

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
Centro de Estudios y Asistencia Legislativa

**Los Desafíos de la Robótica en Chile:
El caso de la movilidad urbana**

Por

Carolina Lagos Campos

Trabajo Final de Graduación para optar al grado de
Magíster en Dirección Pública

Prof. Guía: Germán Correa Díaz.

Enero, 2019

Índice

Índice.....	i
Índice de Tablas	iii
Índice de Figuras.....	iv
Lista de Abreviaturas	v
1. PLANTEAMIENTO Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO.....	1
1.1. Antecedentes generales	1
1.2. La relevancia del tema.....	2
1.3. Justificación del estudio	4
1.4. Objetivo del estudio.....	5
1.4.1. Objetivo general	5
1.4.2. Objetivos específicos.....	5
1.5. Metodología de estudio	6
1.6. Fuentes de datos	6
2. ESTADO DEL ARTE DE LA ROBOTIZACIÓN Y PRINCIPALES IMPACTOS	7
2.1. Nociones generales de los robots	8
2.2. Robots inteligentes autónomos.....	8
2.3. Potenciales áreas impactadas por el ingreso de la robotización.....	9
2.4. Consideraciones para la implementación de una reforma regulatoria de robots	11
3. VEHÍCULOS AUTÓNOMOS	14
3.1. Introducción a los vehículos autónomos	14
3.2. Niveles de automatización en la conducción	17
3.3. Beneficios de los vehículos autónomos.....	18
3.4. Efectos de los vehículos autónomos.....	21
3.5. Impactos negativos posibles de los vehículos autónomos.....	23
3.6. Desafíos que deben superar los vehículos autónomos	25
4. SITUACIÓN CHILENA ACTUAL EN TEMAS RELACIONADOS CON VEHICULOS AUTÓNOMOS	26
4.1. Análisis de brechas.....	26

4.2. Análisis de resultados.....	34
4.3. Principales consideraciones que derivan del análisis precedente.....	38
5. CONSIDERACIONES SOBRE REGULACIÓN DE VEHÍCULOS AUTÓNOMOS	39
5.1. Preguntas que plantea la introducción de los VA.....	39
5.1.1.Actualización sistémica de las políticas públicas de movilidad y transporte, energía, medio ambiente y educación	40
5.1.2.Homologación y certificación de los VA.....	40
5.1.3.Responsabilidad y seguro.....	41
5.1.4.Compatibilización de leyes	42
5.1.5.Ciber-Seguridad y propiedad de los datos.....	42
5.1.6.Infraestructura y financiamiento	44
5.1.7.Conectividad del vehículo.....	45
5.1.8.Inversión en investigación.....	45
5.1.9.Desarrollo de la fuerza de trabajo o formación de capital humano.....	45
5.1.10.Desarrollar información para el mercado nacional	46
5.1.11.Informar a la población y formar a las nuevas generaciones en una nueva cultura de movilidad	46
5.1.12.Implementar incentivos para comenzar con la adopción de VA en Chile	47
5.1.13.Re-estudio de fuentes de ingresos municipales.....	47
5.1.14.Comenzar con pilotos de prueba	47
6. CONSIDERACIONES ÉTICAS RELACIONADAS A LOS VEHÍCULOS AUTÓNOMOS	48
7. CONCLUSIONES	53
8. BIBLIOGRAFÍA	55
ANEXOS	60
Anexo 1 - Marco referencial	60
Anexo 2 - Metodología de análisis	64

Índice de Tablas

Tabla N° 3.1: Niveles de automatización en la conducción según Society of Automotive Engineering.....	16
Tabla N° 3.2 Estimación de los beneficios económicos anuales para VA en Estados Unidos.....	19
Tabla N° 3.3 : Desafíos que deben superar los Vehículos Autónomos	25
Tabla N° 4.1: Autonomous Vehicles Readiness Index (AVRI)	28
Tabla N° 4.2 - Pilar 1: Política y Legislación	30
Tabla N° 4.3 - Pilar 2: Tecnología e Innovación	31
Tabla N° 4.4 - Pilar 3: Infraestructura.....	32
Tabla N° 4.5 - Pilar 4: Aceptación Social	33
Tabla N° 4.6: Resultados Finales	35
Tabla N° 4.7: Situación detallada Chile 2017 - 2018.....	37
Tabla N° 4.8: Resumen situación Chile 2017 - 2018.....	37
Tabla N° 5.1: Niveles de certificación para sistemas de manejo automatizado.....	41
Anexo 2 - Tabla N° 1: Presencia de Uber en territorio Chileno año 2017.....	66

