El análisis más evidente a realizar, es la relación que tiene esta pregunta con lo mencionado en el capítulo anterior, en donde las tendencias explican que la propiedad privada de un vehículo ya no será vista como primera opción para los consumidores, primando los servicios de transporte en donde sólo se utiliza cada vez que se necesita. En el caso de Chile, esta respuesta puede estar influenciada por la reciente llegada en comparación a otros países de este tipo de servicio. Considerando el ejemplo más representativo, la plataforma Uber nace en Alemania el 2008 y llega a Chile 6 años después en el 2014, siendo utilizado hasta el momento por 8 años. La llegada de nuevas compañías que prestan estos servicios se considera un impulso para que las personas se

involucren con estas tecnologías y las sientan más seguras como un medio de transporte alternativo al transporte en sus propios vehículos.

¿En cual de estas situaciones preferiría utilizar un vehículo autónomo?

137 respuestas

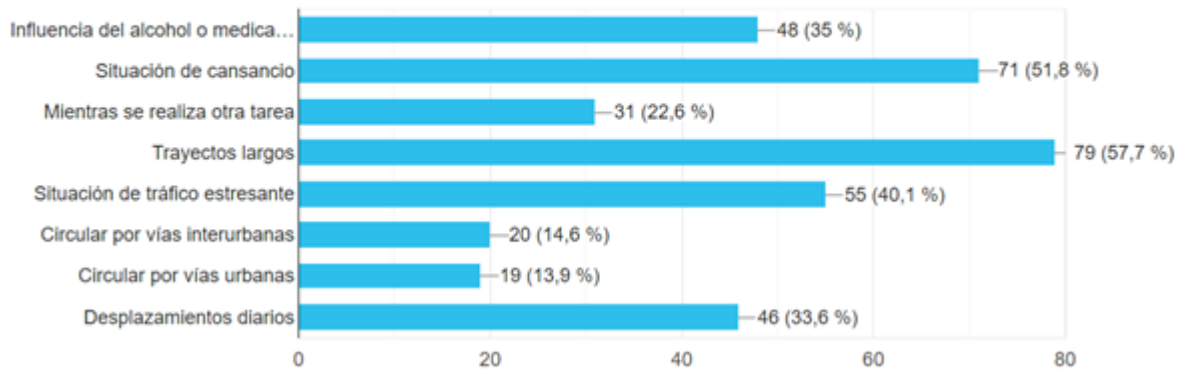


Gráfico 3.3-4 Respuestas ¿En cuál de estas situaciones preferiría utilizar un vehículo autónomo?

Fuente: Encuesta elaboración propia

Al realizar el análisis de esta pregunta se puede observar que la respuesta con mayor porcentaje es la más “correcta” en cuanto al funcionamiento del VA; esto debido a que actualmente los niveles de automatización que existen en los vehículos necesitan de un conductor alerta en caso de intervención en alguna situación, y otras respuestas como situación de cansancio, influencia de alcohol o medicamentos o mientras se realiza otra tarea no haría posible que se lleve a cabo la conducción. Estas actividades podrían llevarse a cabo sólo si es que se está utilizando un vehículo con nivel de automatización 4 o 5.

¿Por cuáles de estas marcas optaría para comprar un vehículo autónomo?

137 respuestas

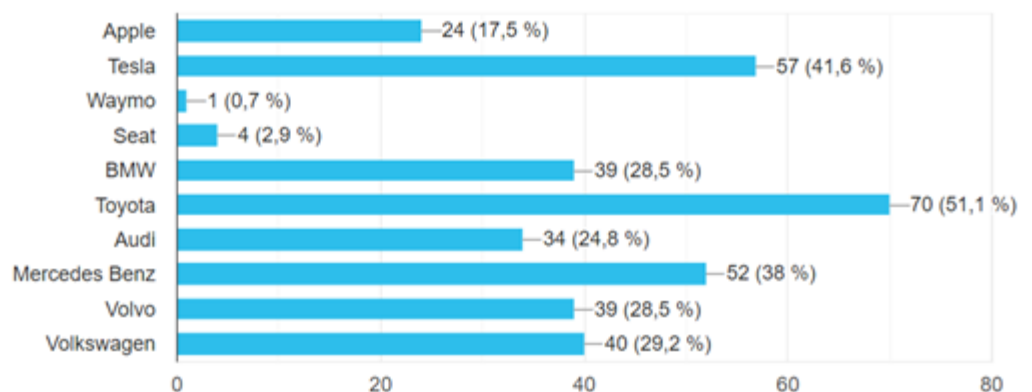


Gráfico 3.3-5 Respuestas ¿Por cuáles de estas marcas optarías para comprar un vehículo autónomo?

Fuente: Encuesta elaboración propia

Al realizar una búsqueda de las marcas que lideraron en 2021 las ventas de autos eléctricos e híbridos en Chile se encuentra que coincidentemente Toyota lidera en vehículos híbridos (Monroy, 2021). A pesar de que esta marca aún no cuenta con VA en Chile, las personas asocian que un vehículo autónomo debe ser eléctrico o híbrido, por lo tanto, también que las marcas que producen estos vehículos están más cerca de desarrollar esta tecnología. Otro punto importante son los niveles de tecnología que alcanzan marcas como Mercedes Benz, BMW, Volvo, Audi y Apple; que provocarán un mayor nivel de confianza por parte de los consumidores en la adquisición (debido a que la alternativa “Propiedad privada” es la con mayor puntaje) de un VA. Otro caso particular es el de Tesla, la primera marca en la que prácticamente se hizo conocido un modelo de vehículo que tenía la posibilidad de tener funcionalidades automáticas (Autopilot) y además, que ha logrado fabricar hasta octubre del 2021 un total de 624.582 vehículos; siendo reconocido tanto a nivel estadounidense como en todo el mundo (Murias, 2021). Volkswagen es un caso bastante particular de analizar y se ha llegado a la conclusión que la pregunta está enfocada a que marca optarías la persona a comprar, siendo VW una marca bastante impuesta en el mercado chileno, quedando en la posición número 10 de las marcas más vendidas en Chile desde enero a octubre del 2021 (Castillo, 2021). Finalmente Seat y Waymo al ser marcas no tan conocidas por la población chilena quedan al final en los porcentajes de respuesta; Seat llega al mercado chileno en el 2019 y Waymo ni siquiera tiene presencia en el país y es principalmente conocido en Estados Unidos.

¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por un vehículo autónomo? (Precio en pesos chilenos)

137 respuestas

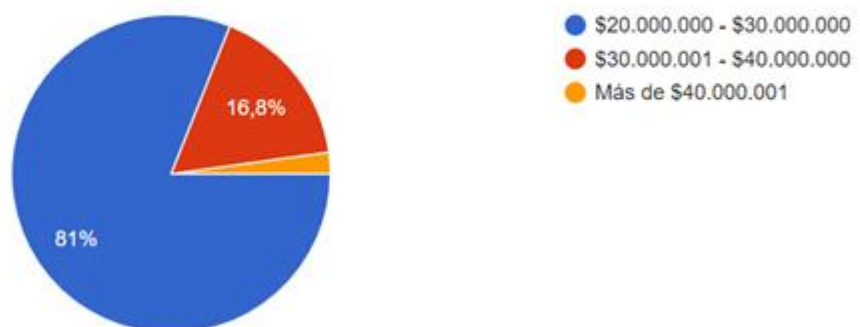


Gráfico 3.3-6 Respuestas ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por un vehículo autónomo?

Fuente: Encuesta elaboración propia

Debido a que esta respuesta tiene una gran relación con la pregunta relacionada a las marcas, se realiza un filtro para revisar que marcas escogieron las personas que seleccionaron el tramo de disposición a pagar más bajo. Con esto se obtiene que de todas las personas que respondieron entre \$20.000.000 y \$30.000.000 un 20% seleccionó la alternativa Apple, un 39% Tesla, un 1% Waymo, un 2% Seat, un 25% BMW, un 55% Toyota, 23% Audi, 34% Mercedes Benz, 25% Volvo y 29% Volkswagen. Según los porcentajes, “Toyota” es la opción más seleccionada, esto tiene lógica considerando que los vehículos de esta marca tienen un precio más asequible y si se está pensando en un vehículo que tiene características más avanzadas, sería coherente que el precio subiera hasta esa categoría. Por otra parte la respuesta “Mercedes Benz” no sigue este mismo patrón, debido a que actualmente el vehículo más barato de esta marca tiene un precio de \$24.490.000 (Autocosmos), no siendo posible de momento encontrar un vehículo que incluso tenga más tecnología por este precio. Finalmente la respuesta “Volkswagen” sigue la misma lógica que Toyota considerando que es una marca más asequible.

¿Cuáles deberían ser los requisitos en cuanto a licencias de conducir?

183 respuestas

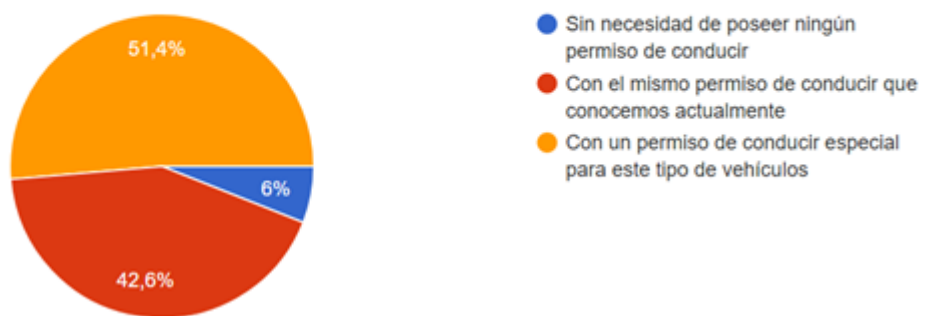


Gráfico 3.3-7 Respuestas ¿Cuáles deberían ser los requisitos en cuanto a licencias de conducir?

Fuente: Encuesta elaboración propia

Prácticamente los porcentajes se dividen en un 50% siendo muy pocas las personas que consideran que no es necesario un permiso de conducir. La necesidad de un permiso de conducir es coherente con un nivel de automatización inferior a 4, debido a que en estos se necesita la intervención de un conductor, siendo solo los niveles 4 y 5 que permitirían la opción de una autonomía total, siendo uno de los segmentos a los que están enfocados, las personas que no poseen ningún tipo de licencia de conducir, o que ya no cuentan con las condiciones para renovarla, como por ejemplo un adulto mayor. Por otra parte, efectivamente la mayoría de las personas piensa que se requiere una licencia de conducir y es acorde con los vehículos autónomos que se están comenzando a utilizar que requieren de un conductor al volante. En cuanto a si el permiso debiese ser especial o no, en toda la información recabada no existe por parte de los fabricantes de estos vehículos una necesidad de poseer algún documento especial para operarlos, debido a que básicamente cuentan con las mismas funcionalidades que un vehículo normal, pero sólo será necesario realizar alguna configuración para poder cambiar a un modo autónomo; y que no sería tan distinto a aprender a utilizar alguna funcionalidad de un vehículo moderno como el control crucero o los limitadores de velocidad.

¿Quiénes deberían impartir la formación sobre el uso de vehículos autónomos?

183 respuestas



Gráfico 3.3-8 Respuestas ¿Quiénes deberían impartir la formación sobre el uso de vehículos autónomos?

Fuente: Encuesta elaboración propia

Al analizar los resultados de esta pregunta se observa que a pesar que en la pregunta anterior un gran porcentaje de los encuestados consideran que se podría utilizar el permiso de conducir que conocemos actualmente sumado a un porcentaje de personas que consideran que no es necesario un permiso de conducir, esta misma cantidad de respuestas se deberían haber repetido en la respuesta “No creo que se necesite formación específica”,

lo que no se dio de esta manera; lo más probable porque en cierto sentido las personas consideraron la pregunta como si se asumiera que se necesita una formación específica. Por otra parte, el mayor porcentaje de la pregunta anterior que si considera que se necesita una formación específica debería haber respondido alguna de las alternativas que entregaba posibles lugares en donde se podrían aprender estas funcionalidades. La respuesta con mayor porcentaje están relacionadas con los representantes de la marca o distribuidores oficiales, esta respuesta tendría mayor sentido cuando se considera que la utilización de una funcionalidad autónoma es algo sencillo de utilizar y que debería venir en el manual de uso del automóvil sin la necesidad de una explicación. Ahora en cuanto a una formación específica, normalmente los representantes de las marcas realizan estos cursos a personas como técnicos o docentes y no a las personas que están adquiriendo un vehículo, ya que en estos se ve con mayor detalle los sistemas que se ven involucrados en el funcionamiento. Cuando se considera que las personas deberían tener una formación más detallada, lo más probable es que se acerque más a la respuesta “Las autoescuelas” ya que estas son centros formativos donde se imparte la enseñanza teórica y práctica para la obtención de los diferentes permisos de conducción. En cuanto a la alternativa “La dirección del tránsito” tiene una misión distinta a la que la gente está asociando, ya que esta es la encargada de la planificación, gestión y administración del sistema de transporte, así como aplicar y hacer cumplir las normativas vigentes y no tiene un rol de educador.

¿Piensa que se reduciría la cantidad de accidentes de tránsito con vehículos autónomos?
183 respuestas

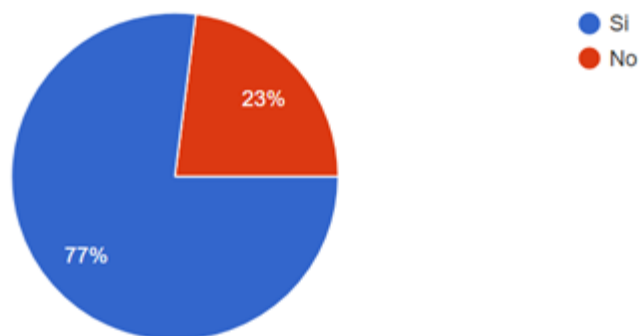


Gráfico 3.3-9 Respuestas ¿Piensa que se reduciría la cantidad de accidentes de tránsito con vehículos autónomos?

Fuente: Encuesta elaboración propia

Aquí se nota una inclinación bastante mayor hacia que existiría una reducción de los accidentes de tránsito al utilizar un VA. Esto se justifica además con lo explicado en el capítulo 2 como en la justificación de este trabajo donde se menciona el porcentaje que se podría reducir la cantidad de accidentes en donde para Estados Unidos alcanza entre un 65% y un 68%. Estos números van acompañados de la correcta utilización de los vehículos autónomos y también asociados a las mantenciones que se realicen a estos para que estén en óptimas condiciones, lo que viene relacionado a las siguientes dos preguntas.

En caso de accidente con un vehículo autónomo ¿Quién sería el responsable?

183 respuestas

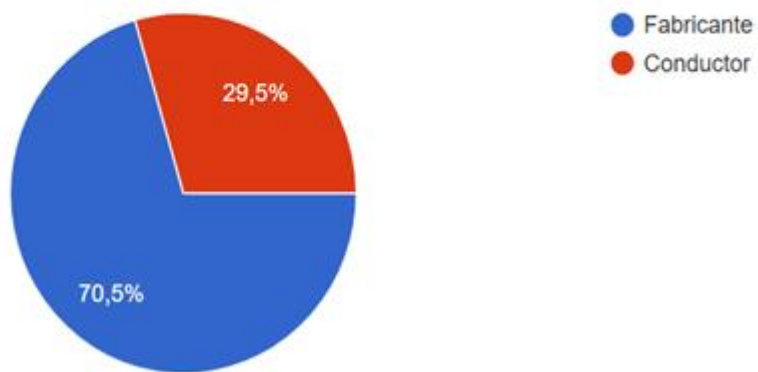


Gráfico 3.3-10 Respuestas En caso de accidente con un vehículo autónomo ¿Quién sería el responsable?

Fuente: Encuesta elaboración propia

La tendencia en esta respuesta es que el fabricante sería el responsable en caso de un accidente con un vehículo autónomo, pero como se menciona en el capítulo anterior, el fabricante sería responsable si es que el dueño del vehículo ha realizado las mantenciones correspondientes tanto en los plazos, como con los repuestos originales y en un centro autorizado por este. En caso contrario, se considera que el vehículo no se encuentra en su estado óptimo y el fabricante no se haría responsable. Otra condición es que al momento del accidente el conductor esté utilizando la modalidad de conducción autónoma, ya que existen vehículos en donde esta es activable y no viene programada por defecto.

¿Cree que los técnicos automotrices están capacitados para responder ante un problema?

183 respuestas

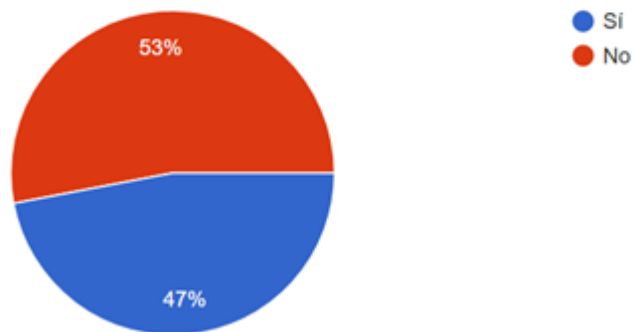


Gráfico 3.3-11 Respuestas ¿Cree que los técnicos automotrices están capacitados para responder ante un problema?

Fuente: Encuesta elaboración propia

Como se puede observar prácticamente esta pregunta se divide en porcentajes de 50 y 50. Actualmente la preparación de un técnico automotriz está enfocada en el diagnóstico de problemas en vehículos a combustión interna, y durante los últimos años se ha dado un mayor enfoque a la electrónica de estos mismos. Con la aparición de los vehículos eléctricos, las instituciones educativas han comenzado a adaptarse a la necesidad que se tendrá una vez que se necesite tanto de mantenimiento como de diagnóstico para un vehículo eléctrico, y es así como en 2017 Duoc UC tuvo el primer punto de carga de vehículos eléctricos complementado con la incorporación de un vehículo eléctrico por cada sede donde se imparten las carreras, además de un laboratorio de electromovilidad. A pesar de esto, aún se detecta la necesidad de una mayor formación relacionada a los vehículos eléctricos, que incluso, van un paso más atrás que los vehículos autónomos.

¿Usted cree que es viable en Chile la existencia de vehículos autónomos?

183 respuestas

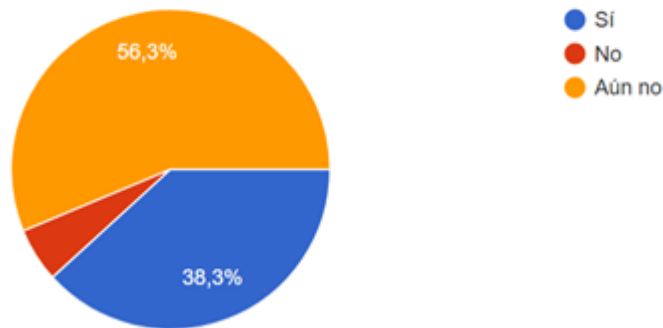


Gráfico 3.3-12 Respuestas ¿Usted cree que es viable en Chile la existencia de vehículos autónomos?

Fuente: Encuesta elaboración propia

Llegando a las últimas preguntas de la encuesta se consulta si se cree que es viable la existencia de VA en Chile, en donde a simple vista los encuestados consideran que por lo menos en algún momento va a ser viable, en su mayoría, y por otra parte la segunda mayoría considera que si es derechamente viable, siendo el porcentaje de respuestas negativas bastante bajo. Como se pudo observar en el índice AVRI, Chile ya está dentro de los 30 países en los cuales se están midiendo las categorías para la construcción de este, lo que da a entender que a pesar de estar en los últimos puestos, se está llevando a cabo una implementación de distintas prácticas que están haciendo posible la incorporación gradual de vehículos autónomos. Considerando que la mayoría de los encuestados se encuentra trabajando de manera dependiente, es natural que estas personas estén un poco más involucradas con estos conceptos ya que es precisamente en las industrias es donde se ha visto la mayor incorporación de estos, un ejemplo de esto es la minería que ya cuenta con camiones de conducción autónoma. Las siguientes dos preguntas tienen relación con qué se cree que es necesario para una incorporación de VA y además en cuanto tiempo más lo ven viable.

¿Qué cree que falta para esta implementación? Puede seleccionar más de una opción

183 respuestas

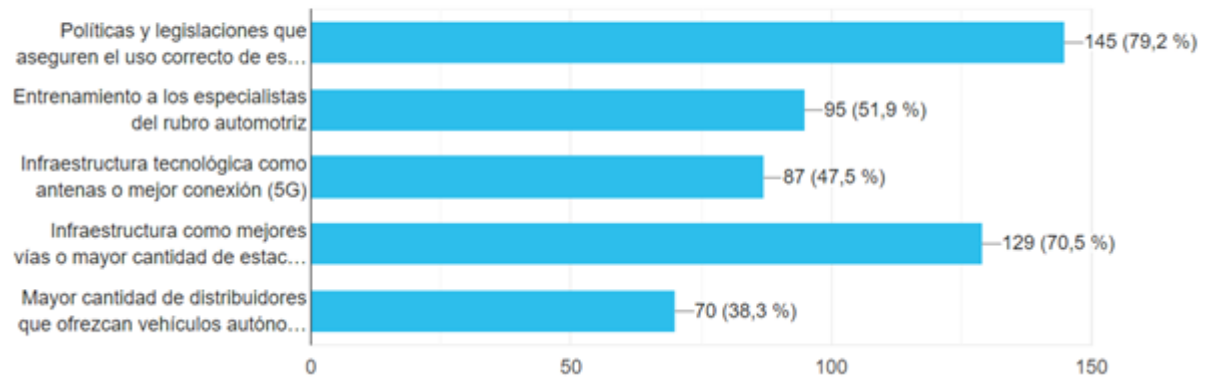


Gráfico 3.3-13 Respuestas ¿Qué cree que falta para esta implementación?