Índice de Figuras

Figura N° 3.1 Tecnologías que permiten a los vehículos detectar, planificar y actuar en respuesta al entorno de conducción.	15
Figura N° 3.2: Costos producidos por accidentes de tránsito.	18
Figura N° 3.3: Números de hospitales que se pueden construir con el 2 % del PIB del año 2016.	19
Figura N° 6.1: Dilema del carro.....	48

Lista de Abreviaturas

ACC: Adaptive Cruise Control

ADS: Automated Driver System

CPT: Centro de Política de Transporte

DSRC: Dedicated Short Range Communications

FCC: Federal Communications Commission

FHWA: Federal Highway Administration.

GEI: Gases Efecto Invernadero.

IIHS: Insurance Institute for Highway Safety

ITF: International Transport Forum

OMS: Organización Mundial de la Salud

SAE: Society of Automotive Engineers

SCA: Sistema de Conducción Automática

VA: Vehículo Autónomo

VC: Vehículo Conectado

1. PLANTEAMIENTO Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO

1.1. Antecedentes generales

A fines del siglo XVIII, se produjo la Primera Revolución Industrial, que fue la suma de varios desarrollos tecnológicos en ingeniería mecánica, química, metalurgia y otras disciplinas. Con la revolución industrial, el hombre logró superar sus limitaciones relacionadas con la fuerza y logró manejar a voluntad la energía útil. Este hecho histórico, puede ser conocido como la primera vez que el progreso humano fue impulsado principalmente por la innovación tecnológica (Brynjolfsson and McAfee, 2014).

En la actualidad se está viviendo la Cuarta Revolución Industrial, donde la Tecnología, la Digitalización, la Robótica, la Inteligencia Artificial, el Big Data, el Internet de las Cosas y la Computación son los nuevos protagonistas de la economía y de la vida en general. En este histórico momento, conocido también como Revolución 4.0, se están viviendo una serie de profundas transformaciones. Éstas pueden traer muchos avances y beneficios, pero también muchos desafíos y, posiblemente, consecuencias indeseadas y a veces hasta negativas. Así como la primera revolución industrial trajo contaminación y explotación del trabajo manual e infantil en particular, es probable que la era de la digitalización o cuarta revolución industrial genere desequilibrios diversos y no sólo en lo económico, debido al reemplazo de algunos trabajos por máquinas, sino en la forma como las personas se relacionan entre ellos, con las cosas y en los estilos de vida que hasta ahora las caracterizan.

Por ello, así como en la primera revolución industrial, los gobiernos tuvieron que tomar medidas para controlar y terminar con los efectos indeseados, es sumamente importante que los actuales gobernantes conozcan y se encuentren preparados para afrontar esta serie de cambios que se acercan de forma muy vertiginosa y que afectarán a todas las economías, industrias, sectores y países del mundo.

Debido a esto, las principales economías del mundo se encuentran ya trabajando para reglamentar esta nueva realidad. Los miembros del parlamento Europeo (MEP) por ejemplo, están de acuerdo que son necesarias reglas para explotar completamente el potencial que los robots y la inteligencia artificial poseen. Por ello, están trabajando en la creación de una Agencia Europea que esté compuesta por autoridades expertas en el área de la Robotización e Inteligencia Artificial a fin de implementar reglas sobre seguridad, responsabilidad, impacto social, entre otras.

Adicionalmente, los miembros del parlamento Europeo, junto con otras naciones que son también referentes en materias de Robotización, reconocen los efectos beneficiosos que se pueden obtener en eficiencia y sustentabilidad de muchas áreas, tales como: Transporte, Salud, Seguridad, Economía.