Fuente: Encuesta elaboración propia

La penúltima pregunta se ubica estratégicamente en esa posición debido a que permite obtener las oportunidades que se tienen en el ámbito de la implementación de vehículos autónomos. Debido a esto, el análisis de las respuestas, además de entregar posibles mejoras, permitirá obtener el objetivo del capítulo relacionado al impacto; esto se realizará mediante la creación de una matriz de impacto-esfuerzo en donde se asignará un puntaje a cada oportunidad de mejora tanto para impacto como para esfuerzo. Así las oportunidades quedarán ubicadas en distintos cuadrantes de la matriz y finalmente permitirá obtener cuáles son las que tienen una mayor oportunidad de realización.

La respuesta más votada fue “Políticas y legislaciones que aseguren el uso correcto de esta tecnología” con 145 votos. Como se menciona anteriormente, el objetivo del capítulo y del trabajo en general se necesitan obtener las oportunidades para resolver esta problemática, de esta manera se realiza una búsqueda de acciones puntuales que permitirán obtener una mejora en este ámbito.

Desde agosto del 2021 se ha estado trabajando en el primer Sandbox Regulatorio de Inteligencia Artificial en Chile; este término se define como “campo de pruebas para nuevos modelos de negocio que aún no están protegidos por una regulación vigente, supervisados por las instituciones regulatorias” (Gómez Blanco, 2017). Como primera instancia para fomentar la innovación, atraer la inversión y potenciar el co-aprendizaje público-privado se considera una de las opciones más viables, además que se realiza con el objetivo final de generar un borrador de lo que será la Política Nacional de Inteligencia

Artificial. Dentro de los beneficios que se han podido observar a nivel mundial de la implementación de sandboxes regulatorios es que tiene efectos positivos en la inversión de riesgo (venture capital) en la industria de las tecnologías financieras y específicamente en los países que se han realizado se ha visto un aumento del tamaño de la inversión en emprendimiento. Además un ejemplo puntual es el caso de la Unión Europea en donde los sandboxes regulatorios que se desarrollaron quedaron establecidos en la propuesta de regulación de IA (Ministerio de economía, fomento y turismo, 2021).

Otro modelo que se puede considerar es un Policy Prototyping, este es un prototipo para la implementación de una norma, debido a que es más acotado y se realiza con una menor cantidad de recursos se puede lograr un despliegue más rápido. Si esta entrega buenos resultados, la implementación a futuro será más completa; pero en comparación a un sandbox, esta se puede utilizar de manera más eficiente cuando ya existe un proyecto regulatorio que está en discusión o en consideración.

El modelo de Innovation Hubs o hubs de innovación se define como una plataforma en donde las empresas se ponen en contacto con las autoridades para plantear preguntas y solicitar aclaraciones u orientaciones sobre el marco normativo aplicable, los requisitos de autorización o la expectativa de regulación de una tecnología específica. El inconveniente que presenta este modelo es que sólo se realizan aclaraciones sobre las normativas, y no se considera un espacio para realizar pruebas.

El Sunset Provision es un proyecto de ley que tiene una fecha de caducidad para la aplicación de ésta, para esto se incluyen cláusulas en las leyes donde se especifica la duración. Debido a esta característica es que puede presentar mayores riesgos a los modelos anteriormente mencionados, como por ejemplo dado que es propiamente la regulación de una materia específica, puede ocurrir que se esté regulando de forma temprana; o habiendo certeza de que dejará de ser aplicable a futuro, facilita el riesgo de sub-regulación y dejar sin efecto una norma que pudiera eventualmente ser necesaria.

El Innovation test beds es un entorno experimental espacialmente confinado donde hay un involucramiento y direccionamiento en el desarrollo de la innovación por parte de la autoridad. Debido a que se trata específicamente de innovación y no de regulación, no se considera una alternativa suficientemente viable para la aplicación en la regulación de los VA.

Finalmente el último modelo que se propone es el de “Playa regulatoria” es un espacio de experimentación regulatoria mucho más amplia que un sandbox, en el cual el regulador vigila el panorama, interviene para detener las infracciones cuando se producen y está dispuesto a responder a las preguntas de interpretación cuando la gente trata de entender

cómo se aplican las normas a su situación. Debido a lo amplio de esta experimentación regulatoria, no se considera una buena opción para algo que está acotado a la inteligencia artificial y que incluso podría acotarse aún más a los vehículos autónomos.

Luego de listar el detalle de todas las acciones mencionadas anteriormente, se asigna un puntaje a cada una relacionado al impacto que tendría esta iniciativa de ser utilizada y el esfuerzo en cuanto a que se requiere para llevarla a cabo. Además, para calcular el puntaje total asignado se realiza una división de los dos ítems anteriores y luego se ingresan a una matriz de impacto-esfuerzo para determinar cuáles son las más acertadas para este caso. Esta herramienta se obtiene del Design Thinking que tiene como objetivo tomar decisiones en base a la identificación del potencial de cambio de determinadas acciones (Ariza, 2020).

Primero se muestra una tabla con los puntajes que corresponden a cada ítem y luego la aplicación a las iniciativas. Para los puntajes, se asigna el menor valor uno (1) para las iniciativas que tienen un muy bajo impacto o un bajo esfuerzo, y el mayor valor cuatro (4) para las que tienen un alto impacto o un alto esfuerzo; el total es calculado como la división de ambos ítem.

Puntaje	
1	Muy Bajo
2	Bajo
3	Medio
4	Alto

Tabla 3.3-1 Puntaje a asignar según impacto o esfuerzo

Fuente: Elaboración propia

Iniciativa	Impacto	Esfuerzo	Total
Sandbox Regulatorio	4	1	4

Policy Prototyping	2	1	2
Innovation Hubs	2	3	0,6
Sunset Provision	1	4	0,25
Innovation test beds	3	3	1
Playa regulatoria	1	3	0,3

Tabla 3.3-2 Resumen iniciativas y puntaje asignado ítem política y legislación

Fuente: Elaboración propia

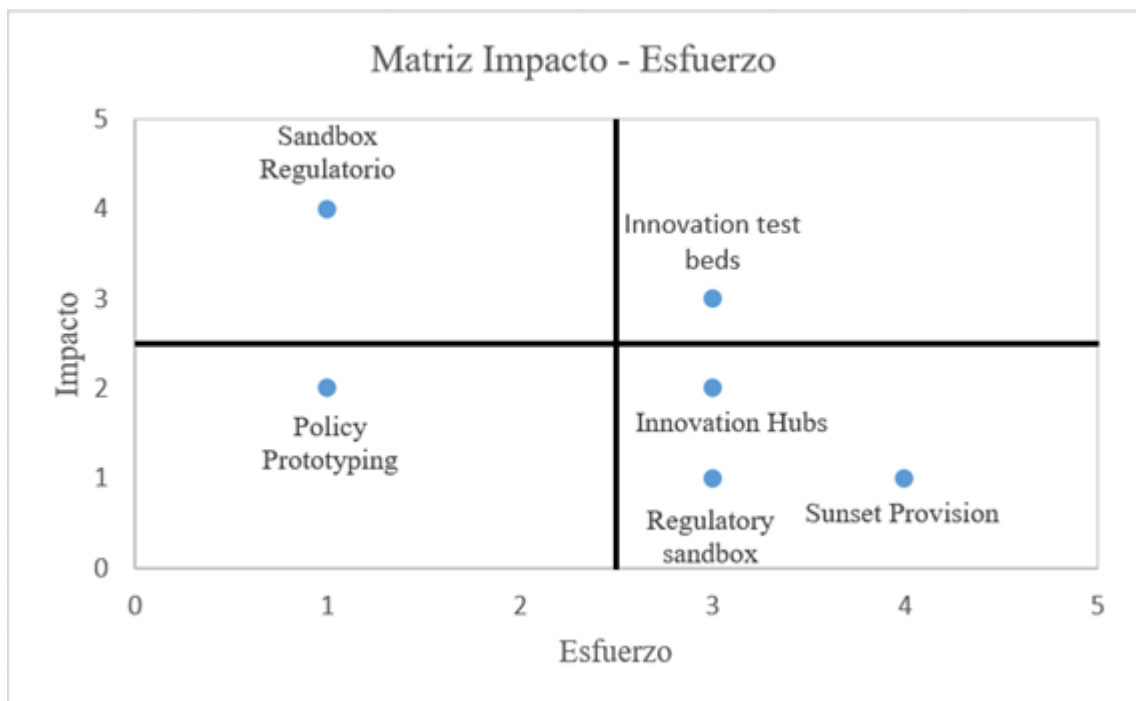


Figura 3.3-1 Matriz de priorización de iniciativas de mejora

Fuente: Elaboración propia

El ejercicio se realiza asignando puntajes a las distintas iniciativas según lo definido anteriormente en cada una de ellas, se consideran de menor impacto las que no aplican de manera directa a lo que se está buscando y el esfuerzo se calcula según qué tan sencillo o riesgoso sea aplicarlo. De esta manera se sitúan las iniciativas según el impacto en el eje

y el esfuerzo en el eje x, la ubicación en el cuadrante es la que determina qué acción se podría llevar a cabo con cada una de estas según el siguiente esquema:

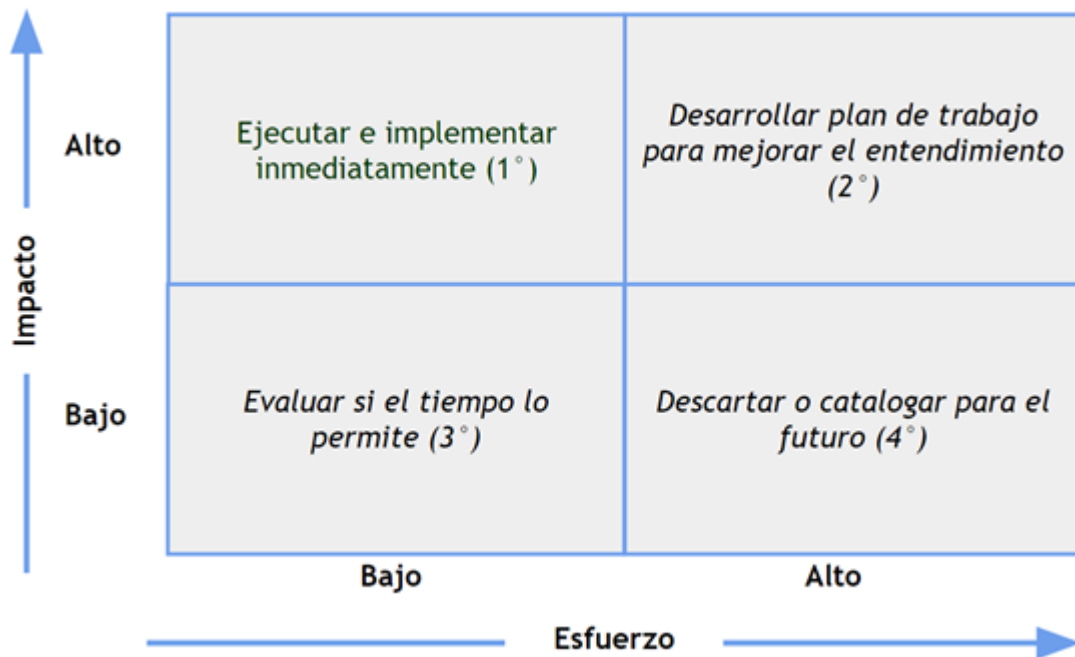


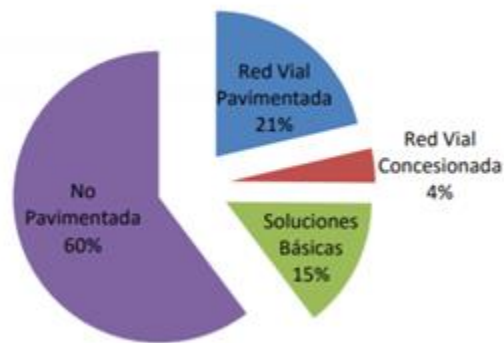
Figura 3.3-2 Distribución de acciones según cuadrante matriz impacto-esfuerzo

Fuente: (Ariza, 2020)

Así se obtiene que la iniciativa que debería llevarse a cabo es el **Sandbox Regulatorio** por sobre las otras, existiendo la posibilidad de que vaya acompañado por un Innovation Test Beds cuando se comience con la creación de nuevas tecnologías y se necesite un direccionamiento por parte de la autoridad. Puntualmente a considerar se tiene que un sandbox regulatorio podría llegar a durar entre 6 a 24 meses dependiendo del tipo de innovación o desarrollo y en cuanto a costos normalmente son gratuitos para el participante, pero en algunas jurisdicciones se podría incluir la aplicación de tarifas dependiendo de las circunstancias. Además al finalizar el sandbox, si la experiencia fue exitosa, los participantes puede que tengan que cumplir con las obligaciones regulatorias pertinentes, como una aprobación o licencia para el ejercicio de su actividad (Redroban & Cifuentes, 2021).

Para la siguiente alternativa con más votos en donde se especifica la falta de infraestructura como mejores vías o mayor cantidad de estaciones de carga para vehículos eléctricos, se ataca por dos frentes; en primer lugar la infraestructura vial de Chile dentro de

Latinoamérica se encuentra en el cuarto lugar (entre 2002 y 2012) en cuanto a porcentaje de carreteras pavimentadas, teniendo hasta el 2016 un 60% de las carreteras no pavimentadas, un 15% con soluciones básicas y el otro 25% pavimentadas donde un 21% corresponde a red vial y un 4% a red vial concesionada.



Longitud de Caminos Red Vial Nacional	Km
Red Vial Pavimentada	16.596
Red Vial Concesionada	2.960
Soluciones Básicas	11.329
No Pavimentada	46.917
Total	77.801

Figura 3.3-3 Porcentaje de pavimentación Chile 2016

Fuente: Dirección de Vialidad (Brüning Maldonado, 2016)

Esto deja un margen muy extenso de caminos que necesitan en una primera instancia ser pavimentados para luego ser mejorados de tal manera que permitan a los vehículos autónomos desplegar sus funcionalidades. Para tener una iniciativa más puntual, se realiza una búsqueda de cuánto cuesta aproximadamente la construcción de un camino básico; la información que se obtiene es que para construir 13.300 kilómetros se necesita una inversión de US\$ 1.613 millones (Delbene, 2018), lo que resulta en un total de US\$ 121.278 por kilómetro. Esto significa, pensando en abarcar la longitud que no está pavimentada con un camino básico, una inversión total de US \$5.448 millones. Por otra parte, no se está considerando el aumento del flujo vehicular que se proyecta para los

próximos años, en donde para quedar con una oferta vial óptima o con estándares internacionales, se debería duplicar la red vial actual, pasando de los actuales 78 mil kilómetros app a unos 155 mil kilómetros. Con una estimación de un millón de dólares como el costo del kilómetro de autopista (Gutiérrez M. , 2014) que en teoría cumpliría con los requerimientos para la operación de un VA, se pasa a un total de US \$46.917 millones para realizar los trabajos de los caminos NO pavimentados. Si esto se acota la red vial pavimentada (donde se consideran, por ejemplo, las calles de las ciudades, avenidas, etc.) se necesitarían US \$16.596 millones de dólares. Importante destacar que estos valores serían para la construcción actual y no se está considerando ni la proyección por el aumento de la población vehicular, ni la mantención y conservación de estos. En cuanto a los tiempos estimados para la construcción, se sabe que en 2007 había 17.200 km pavimentados y a fines de 2017 llegaban a 20.500, es decir, solo 3.300 km más; entonces serían 3.300 km en 10 años, lo que da un total de un poco más de 50 años para la construcción de 16.596 km. A pesar de esto, se tiene información de que la red vial bajo la tutela del MOP ha aumentado en cerca de 5 mil km en 10 años, lo que disminuiría la cifra a 34 años (Delbene, 2018).

Para el punto de mayor cantidad de estaciones de carga para vehículos eléctricos, como se ha mencionado anteriormente, no es requisito que un vehículo autónomo sea eléctrico, pero la tendencia es que la propulsión de estos vaya más enfocada a energías renovables que a combustibles fósiles; es por esto que aparece la necesidad de una mayor cantidad de estaciones de carga de vehículos eléctricos que no sólo esté centralizado en un sector del país sino que a lo largo de todo el territorio nacional. Debido a esto se realiza una búsqueda de información relacionada a la carga de vehículos eléctricos, encontrando que existe una aplicación que se alimenta desde el registro que reúne la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) mediante la declaración de la instalación de cargadores de vehículos eléctricos TE-6 y desde el registro de vehículos homologados del Centro de Control y Certificación Vehicular (3CV). Esta aplicación permite encontrar la posición geográfica de todas las estaciones de carga públicas disponibles en el país, además de información como el tiempo que demora cada cargador en realizar el 80% de la carga de la batería, según marca y modelo específico elegido en la APP y otras características como la potencia (kW), tipo de conector y la cantidad de conectores (Ministerio de Energía). Al 24 de diciembre del 2021 existen 544 electrolinerías a nivel nacional, las cuales se distribuyen por región de la siguiente manera:

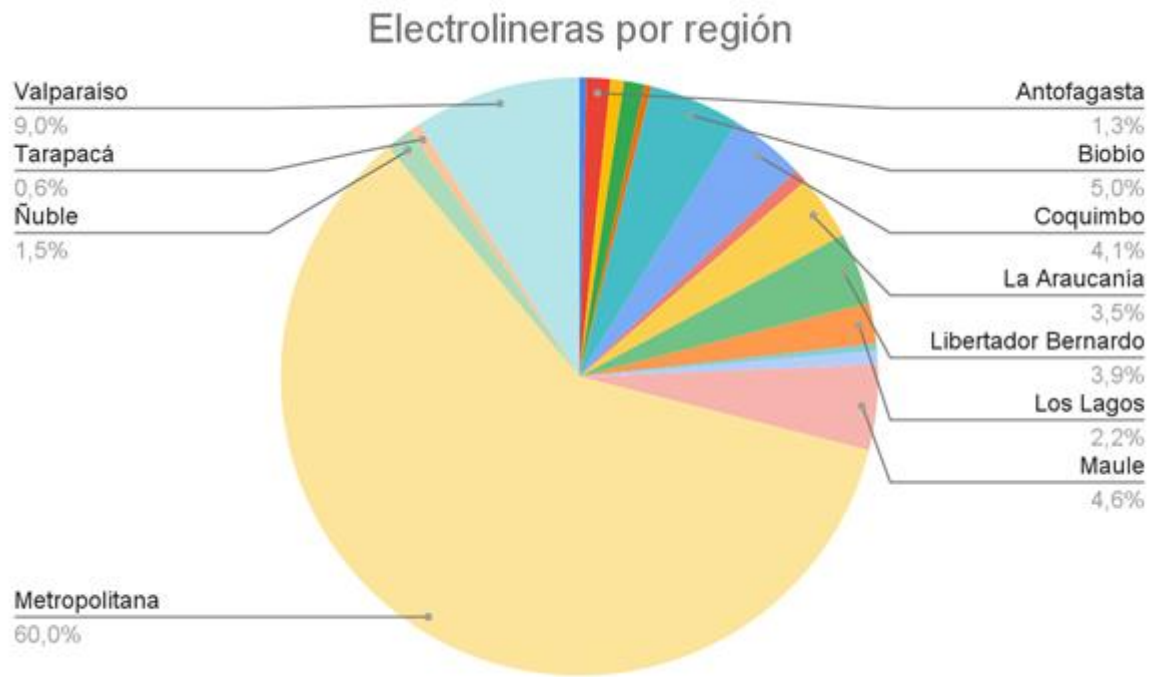


Gráfico 3.3-14 Electrolineras por región

Fuente: Elaboración propia a partir de (Ministerio de Energía)

Como se puede observar el 60% de las electrolineras se encuentran en la Región Metropolitana, seguida de Valparaíso con un 9%, una diferencia de 51 puntos porcentuales. Debido a esta diferencia, se busca la valorización de instalar un número de electrolineras para cada región, pero ya que la cantidad de vehículos que hay en cada región es diferente y aún no existe un gran parque automotriz de vehículos eléctricos en las regiones, se realiza un cálculo de cuánto es aproximadamente el parque automotriz de vehículos motorizados por región de acuerdo a los permisos de circulación del año 2020. La distribución se da de la siguiente manera:

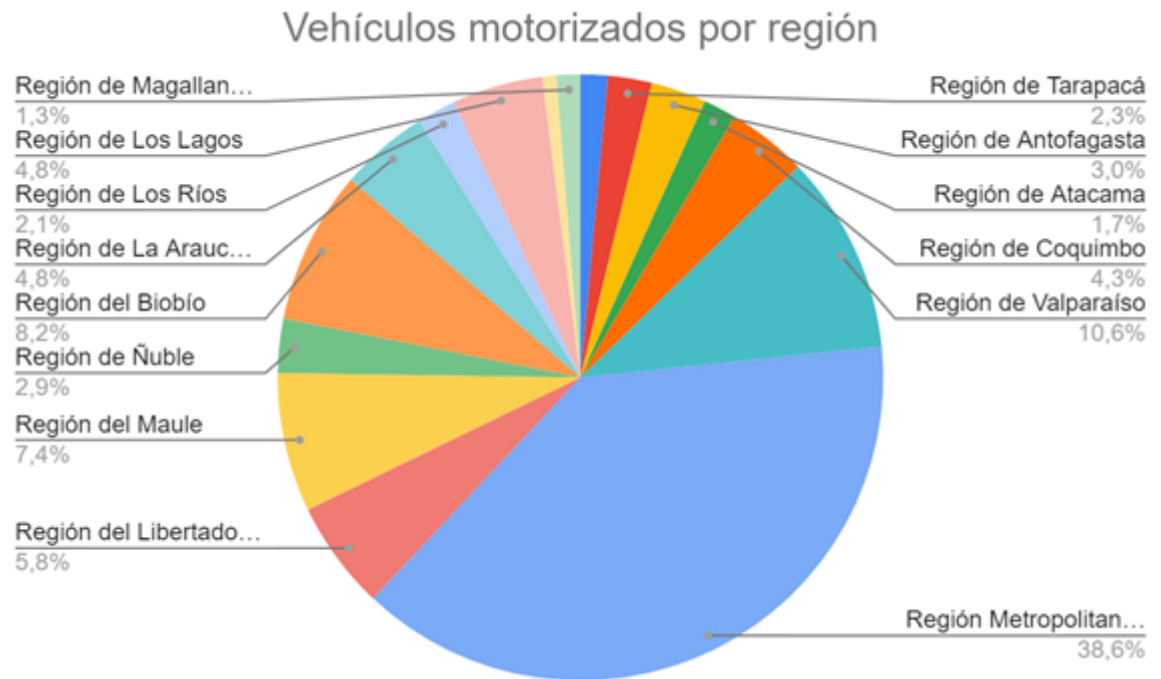


Gráfico 3.3-15 Vehículos motorizados por región

Fuente: Elaboración propia a partir de (Instituto nacional de estadísticas)

Se considera que si en la Región Metropolitana existen 325 electrolinerías, y tiene el 38,6% del parque automotriz a nivel nacional, entonces, por ejemplo la Región de Arica y Parinacota con un 1,45% del parque automotriz debería tener 4,7 o aproximadamente 5 electrolinerías, pero como actualmente cuenta con 4 electrolinerías, se debería construir 1 más. En el caso que el cálculo de que la cantidad de electrolinerías target sea menor a las que existen actualmente, se declara que no se necesita aumentar. Se sigue la misma lógica para las siguientes regiones obteniéndose los siguientes resultados:

Región	Q de electrolinerías actual	% Parque automotriz	Q de electrolinerías target	¿Aumentar?
--------	-----------------------------	---------------------	-----------------------------	------------

Región de Arica y Parinacota	4	1,45%	5	1
Región de Tarapacá	3	2,34%	8	5
Región de Antofagasta	7	2,96%	10	3
Región de Atacama	6	1,75%	6	No
Región de Coquimbo	22	4,26%	14	No
Región de Valparaíso	49	10,60%	34	No
Región Metropolitana de Santiago	325	38,64%	126	-
Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	21	5,80%	19	No
Región del Maule	25	7,42%	24	No
Región de Ñuble	8	2,87%	9	1
Región del Biobío	27	8,20%	27	No
Región de La Araucanía	19	4,76%	15	No
Región de Los Ríos	2	2,06%	7	5
Región de Los Lagos	12	4,84%	16	4
Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	2	0,75%	2	No
Región de Magallanes y de la Antártica Chilena	4	1,28%	4	No
				19

Tabla 3.3-3 Cantidad de electrolinerías a aumentar según parque automotriz y región del país

Fuente: Elaboración propia

Se realizan los cálculos y se obtiene que en 6 de las 16 regiones es necesario aumentar el número de electrolinerías, mientras que en 9, el cálculo es menor a la cantidad actual, por lo tanto no se deberían construir más por el momento. En total se necesita construir 19 puntos de recarga para vehículos eléctricos, tomando como referencia que la cantidad de electrolinerías en la región metropolitana tiene relación directa con el parque automotriz;

lo que es una aproximación ya que aún no existe una gran porcentaje del parque automotriz que sea eléctrico; y que esta lógica se puede replicar en las demás regiones.

Una vez que se cuenta con el número de electrolinerías a construir, se busca cuánta es la inversión que se necesita para realizarlo, y se encuentra un plan de Enel X para la instalación de 1.200 puntos de carga públicos que tendrá una inversión inicial en torno a US\$15 millones y que se desarrollará desde 2019 hasta 2025 (Electricidad, La revista energética de Chile, 2020). Entonces, para sacar un cálculo al día de hoy de cuántas electrolinerías se deberían agregar para tener los niveles que se esperan por el porcentaje de parque automotriz, se calcula que por cada punto de recarga se necesita una inversión de US\$12.500 dólares, lo que multiplicado por 19 da un total de US\$237.500. Además si en 6 años se construyen 1.200 puntos, haciendo un regla de 3 simple, para la construcción de 19 se necesitarán aproximadamente 35 días, es decir 1 mes y 5 días. Considerar que al igual que en el caso de las carreteras, este es un valor aproximado que no considera la proyección de utilización de vehículos eléctricos y es una aproximación basada en hipótesis para obtener un valor con el cual se podría equiparar la necesidad de hoy en día.

Para la tercera alternativa mayor votada “Entrenamiento a los especialistas del rubro automotriz” se realiza una búsqueda de qué carreras imparten formación sobre vehículos autónomos en Chile, y actualmente ninguna institución imparte ningún tipo de formación con respecto a estos. En cuanto a los vehículos eléctricos, Duoc UC, INACAP y la Universidad Técnica Federico Santa María imparten ramos dentro de sus carreras o tienen post títulos relacionados a la electromovilidad. Para Duoc se tienen 2 ramos optativos para las carreras de Técnico – Profesional Mecánica Automotriz y Autotrónica, y Maquinaria y Vehículos Pesados: Optativo “Movilidad Eléctrica” (desde 2017) y Asignatura “Laboratorio de Movilidad Eléctrica” (desde 2020).

Para INACAP se tiene una Escuela de Mecánica y Electromovilidad, un Centro de Electromovilidad con sede en Valparaíso donde se tienen vehículos eléctricos, equipos especializados y herramientas para la capacitación en esta tecnología; y además cinco Laboratorios de Electromovilidad en las sedes de La Serena, Maipú, Renca y Concepción-Talcahuano y Osorno, para los cuales fueron adquiridos vehículos eléctricos Citroën y equipamiento de medición de diversas variables, monitoreo y mantenimiento (Electromov, 2020). Finalmente en la Universidad Técnica Federico Santa María incluye en su carrera de Técnico Universitario en Mecánica Automotriz en su último semestre un ramo de Electromovilidad.

Considerando la acelerada evolución de los vehículos autónomos a nivel global, se hace vital que los conocimientos lleguen a las instituciones chilenas de tal manera de entregar

los conocimientos pertinentes a las futuras generaciones y a las personas que actualmente desean especializarse; es por esto que se buscan carreras que se impartan en otros países que ya están avanzados en este tema, para poder extrapolarlo a lo que sería la enseñanza en Chile. Es así como se encuentra un programa especializado de automóviles de auto conducción de la Universidad de Toronto donde se detallan los aprendizajes que se obtendrán al final del curso entre los que se encuentran (Universidad de Toronto):

- Comprender la arquitectura detallada y los componentes del software de vehículos autónomos
- Usar el sistema de realidad física del vehículo como cámaras, sensores, LiDAR, GPS/INS, odometría de ruedas, mapa de profundidad, segmentación semántica y cuadros delimitadores de objetos.
- Implementar métodos para la detección, localización y mapeo de objetos estáticos y dinámicos, planificación de comportamiento y maniobras y control de vehículos.

Para adquirir este conocimiento se requieren 4 cursos:

1. Introducción a los vehículos autónomos: Introducción a la terminología, consideraciones de diseño y evaluación de la seguridad de los VA. Se aprenderá sobre los hardwares que se utilizan comúnmente, identificar los componentes principales, programa de modelado y control de vehículos y analizar los marcos de seguridad y las prácticas actuales de la industria para el desarrollo de vehículos.
2. Estimación y localización de vehículos autónomos: Desarrollar un modelo para sensores típicos de localización de vehículos, incluidos GPS e IMU, y aplicar estas herramientas para fusionar múltiples flujos de sensores en una sola estimación de estado para VA.
3. Percepción visual de los vehículos autónomos: Principales tareas de percepción en la conducción autónoma, detección de objetos estáticos y dinámicos, y examinar los métodos comunes de visión por computadora para la percepción robótica del vehículo.
4. Planificación de movimiento para vehículos autónomos: Principales tareas de planificación en la conducción autónoma, incluida la planificación de misiones, la planificación del comportamiento y la planificación local.

Se considera que con la aplicación de estos cursos de manera inicial en las carreras relacionadas con electromovilidad, se podría lograr obtener un perfil de un profesional con una comprensión integral de las prácticas de ingeniería de vanguardia utilizadas en la industria de automóviles autónomos. Importante destacar en este punto, que por una parte

es importante seguir formando profesionales integrales en vehículos eléctricos, ya que la formación que se da actualmente son nociones básicas de electromovilidad y por otra parte, un punto que afecta a los dos ítems, es la formación de profesionales que imparten estas carreras en las universidades o centros de formación, ya que se tiene que pasar por un proceso de aprendizaje que incluso muchas veces se debe dar en el extranjero, en el caso de nuevas tecnologías, para poder traer el conocimiento a Chile. Para esto también es importante que se fomente tanto por el lado público como privado la necesidad de profesionales de estas áreas, así incentivar a las nuevas generaciones a interiorizarse y trabajar en esta nueva tecnología. Específicamente en cuanto al costo se tiene que la implementación de un taller comenzado desde 0 y considerando el espacio, herramientas tendría un costo aproximado de 80 millones de pesos. A esto debe sumarse la contratación de un profesor por aproximadamente 1,3 a 1,5 millones de pesos, dependiendo de su grado y experiencia. Considerando que el costo del taller es por única vez y el costo de la contratación es recurrente, se calcula que el costo total en 1 año (donde en el mismo año se incurre en el costo del taller) daría un total de entre \$95.600.000 y \$98.000.000. En cuanto a los tiempos de implementación, depende de cada universidad, pero se toma el ejemplo de la Universidad Técnica Federico Santa María en donde se considera entre 1 y 2 años para una carrera nueva o un cambio de malla, además se debe considerar que para contratar un profesor se necesita autorización de la vicerrectoría académica tomando el proceso completo aproximadamente 4 a 6 meses. Finalmente si se sumaran estos tiempos sin considerar que se realicen en paralelo, se tendría un total de, en el peor de los casos, 2 años y medio (datos de costos y tiempos de implementación obtenidos a partir de consultas Coordinador Académico USM Vitacura).

Para la alternativa “Infraestructura tecnológica como antenas o mejor conexión (5G)” se mencionan múltiples iniciativas en el capítulo II que se están desarrollando en el país. Estas están relacionadas en aumentar en primer lugar la cobertura 4G que ha ido aumentando paulatinamente favorecido por las licitaciones que se han realizado para entregar una mejor experiencia a los consumidores en cuanto a velocidad de conexión y así, la posibilidad de utilizar tecnologías que requieren de estas características. Además, el mayor avance que se ha tenido en Latinoamérica está relacionado con las licitaciones para las redes 5G que permiten el mejor desempeño que se conoce hasta el momento de las tecnologías, que aunque no se ha llegado a la etapa de despliegue comercial, las empresas operantes en Chile lentamente están comenzando a promocionar sus servicios 5G. Un ejemplo puntual es la oficialización por parte de Movistar del despliegue de la red 5G en las 16 regiones del país para marzo del 2022.

Finalmente para la alternativa “Mayor cantidad de distribuidores que ofrezcan vehículos autónomos en Chile” se tiene que efectivamente en este momento las empresas que tienen vehículos autónomos tienen distribuidores en Chile como lo son algunos (para las marcas mencionadas en la encuesta):

- Distribuidor Toyota: Bruno Fritsch, Cartoni y Lionel Kovacs.
- Distribuidor Mercedes Benz: Kaufmann y Aspillaga & Hornauer.
- Volkswagen, Seat y Audi: Cartoni, Difor y Zentrum
- BMW: Williamson Balfour Motors
- Volvo: Rosselot

En cuanto a Apple, aún no tiene vehículos autónomos disponibles para la venta, y Waymo está mayormente enfocado en prestar servicios con estos vehículos más que en comercializarlos para propiedad privada. En cuanto a Tesla se ha confirmado su llegada a Chile para el 2022 siendo la primera instalación en Sudamérica e incentivada por el anuncio de La Moneda de que en 2035 solo se comercializará vehículos eléctricos nuevos en el país y por el aumento de la red a lo largo del país. Esto es un paso importante para la incorporación de vehículos autónomos ya que esta marca es una de las pioneras en cuanto a ventas de vehículos con estas características.

En cuanto al panorama en general, se puede observar que actualmente existen distribuidores y que están próximo a llegar nuevos, el tema está en que no están comercializando vehículos autónomos y se están enfocando en las necesidades actuales del mercado chileno, que como es conocido a nivel de Latinoamérica, se prefieren vehículos baratos y cuyo consumo de combustible sea bajo. Además, se puede considerar que no hay un incentivo por parte de las marcas a traer estos vehículos por los mismos puntos mencionados anteriormente, como la falta de infraestructura o de profesionales capacitados para su eventual falla. Por otro lado como se mencionó en el caso de Tesla, existe un incentivo por parte del país a fomentar la llegada de vehículos tanto eléctricos como autónomos, esto se ve reflejado en las distintas iniciativas relacionadas a nuevas tecnologías como la licitación del 5G o los buses eléctricos que circulan actualmente en la ciudad de Santiago; lo que provoca que se genere un ambiente propicio para la llegada de nuevas tecnologías como en este caso puntual, los vehículos autónomos.

¿Cuándo cree que se hará masiva la utilización de vehículos autónomos en Chile?

183 respuestas

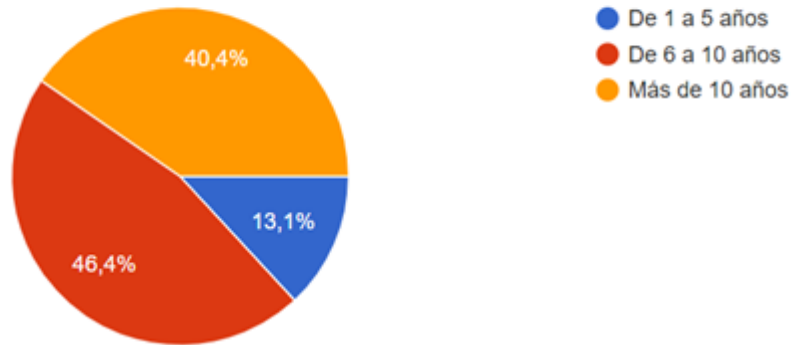


Gráfico 3.3-16 Respuestas ¿Cuándo cree que se hará masiva la utilización de vehículos autónomos en Chile?

Fuente: Encuesta elaboración propia

El mayor porcentaje de los encuestados considera que la tecnología se hará masiva en Chile por lo menos en más de 6 años, lo que concuerda con todos los análisis anteriores en donde se puede observar que se requiere la implementación de ciertos elementos que aún no se encuentran disponibles, y como se vio existen casos más alarmantes que otros, como por ejemplo la relacionada a infraestructura vial es la que abarca el mayor presupuesto y mayor tiempo de todas las iniciativas planteadas en el capítulo III.

Tomando un ejemplo del capítulo II, en marzo del 2015 Singapur comenzó con las primeras pruebas de vehículos autónomos que operaban en ciertos distritos con un sistema de reservas en línea los que funcionaron dos fines de semana y llevaron a 500 personas a lo largo de más de 400 kilómetros en total. Esto continuó durante los siguientes años a tal nivel que es uno de los países con la legislación más avanzada en cuanto a vehículos autónomos incluso sin ser requisito que tengan un conductor a bordo. Es así como se puede ver que países como este han tenido aproximadamente 7 años para llegar a niveles tan avanzados, por lo que es natural que Chile alcance niveles superiores en tiempos similares, concordando con la opinión de los encuestados.

Finalmente en cuanto al ítem que se pretendía medir “Aceptación del consumidor” que nace desde el capítulo II, se logra observar que aproximadamente un 75% de los

encuestados estaría dispuesto a utilizar vehículos autónomos, aun considerando que existen brechas que no se han solucionado completamente y que se hacen evidentes al realizar el profundo análisis que se hizo para cada pregunta.

3.4 ELABORACIÓN DEL REPORTE DE RESULTADOS

Pasando a la etapa del reporte de resultados, se observó que aún existe un porcentaje correspondiente prácticamente a un $\frac{1}{4}$ de los encuestados que no estaría dispuesto a utilizar un vehículo autónomo, uno de los puntos que se menciona es la posibilidad de que no exista una alfabetización respecto a las tecnologías en general para las personas adultas, considerando que las nuevas generaciones si tienen el conocimiento. Es por esto que para tener una mayor adherencia a la utilización de los VA será necesario tener planes de alfabetización digital para las personas mayores y un mayor foco tanto de los gobiernos como de los privados a la publicidad de los beneficios que puede traer la utilización de estas tecnologías. Para esto serán fundamentales las alianzas público-privadas en beneficio de las personas para convertirlos en potenciales consumidores.

En cuanto a la manera de utilizar los vehículos autónomos, y en general cualquier vehículo, se han realizado múltiples análisis de los beneficios que trae la disminución del parque automotriz privado, considerando que esto trae una mayor descongestión de las ciudades y a su vez una disminución relacionada a la contaminación. Los resultados que entrega la encuesta demuestran que las personas aún no tienen interiorizado de una manera profunda la opción de ver un vehículo como un servicio en vez de una propiedad privada. La recomendación es a un mayor incentivo tanto a las empresas privadas que prestan servicios de transporte como a los gobiernos en cuanto al transporte público, a incorporar mayor cantidad de tecnología en sus flotas para lograr una confianza por parte de los usuarios, que llevará posteriormente a una fidelización de los consumidores a la utilización de estos, y convertirlos, eventualmente, en usuarios de vehículos autónomos.

Para las situaciones en las que se preferiría la utilización de un vehículo autónomo se observó que existe un gran porcentaje de los encuestados que seleccionó alternativas que no son posibles utilizar con los vehículos autónomos que actualmente se están utilizando, ya que en su mayoría corresponden a nivel 3 y requieren de un conductor presente. De todas maneras se observó un aumento por parte de las empresas a crear tecnologías que

permitan un nivel de autonomía 4 o 5, influenciado principalmente por la competencia entre estas mismas; pero para que esto se vea reflejado de manera más representativa en el país, será necesario la creación de políticas y legislaciones que permitan la entrada de estos y regulen la utilización de los mismos.

En cuanto a las marcas que prefieren los usuarios y los valores que estarían dispuestos a pagar, la solución más obvia es que para lograr una mayor entrada de consumidores a este mercado, es que bajen los precios de los vehículos y se hagan más asequibles. Esto se vuelve complejo considerando que a mayor tecnología aumentan los costos y por ende estos deben ser transmitidos a los consumidores finales, pero una opción que se determinó con el análisis de las marcas, es que si las marcas que tienen vehículos de un segmento de precios más bajos incorporan a sus ventas vehículos autónomos, existe una mayor probabilidad de que sean escogidas; por lo tanto, la solución estaría enfocada a generar un mayor incentivo a las marcas más económicas a generar estos vehículos manteniendo bajos valores, o también a generar versiones de entrada de tal manera que permitan captar consumidores y luego incentivarlos a aumentar en la compra de un vehículo de un segmento mayor.

Para las preguntas relacionadas a las licencias de conducir, quienes deberían impartir la formación y quién es el responsable en caso de accidente, la respuesta irá enfocada a un ítem que se ha mencionado anteriormente que es fundamental solucionar, que son las políticas y legislaciones. Este se analiza en la pregunta relacionada a que faltaría para poder implementar la tecnología en Chile y se mencionan múltiples alternativas para solucionarlo. Finalmente se considera que la alternativa que representa un mayor beneficio es la de la realización de un sandbox regulatorio, ya que este permite fomentar la innovación, atraer la inversión y potenciar el co-aprendizaje público-privado; además con los resultados se puede generar un borrador para lo que será la política del país, esto permitirá que la implementación de vehículos autónomos se vea fomentada en un país donde existe una regulación y los consumidores se sientan protegidos.