Sin embargo, estas naciones también han considerado efectos negativos de la robotización extendida, esto debido no sólo a fallos y al uso y mal uso de la tecnología, sino también, al impacto social producto de la Robotización.

Países con mayor nivel de desarrollo han estado trabajando, primero en incentivar el desarrollo y uso de estas nuevas tecnologías, segundo, en definir aquellas áreas que se verán directamente impactadas por el ingreso de la robotización; y tercero, en implementar un marco legal regulatorio que aborde y controle estas temáticas (EUROPARL., 2018; Petit, 2017).

1.2. La relevancia del tema

Considerando la historia de la humanidad, la conducción autónoma es la innovación en movilidad que más ha revolucionado a la Humanidad, abriendo un amplio abanico de oportunidades. Hoy la robotización viene a cambiar profundamente la forma en que las personas han vivido hasta ahora y, en su desarrollo respecto a la movilidad, cambiará no sólo la forma como las personas y las cosas se trasladarán en el futuro sino también su forma de vida misma.

Sin embargo, la robotización trae consigo una serie de preguntas que aún no tienen una respuesta clara, en torno a una amplia gama de materias, que van desde asuntos prácticos hasta cuestiones éticas, pasando por cambios conceptuales y legales significativos. Como por ejemplo, en el caso de la tecnología de los vehículos autónomos, que es el centro de este estudio, ¿los vehículos autónomos van a reemplazar por completo al conductor?, ¿qué cambios socio-económicos podrían causar?, ¿cómo podría esta tecnología afectar en términos de seguridad y privacidad? ¿quiénes asumirán responsabilidades ante fallos o colisiones?, programadores, ¿proveedores, los dueños de los vehículos o quién lo maneja?.

Estas son algunas de las preguntas que países con mayor nivel de desarrollo y organizaciones internacionales han estado discutiendo e intentando resolver y han llegado a algunas consideraciones que se deben evaluar.

Una de las tecnologías que resulta ser la más atractiva e interesante de analizar desde la perspectiva de las diferentes problemáticas que plantea la robotización es la de los vehículos autónomos. Esto fue comprobado a través de la encuesta realizada en el marco del proyecto “RoboLaw” (Robolaw, 2014), donde una de las tecnologías que obtuvo uno de los mejores puntajes es la de los vehículos autónomos

Esto puede ser explicado, primero, teniendo en cuenta el hecho de que los automóviles ya son una de las aplicaciones tecnológicas más extendidas en el mundo y que las capacidades de conducción automática podrían aumentar aún más el uso del automóvil, facilitando la conducción y otorgando potencialmente movilidad autónoma y accesibilidad a categorías de usuarios actualmente excluidas (por ejemplo, personas ciegas o afectadas por tetraplejia).

En segundo lugar, el resultado puede explicarse también teniendo en cuenta la popularidad de los automóviles sin conductor entre la opinión pública, debido a la amplia cobertura recibida por los medios (Google Car) y por la difusión de funcionalidades de automatización ya existentes en muchos automóviles. (ej. ABS, sistema de estacionamiento autónomo, control de velocidad) (Robolaw, 2014).

Dado el antecedente histórico de la revolución producida en la vida de la sociedad moderna, con la introducción del automóvil a fines del siglo XIX, que dotó de una inmensa autonomía a los individuos y puso a su alcance territorios, bienes, servicios y relaciones humanas que antes eran muy difíciles de lograr o alcanzar, es de esperar que la robotización del automóvil que está hoy en marcha, produzca también una segunda revolución, no sólo en la forma en que se transporten bienes y personas, sino también, en la forma en que funciona la sociedad en múltiples esferas.

Por todo esto, es que se realizó un estudio profundo sobre la tecnología de los vehículos autónomos y los impactos esperados en diferentes áreas, incluyendo el área normativa y de regulaciones nuevas que habrá que desarrollar.