Otro tema importante que se trató en la misma pregunta fue la falta de Infraestructura física en el país para el desarrollo de la tecnología, en esta se concluye que existen dos iniciativas que deben realizarse de manera primordial para lograr una implementación correcta. En primer lugar la construcción de vías que sean adecuadas para la utilización de un vehículo autónomo, lo que requiere de bastante tiempo y dinero, siendo una concesión privada la mejor opción para esta alternativa; específicamente un contrato del tipo BOT que consiste en la construcción y operación por parte de la concesión para posteriormente traspasar nuevamente esta obra, en este caso, al estado chileno. Esta solución permite conjugar recursos públicos y privados para viabilizar obras públicas de

envergadura. Para esta solución se requiere según los cálculos realizados una inversión aproximada de US \$16.596 millones de dólares para sólo un 21% de la red vial que representa principalmente las avenidas principales y calles de Chile y un tiempo de construcción de 34 años.

Además se evidenció la falta de infraestructura relacionada a electrolinerías considerando que la tendencia es a la electromovilidad, es así que se realizó un cálculo aproximado para determinar según el parque automotriz y la cantidad de electrolinerías en Santiago, cuántas se necesitan actualmente, así se concluyó que son necesarias un total de 19 electrolinerías a nivel país siendo las regiones que más necesitan la región de Tarapacá que actualmente tendría un déficit de 5, y la región de los Ríos que también tiene un déficit de 5 electrolinerías. Esta alternativa requiere un costo de US \$237.500 y 1 mes con 5 días; esta información ha sido calculada en base a los datos de Enel X por lo tanto se considera como la empresa adecuada para realizar esta labor, sumado a que es la que más cantidad de electrolinerías ha construido.

Un punto que no tuvo tanta votación pero se considera un ítem fundamental para la implementación de los vehículos autónomos, es la cantidad de especialistas que existen en el rubro automotriz con conocimientos específicos de esta tecnología. Se concluye que la solución a este punto tiene que ir asociada a un plan de integración a las mallas curriculares de las carreras relacionadas al ámbito automotriz una serie de ramos que permitan obtener nociones básicas del funcionamiento de los vehículos y además las maneras de diagnosticar estos mismos cuando comiencen a tener fallas. Con el tiempo esto podría emigrar a la creación de carreras especializadas en esta área que vendrían de la mano con una mayor cantidad de profesionales que ya tengan la formación.

Ítem	Solución	Costo	Tiempo
Política y legislación	Sandbox regulatorio	Ninguno	6 a 24 meses
Infraestructura vial	Concesión BOT	US \$16.596 millones	34 años
Electrolinerías	Construcción Enel X	US \$237.500	1 mes y 5 días
Educación	Implementación de cursos específicos o nueva asignatura	\$98.000.000	2 años y medio

Tabla 3.4-1 Resumen iniciativas

Fuente: Elaboración propia

Siendo estos los puntos fundamentales a solucionar según los consumidores, se requiere de como mínimo un estimado de 6 años más para una correcta implementación de los vehículos autónomos en Chile. Además, la implementación de estas iniciativas tiene que ir de la mano con un mayor desarrollo tecnológico en general, en donde como se ha comentado en capítulos anteriores las ciudades y las personas tendrán que adecuarse a estos cambios cuya finalidad es representar una mejor opción para los consumidores. Esto también concuerda con los tiempos que se han demorado otros países que en este momento ya cuentan con una infraestructura tanto en lo físico como en lo legislativo; este estimado sería aún más correcto si el nivel de crecimiento de estos países es similar al ritmo que tiene actualmente Chile.

De esta manera se cierra el capítulo III para posteriormente en el siguiente capítulo emitir las conclusiones y cerrar el objetivo general del trabajo entregando puntualmente cuáles son las oportunidades que existen y asociarlas al plan de acción que ya se especificó en el análisis de la penúltima pregunta; además de entregar recomendaciones generales.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Durante los últimos 40 años se ha vivido una evolución en general de las industrias, en donde se han observado cambios que van desde el diseño de los productos, el funcionamiento, los sistemas de producción en las fábricas, nuevos modelos de venta e incluso ha existido un cambio en la relación con los clientes.

En cuanto al primer objetivo se realiza una revisión de la literatura enfocada a entender los alcances de las tecnologías 5G y los beneficios que podría traer una implementación de estas en los vehículos. En este estudio se pudo determinar que la industria automotriz es una de las que ha implementado estos cambios especialmente durante la última década enfocada a la implementación de tecnologías tanto como en métodos de producción y fabricación; como por el lado de las ayudas en la conducción, obtención de data para retroalimentación de fabricantes y detección de fallas inminentes. Estas últimas 3 están estrechamente relacionadas a la reducción de accidentes de tránsito y para la cual se hace necesario la operación de tecnologías 5G, representando un desafío para los proveedores de comunicaciones quienes tendrán que ofrecer una infraestructura adecuada para cumplir con los requerimientos a la velocidad de conexión y la masificación de esta a todo el territorio.

Para el segundo objetivo, planteándose como hipótesis del capítulo “La población chilena se sentiría más preparada para la utilización de tecnologías 5G en la industria automotriz si se mejoran aspectos como política y legislación; tecnología e innovación; infraestructura y aceptación del consumidor” se determina cómo las variables de políticas, legislación, tecnologías, innovación, infraestructura y aceptación del consumidor han influido en otros países a la implementación de las tecnologías tanto en las ciudades como en la confianza para los usuarios. Se destaca específicamente Singapur como una potencia en cuanto a políticas y legislaciones con actualizaciones en el año 2020 a su marco voluntario de gobernanza de la Inteligencia Artificial e incorporación de la sociedad a los vehículos autónomos entregando infraestructura adecuada e incentivos a la compra de estos. Para el caso de Chile, el nivel de adopción de las tecnologías ha tomado un poco más tiempo que en otros países, pero se destaca la incorporación del país al Índice de Preparación de Vehículos Autónomos (AVRI) con pilotos de VA tanto en el sector público como en el privado, existiendo aún brechas que se hacen evidentes en cuanto a las variables mencionadas anteriormente.

Para el tercer objetivo se ha obtenido a partir de un cuestionario la impresión de los potenciales consumidores de VA, observándose que a pesar de que existe una confianza preliminar, también hay una preocupación por las falencias que existen en el país para una implementación en el corto plazo. Se demostró un interés por las funciones de asistencia a la conducción asociadas a la seguridad que entregan y relacionándose directamente con la idea de que se plantea en la investigación en cuanto a la reducción de accidentes de tránsito. Finalmente, se hace fundamental para la implementación que la oferta de VA esté alineada con las posibilidades que tienen los potenciales consumidores en Chile, destacándose el posicionamiento de ciertas marcas en el mercado y la incorporación de tecnologías en los nuevos vehículos.

En cuanto al ritmo de crecimiento en temas de tecnologías y específicamente en inteligencia artificial, la pandemia ha sido una oportunidad para que las personas se vean impulsadas a utilizar estas cada día más, especialmente gatillada por los confinamientos tanto a nivel nacional como internacional. Pensando no solamente en el teletrabajo, la inteligencia artificial ha cumplido un rol fundamental en áreas como la productividad y estabilidad en la cadena de abastecimiento de las industrias, además de mejorar las experiencias de uso en sectores masivos como el financiero, retail e incluso en el de salud.

Dentro de los desafíos que se presentan en Chile está la correcta inversión en nuevas tecnologías y en la preparación de las personas para el uso de estas, lo que podría agregar US\$13 mil millones al crecimiento del PIB. Sin embargo también se ha detectado que el 58% de las empresas ha adoptado la IA en uno o más unidades de negocio, una cifra baja en comparación a otros países que alcanzan un 73% (Carrizo, 2020). Así se concluye que dentro de las prácticas fundamentales a tener en consideración para una correcta implementación tanto de vehículos autónomos, como de cualquier tecnología en general en el país, es la capacidad de obtener ventajas competitivas no solamente a nivel de empresas privadas, sino como una forma de retroalimentación de la información que pueden entregar otros países al desarrollo de la tecnología en Chile.

Como recomendación, se propone en primer lugar, la implementación de una regulación que esté a la altura del desarrollo tecnológico y de la innovación en soluciones digitales para el desarrollo urbano. Como se ha mencionado en el estudio, un marco normativo dinámico y flexible es clave para acelerar la penetración tecnológica especialmente cuando se habla de ciudades inteligentes. Por otra parte, las empresas deben mejorar su capacidad de administrar grandes volúmenes de datos y así generar una mejor experiencia para sus clientes, y en el caso general del transporte, que ayude a mejorar la movilidad y bienestar en la ciudadanía en el uso del transporte público, privado y como factor común, mejoras en la seguridad. Finalmente, se recomienda potenciar el desarrollo de la

infraestructura de las tecnologías de la información y comunicaciones, motivar a las empresas y a los sectores públicos para que incorporen la transformación digital a sus procesos productivos y mantener una colaboración abierta con otros países a fin de obtener mejores prácticas.

BIBLIOGRAFÍA

- 20minutos.es. (06 de 03 de 2018). *os seis niveles de clasificación de los coches autónomos*. Obtenido de 20minutos.es: <https://www.20minutos.es/noticia/2825372/0/clasificiacion-coches-autonomos/?autoref=true>
- 5GAA Automotive Association. (s.f.). *Experience the Future of Mobility*. Recuperado el 05 de 11 de 2021, de 5GAA Automotive Association: <https://5gaa.org/5g-technology/experience-the-future/>
- Ariza, G. (21 de diciembre de 2020). *Giosyst3m*. Obtenido de <https://giosyst3m.net/matriz-de-impacto-y-esfuerzo-tecnica-excelente-para-priorizar/>)
- Autocosmos. (s.f.). *Mercedes Clase A Hatchback nuevos*. Recuperado el 05 de 01 de 2022, de Autocosmos: <https://www.autocosmos.cl/auto/nuevo/mercedes/clase-a-hatchback>
- BaysanQuality. (12 de 05 de 2019). *La evolución del automóvil*. Obtenido de baysan "moving fleeting": <https://baysanquality.com/blog/la-evolucion-del-automovil/>
- CarGurus. (2021). *CarGurus*. Obtenido de <https://go.cargurus.com/rs/611-AVR-738/images/UK-2021-AV-Study-Summary-Report.pdf>
- Carrizo, E. (26 de Agosto de 2020). *La Tercera*. Obtenido de <https://www.latercera.com/pulso/noticia/la-oportunidad-de-la-inteligencia-artificial-tras-la-pandemia/PCBMSP6YFVEAFCINZQ62KQRVfy/>
- Castillo, J. J. (10 de November de 2021). *Las marcas más vendidas de Chile en el mercado automotriz (enero-octubre 2021)*. Recuperado el 4 de January de 2022, de Altorque: <https://www.althorque.com/marcas-mas-vendidas-2021-chile/>
- Dante Enrique Sica, M. A. (Noviembre de 2012). *globaltrends.thedialogue*. Obtenido de <http://globaltrends.thedialogue.org/wp-content/uploads/2015/09/el-futuro-del-sector-automotriz-en-el-mundo-2025-1.pdf>
- Delbene, Ó. (8 de Noviembre de 2018). *Solo el 24% de las rutas de Chile tienen pavimento y expertos critican el lento avance*. Obtenido de Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile: <https://ich.cl/noticias-pavimentando/solo-el-24-de-las-rutas-de-chile-tienen-pavimento-y-expertos-critican-el-lento-avance/>