La relevancia del tratamiento de este tema parece evidente. Por un lado, se debe considerar la inmensa cantidad de personas que no perderán su vida producto de accidentes de tránsito, además de aquellas que lograrán una independencia debido a las posibilidades infinitas que esta tecnología les ofrece, y no se puede dejar de mencionar los beneficios directos al medio ambiente producto de la disminución de la contaminación de gases y otros derivados del petróleo. Pero para que estos beneficios sean una realidad, países y organismos internacionales deben comenzar a trabajar para lograr establecer medidas orientadas a regular y normar estas tecnologías.

El estudio se inició con una revisión general del estado del arte de la robotización en general, indicando algunas de las consecuencias que ella ha venido produciendo en los países más avanzados en esta materia. En el capítulo 2, se desarrolló una introducción a los vehículos autónomos considerando las diferentes terminologías que se pueden presentar durante el desarrollo de este trabajo. En el capítulo 3 se revisó el estado del arte en Chile con respecto a automóviles sin conductor y se realizó un análisis de brechas, que entrega una idea de cómo se encuentra Chile en temas relacionados a la movilidad autónoma, revisando además las principales consideraciones y desafíos que presenta Chile en esta área. En el capítulo 4 se abordaron los principales tópicos que se deben normar para lograr una vida armónica entre esta tecnología y las sociedades. En el capítulo 5 se evaluaron las principales consideraciones éticas relacionadas a esta tecnología. Finalmente, se desarrollaron las principales conclusiones obtenidas con el estudio realizado.

1.3. Justificación del estudio

Esta investigación propone identificar y analizar una de las tecnologías que no sólo tiene el potencial de cambiar completamente la forma como las personas se están trasladando de un lugar a otro, en especial en las ciudades, sino además la forma de vida urbana misma, entre otros aspectos.

Los vehículos autónomos (VA) prometen beneficios en seguridad, congestión, contaminación, calidad de vida de los ocupantes del automóvil reduciendo sus niveles de stress y otorgando mayor tiempo de esparcimiento.

Por los múltiples beneficios que presentan para la humanidad, es que organizaciones internacionales como el Foro Internacional de Transporte (FIT) perteneciente a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), y el Technical Standards Development Program (SAE) y la National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) de USA, han estado trabajando en establecer nuevas regulaciones en transporte para mejorar la vida de las personas. EL FIT por su parte ha desarrollado una serie de documentos relacionados con las implicancias que los vehículos autónomos (VA) van a provocar, y sugiere recomendaciones fundamentales a considerar para implementar esta tecnología, con el fin de apoyar a la clase política en la implementación de nuevas políticas públicas destinadas a regular esta tecnología.

Chile, como miembro de la OCDE, debe comenzar lo antes posible a invertir en investigación, en capacitaciones orientadas a regular el desarrollo y uso de esta tecnología como también de otras áreas que se verán afectadas por la masificación del uso de la misma. Ello adquiere mayor relevancia si se considera que una de las principales empresas de Chile, como es CODELCO, ya tiene entre su flota un conjunto de vehículos autónomos.

Los beneficios relacionados a esta tecnología son enormes. Pero para que esto sea realidad es necesario que desde ya las autoridades comiencen a planificar y a estudiar las implicancias de esta tecnología y conocer los asuntos estratégicos que deben ser considerados. De esta forma se podrá aprender del trabajo y de las experiencias que otros países referentes han estado realizando para poder adaptarlas y aplicarlas a la realidad nacional.

1.4. Objetivo del estudio

1.4.1. Objetivo general

Conocer la situación actual de la movilidad urbana autónoma en Chile y realizar un análisis comparativo con el estado del arte de la robotización a nivel internacional, en particular aquella referida a la movilidad urbana, que permita identificar los principales desafíos que se le plantean al país en torno a diferentes áreas y temas ante la inminente introducción de la tecnología de los vehículos autónomos, contribuyendo de este modo a iluminar las regulaciones y políticas públicas correspondientes que se requerirán para enfrentarlos adecuadamente.

1.4.2. Objetivos específicos

- Conocer el estado del arte de las principales áreas que se han visto afectadas por la robotización en diferentes partes del mundo.
- Estudiar y evaluar la situación actual Chilena en temas relacionados con la incorporación de vehículos autónomos.
- Realizar un diagnóstico de brechas para determinar la situación actual de Chile en transporte autónomo.
- Profundizar en los principales beneficios y desafíos diversos que involucra el uso de vehículos autónomos, en particular en las ciudades.
- Identificar las temáticas estratégicas que deberán ser reguladas y legisladas en transporte con respecto al uso de vehículos autónomos.
- Analizar los asuntos éticos relacionados con el desarrollo y uso de los vehículos autónomos.

1.5. Metodología de estudio

La metodología de estudio que guió la presente investigación posee un enfoque mixto, de esta forma se complementaron e integraron la información que se obtuvo a través de la metodología cualitativa y cuantitativa. A través de la metodología cuantitativa se evaluaron extensamente los desafíos que presenta Chile en materias relacionadas a VA, de esta forma se pudo entregar resultados concretos sobre cuáles son las áreas más débiles que Chile presenta y que debe trabajar y potenciar. (Carvahlo, 1997, 26)

Se dió inicio al estudio con una investigación de tipo documental y descriptiva para lograr proporcionar una descripción organizada y lo más completa posible sobre el desarrollo de la robótica, específicamente, se investigaron los desafíos que presenta la tecnología de los vehículos autónomos. A continuación, le siguió una fase de estudio exploratorio, dado que hasta la fecha en Chile la regulación de esta tecnología se presenta como un campo de estudio poco investigado. Esta fase se complementó con una investigación de tipo cuantitativa con lo cual se pudo confirmar y validar la investigación realizada, a través de un análisis de brechas que permitió establecer cuantitativamente la situación de Chile a nivel internacional. De esta forma se pudo detectar cuales son los principales desafíos y consideraciones que Chile debe enfrentar para lograr la adopción exitosa de esta tecnología.

1.6. Fuentes de datos

a) Fuentes primarias

Con la investigación desarrollada, se generaron un conjunto de datos e indicadores los cuales permitieron posicionar internacionalmente a Chile en materias relacionadas a vehículos autónomos. De esta forma se logró obtener una visión más clara y concreta de la situación actual que presenta este país.

b) Fuentes secundarias

Se realizó una búsqueda de información secundaria durante los meses de Marzo a Diciembre del 2018 en las siguientes fuentes: a) paginas web oficiales de diferentes naciones y/o organizaciones públicas y privadas; b) prensa digital escrita, donde se obtuvieron los primeros acercamientos sobre el objeto de estudio. Se puede mencionar también que por medio de la televisión principalmente canales noticiosos nacionales e internacionales se obtuvieron variadas ideas que dieron soporte a lo que se desarrolló durante la investigación. (Véase Anexo 1).

2. ESTADO DEL ARTE DE LA ROBOTIZACIÓN Y PRINCIPALES IMPACTOS

En la actualidad los avances tecnológicos han permitido automatizar un gran número de tareas que en los tiempos pasados solo podían ser realizadas por personas. El desarrollo de la Inteligencia artificial, Bigdata e Internet de las cosas entre otros, han abierto un campo de aplicación de estas tecnologías en múltiples áreas de la vida, las cuales necesitan ser prontamente regularizarlas. Por ello desde hace algún tiempo, países y organizaciones de diferentes partes del mundo se encuentran trabajando para regularizar los asuntos legales y éticos relacionados a esta nueva tecnología.

Muchos son los estudios que revelan la importancia de legislar e implantar un marco regulatorio que controle el desarrollo de esta tecnología, ya desde el año 2006, la European Robotics Research Network (EURON), presentó EURON ROBOETHICS ROADMAP, donde se abordan las principales temáticas éticas y legales relacionadas a la robotización. El año 2014, a través de un proyecto cofinanciado por la Comisión Europea dentro del Séptimo Programa Marco (2007-2013) se presentó el resultado del proyecto llamado RoboLaw, en el cual se introducen las directrices sobre la regulación de la robótica.