- Departamento de transporte US. (s.f.). *Vehículos Automatizados para la Seguridad*. Recuperado el 10 de 11 de 2021, de NHTSA: <https://www.nhtsa.gov/es/tecnologia-e-innovacion/vehiculos-automatizados-para-la-seguridad>
- Dirección General de Tránsito, Gobierno de España. (19 de April de 2016). *Los elementos del coche autónomo*. Recuperado el 24 de November de 2021, de Revista Tráfico y Seguridad Vial: <https://revista.dgt.es/es/multimedia/infografia/2016/0419elementos-coches-autonomos.shtml>
- Electromov. (14 de December de 2020). *Técnico nivel superior: ¿Dónde puedo estudiar electromovilidad? - Tendencias urbanas*. Recuperado el 12 de January de 2022, de ElectroMov: <https://www.electromov.cl/2020/12/14/tecnico-nivel-superior-donde-puedo-estudiar-electromovilidad/>
- EMESA. (11 de May de 2021). *Descubre cómo serán las carreteras del futuro*. Recuperado el 23 de November de 2021, de Emesa M-30: <https://www.emesa-m30.es/carreteras-del-futuro-caracteristicas/>
- Flores, J. (28 de 06 de 2019). *Qué es el 5G y cómo nos cambiará la vida*. Obtenido de National Geographic España: https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/que-es-5g-y-como-nos-cambiara-vida_14449
- Ford Service Content. (s.f.). *Control automático de velocidad - Uso del control de velocidad adaptativo*. Recuperado el 11 de 11 de 2021, de Ford Service Content: https://www.fordservicecontent.com/Ford_Content/vdirsnet/OwnerManual/Home/Content?variantid=4331&languageCode=es&countryCode=ESP&Uid=G1740612&ProcUid=G1724376&userMarket=ESP&div=f&vFilteringEnabled=False
- Ford. (s.f.). *SISTEMA DE ESTACIONAMIENTO ASISTIDO*. Recuperado el 11 de 11 de 2021, de Ford: <https://www.ford.cl/tecnologia/sistema-estacionamiento-asistido/>
- Galván, P. (09 de 2017). *Los 6 Niveles de Autonomía*. Obtenido de Software Guru: <https://sg.com.mx/revista/55/los-6-niveles-autonom>
- Gómez Blanco, A. (20 de November de 2017). *¿Qué es un 'sandbox' regulatorio?* Recuperado el 28 de December de 2021, de BBVA: <https://www.bbva.com/es/que-es-un-sandbox-regulatorio/>

- Gracia, M. (s.f.). *IoT - Internet Of Things*. Recuperado el 22 de 10 de 2021, de Deloitte.:
<https://www2.deloitte.com/es/es/pages/technology/articles/IoT-internet-of-things.html>
- Gutiérrez, J. I. (24 de September de 2021). *¿Qué países tienen las mejores y las peores carreteras del mundo?* Recuperado el 23 de November de 2021, de La Tercera:
<https://www.latercera.com/mtonline/noticia/que-paises-tienen-las-mejores-y-las-peores-carreteras-del-mundo/46TFWQ2WJZAV7PBVMU3DSXWWR4/>
- Gutiérrez, M. (6 de May de 2014). *Estudio revela que Chile necesita 12.500 km de nuevas rutas a 10 años para mitigar caos vial*. Recuperado el 10 de January de 2022, de Plataforma Urbana:
<https://www.plataformaurbana.cl/archive/2014/05/06/estudio-revela-que-chile-necesita-12-500-km-de-nuevas-rutas-a-10-anos-para-mitigar-caos-vial/>
- Hernandez, L. (24 de 02 de 2017). *¿Cómo funcionan los vehículos autónomos?* Obtenido de Autocosmos: <https://noticias.autocosmos.com.ar/2017/02/24/como-funcionan-los-vehiculos-autonomos>
- Instituto nacional de estadísticas. (s.f.). *Parque de vehículos - Estadísticas*. Recuperado el 11 de January de 2022, de INE:
<https://www.ine.cl/estadisticas/economia/transporte-y-comunicaciones/permiso-de-circulacion>
- Jefferson Aguirre, F. G. (2020). Aplicación de la Inteligencia Artificial en la Industria Automotriz. *Iberian Journal of Information Systems and Technologies*, 149-158.
- Jovita Georgina Neri Vega, R. G. (2015). *LA INNOVACIÓN PRESENTE EN LA EVOLUCIÓN DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ A NIVEL MUNDIAL*.
- KPMG International. (2020). *2020 Autonomous Vehicles Readiness Index*. Obtenido de KPMG International:
<https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/co/sac/pdf/2020/08/2020-kpmg-autonomous-vehicles-readiness-index.pdf>
- Lopez, R. D. (s.f.). *ATSistemas*. Obtenido de <https://www.atsistemas.com/blog/el-futuro-de-la-conduccion-autonoma>
- Matus, L. (12 de 03 de 2021). *El rol fundamental de 5G en la Cuarta Revolución Industrial*. Obtenido de Canales TI: <https://itcomunicacion.com.mx/el-rol-fundamental-de-5g-en-la-cuarta-revolucion-industrial/>

- Mena Roa, M. (11 de 08 de 2021). *El despliegue de la 5G en el mundo*. Obtenido de Statista: <https://es.statista.com/grafico/23241/nivel-de-desarrollo-de-la-tecnologia-5g-en-el-mundo/>
- Ministerio de economía, fomento y turismo. (08 de 2021). *Sandbox Regulatorio de Inteligencia Artificial en Chile*. Obtenido de Ministerio de economía, fomento y turismo: <https://www.economia.gob.cl/wp-content/uploads/2021/09/PaperSandboxIA.pdf>
- Ministerio de Energía. (s.f.). *Electrolineras*. Obtenido de <https://drive.google.com/file/d/1pUIMOnyTcMKMepTbDQw6ulnVlaS-FXy0/view>
- Ministerio de Energía. (s.f.). *Plataforma de Electromovilidad - App Eco Carga Electrolineras en Línea*. Recuperado el 11 de January de 2022, de Ministerio de Energía |: <https://energia.gob.cl/electromovilidad/ecocarga>
- Monroy, M. (14 de October de 2021). *¿Qué marcas lideran las ventas de autos eléctricos e híbridos en Chile?* Recuperado el 4 de January de 2022, de La Tercera: <https://www.latercera.com/mtonline/noticia/que-marcas-lideran-las-ventas-de-autos-electricos-e-hibridos-en-chile/G7CHV2T2SZFEFHG6ZATCYOU55I/>
- Murias, D. (22 de October de 2021). *¡De récord! Tesla logra el mejor trimestre de su historia con 2.000 millones de dólares de beneficio*. Recuperado el 4 de January de 2022, de Motorpasión: <https://www.motorpasion.com/tesla/record-tesla-logra-mejor-trimestre-su-historia-2-000-millones-dolares-beneficio>
- PPUlegal. (22 de December de 2020). *Desafíos regulatorios asociados a la implementación de las redes 5g / Insights*. Recuperado el 23 de November de 2021, de Philippi Prietocarrizosa Ferrero DU & Uría: <https://www.ppulegal.com/insights/prensa/desafios-regulatorios-implementacion-redes-5g/>
- Redroban, S., & Cifuentes, A. (06 de 2021). *Sandboxes regulatorias: oportunidades y desafíos para Chile*. Recuperado el 8 de January de 2022, de Amazon S3: https://s3.us-east-2.amazonaws.com/assets.clapesuc.cl/Regulatory_Sandboxes_Junio_2021_b5b6b69373.pdf
- Sampieri, R. H. (2014). *Metodología de la investigación*. Colonia Desarrollo Santa Fe: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. Obtenido de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

Suárez, Y. C. (2010). Sector automotriz: reestructuración tecnológica y reconfiguración del mercado mundial. *Paradigma económico*, 52.

Subsecretaría de Telecomunicaciones. (30 de September de 2021). *Chilenos se inclinan por redes de alta velocidad: conexiones 4G se acercan a los 20 millones de usuarios a junio de 2021* | Subsecretaría de Telecomunicaciones de Chile. Recuperado el 23 de November de 2021, de Subtel: <https://www.subtel.gob.cl/chilenos-se-inclinan-por-redes-de-alta-velocidad-conexiones-4g-se-acercan-a-los-20-millones-de-usuarios-a-junio-de-2021/>

Subsecretaría de Telecomunicaciones. (10 de September de 2021). *SUBTEL presenta plataforma con información georreferenciada sobre cobertura de telecomunicaciones en el país* | Subsecretaría de Telecomunicaciones de Chile. Recuperado el 23 de November de 2021, de Subtel: <https://www.subtel.gob.cl/subtel-presenta-plataforma-con-informacion-georreferenciada-sobre-cobertura-de-telecomunicaciones-en-el-pais/>

Survey Monkey. (s.f.). *Calculadora del tamaño de muestra*. Recuperado el 23 de December de 2021, de SurveyMonkey: <https://es.surveymonkey.com/mp/sample-size-calculator/>

THALES. (20 de junio de 2021). *THALES*. Obtenido de <https://www.thalesgroup.com/en/markets/digital-identity-and-security/iot/industries/automotive/use-cases/v2x>

Toquica, H. (2020). *Humanities Commons*. Obtenido de <https://hcommons.org/deposits/objects/hc:32398/datastreams/CONTENT/content>

Toro, J. (17 de May de 2021). *Brasil, Argentina y Chile, los países más innovadores de la región según Bloomberg*. Recuperado el 22 de November de 2021, de LaRepublica.co: <https://www.larepublica.co/globoeconomia/brasil-argentina-y-chile-son-los-paises-mas-innovadores-de-la-region-segun-bloomberg-3170911>

Universidad de Toronto. (s.f.). *Programa especializado: Automóviles de auto conducción*. Recuperado el 12 de January de 2022, de Coursera: <https://es.coursera.org/specializations/self-driving-cars#courses>

Webfleet Solutions. (21 de 06 de 2018). *Cómo influirá el seguimiento GPS en los coches autónomos*. Obtenido de Webfleet Solutions: https://www.webfleet.com/es_es/webfleet/blog/como-influira-el-seguimiento-gps-en-los-coches-autonomos/