Del mismo modo, en el año 2005 el comité en asuntos legales del Parlamento Europeo conformó un grupo de trabajo el cual tuvo como objetivo principal crear los primeros lineamientos sobre una ley civil europea en esta área, la cual tituló “European Civil Law Rules in Robotics” (Nevejans, 2016). Como resultado de este trabajo, en Enero del año 2017 el Comité de asuntos legales solicitó definir el campo de la robótica de rápida evolución y pidió con urgencia regularizar cuestiones como el cumplimiento de normas éticas y de responsabilidad por accidentes que involucren automóviles sin conductor. Se indicó que la norma se hace extremadamente importante para explotar plenamente el potencial económico de la robótica y la inteligencia artificial y de esta forma se podrá garantizar un nivel estándar de protección y seguridad.

En este contexto, Mady Marion Delvaux-Stehres, quien fuera Ministra de Educación, de seguridad social y de transporte y comunicaciones de Luxemburgo y que hoy es miembro del Parlamento Europeo comentó.

"Un número creciente de áreas de nuestra vida diaria se ven cada vez más afectadas por la robótica. Para abordar esta realidad y garantizar que los robots estén y sigan estando al servicio de los seres humanos, necesitamos crear urgentemente un marco jurídico europeo sólido “¹ (EUROPAL, 2017) (Traducción, elaboración propia).

Por otra parte, Japón, es otro país que reconoce las potencialidades que esta tecnología ofrece para el desarrollo de los países, por ello el año 2015 presentó un estudio llamado New

¹ Mady Marion Delvaux-Stehres. Intervención en el comité de la Unión Europea. <http://www.europarl.europa.eu/news/en/press-room/20170110IPR57613/robots-legal-affairs-committee-calls-for-eu-wide-rules>.

Robot Strategy en el cual se presenta la visión, la estrategia y el principal plan de acción que se va a implementar durante el periodo 2015-2020 para potenciar el desarrollo y uso de esta tecnología. En el texto, se destaca la drástica transformación que han sufrido los robots debido a la innovación tecnológica lo que ha provocado un cambio en los modelos de negocios existentes, por ello, para maximizar los beneficios que esta transformación está provocando es que se establecieron objetivos estratégicos a alcanzar y las medidas que se deben realizar para iniciar una revolución robótica. Adicionalmente, en este estudio también se consideran los aspectos legales y los principales sectores productivos que se verán impactados con el ingreso de robots a su fuerza laboral.

Este capítulo tiene la finalidad de presentar un resumen de las principales áreas que deberán ser estudiadas con mayor atención debido al impacto que podrían sufrir en su modelo de empleo y negocios. Como también aquellos tópicos que los estudios antes mencionados revelaron como primordiales a considerar para dar inicio al proceso de regularización de la robotización. Se comenzó con algunas definiciones básicas necesarias para entender y comprender el alcance entre la definición de un concepto y otro, se continuó con una descripción de las principales áreas que se verán impactadas por el ingreso de la robotización a su fuerza laboral, considerando sus principales ventajas y desventajas y finalmente se describieron las principales consideraciones que se deben evaluar y normar para concebir una vida armónica entre humanos y robots.

2.1. Nociones generales de los robots

Durante las últimas décadas los robots han sufrido una serie de transformaciones donde pasaron de ser una máquina que realizaba simples y rutinarias tareas a convertirse en tecnología autónoma, equipada con habilidades de auto-aprendizaje e iniciativas en sus acciones. Tecnología como sensores, software de alto rendimiento, capacidad de procesamiento junto con la capacidad de recibir, proporcionar y trabajar con una gran cantidad de datos, han dotado al robot de cualidades y capacidades que han aumentado el potencial de utilización en diversos campos de la vida humana.

2.2. Robots inteligentes autónomos

Debido a las múltiples definiciones encontradas en la literatura, en lo que respecta a este trabajo, cuando se refiera a un robot autónomo inteligente será aquel que cumpla las siguientes características.

Adquiere autonomía a través de sensores y/o intercambiando datos con su entorno (interconectividad) y comercia y analiza datos;

- Posee auto-aprendizaje (criterio opcional);
- Tiene un soporte físico;
- Adapta sus comportamientos y acciones a su entorno.

Los robots autónomos se pueden definir “como tecnología con la capacidad de tomar decisiones y ponerlas en práctica en el mundo exterior, independientemente del control o la influencia externos” (Nevejans, 2016).

El adjetivo inteligente por su parte, aplica a una generación de robots que pueden funcionar en entornos y situaciones dinámicas e impredecibles, adaptando sus comportamientos para entregar una solución a la solicitud recibida. Por ello, al ser prácticamente imposible programar los robots para todo tipo de situaciones, la idea fue desarrollar máquinas que fueran capaces de anticiparse a situaciones imprevistas y adaptarse a ellas, utilizando para ello un amplia gama de sensores (Nevejans, 2016).

Debido a esta capacidad de adaptarse y tomar decisiones que se dotó a los robots es que hoy día, muchos trabajos en diversas áreas de la economía pueden ser realizados por robots, sin embargo, esta capacidad de tomar decisiones tiene responsabilidades relacionadas, por ello es que se hace necesario considerar las implicancias legales y éticas relacionadas a estos nuevos robots autónomos e inteligentes.

2.3. Potenciales áreas impactadas por el ingreso de la robotización

La Unión Europea junto con otras naciones referentes en materias de robotización reconocen los efectos beneficiosos que se pueden obtener en eficiencia y sustentabilidad en muchas áreas a través del uso de robots autónomos inteligentes, las principales áreas y sus efectos son:

- *Nuevos mercados y modelos de negocios:* Con la aparición de los vehículos autónomos, por ejemplo, se espera que aparezcan nuevos modelos de negocios, como el de taxis compartidos los cuales podrían mejorar y reducir la circulación. Adicionalmente, el área del software y hardware, va representar un mercado interesante, debido a la necesidad de mantención y producción de robots.
- *Transporte:* El transporte autónomo será una de las tecnologías que cambiará el estilo de vida de las personas, los vehículos se volverán mejores conductores que los humanos lo que significará menos tiempo conduciendo y más para placer, lo que conllevará a una mejor calidad de vida para las sociedades y un cambio radical en la movilidad urbana. El transporte autónomo puede derivar a modelos de movilidad compartida, con esto la necesidad de tener un vehículo propio puede desaparecer, aun es muy pronto para predecir que es lo que pudiera pasar, pero los hacedores de políticas deben planificar, crear o adaptar las leyes para potenciar y obtener los mejores beneficios que esta tecnología ofrece.

- *Producción:* esta área se verá favorablemente impactada, debido a que se podrán crear productos con mayor eficiencia y especialización, lo cual reducirá la contaminación por desperdicios.
- *Servicios:* cuidado de personas, enfermos, tercera edad, personas con capacidades diferentes podrían contar con sistemas de tele-asistencia en oficinas, hogares, espacios públicos y similares lo que les permitirá vivir con mayor independencia. Robots que puedan ayudar con la limpieza de la casa ya son una realidad en el comercio, por ejemplo, las aspiradoras robots están ganando aceptación en el mercado nacional hace ya algunos años.
- *Agricultura, silvicultura, pesca e industria alimentaria:* se espera la reducción del consumo de agua y energía, a través de la implementación de mejoras en el uso de pulgicidas evitando el desperdicio de alimentos y optimizando su producción.
- *Seguridad:* se espera que los encargados de defender a las sociedades sean robots y drones militares, los cuales podrán reemplazar a las personas humanas en situaciones de desastres.
- *Educación:* Los últimos 15 años han habido grandes avances en tecnología que apoya al proceso educativo de los estudiantes, sin embargo, aún es necesario contar con un tutor humano que supervise y ayude al estudiante cuando sea requerido. En la actualidad las instituciones educativas están lentamente comenzando a incluir la tecnología en sus procesos educativos, esto por falta de financiamiento y evidencia científica que valide el proceso de aprendizaje. Se espera que en los próximos 15 años, el uso de tecnología inteligente pueda ser utilizada como tutores que apoyen al profesor en la sala o aplicaciones basadas en realidad virtual sean un método de enseñanza más para los estudiantes. En la actualidad, se encuentra a Ozobot, el cual es un robot que enseña a los niños a codificar y razonar deductivamente mientras se configura para bailar o jugar basado en patrones codificados por colores. PLEO es una mascota robot que ayuda a los niños a aprender biología mediante la enseñanza. Sin embargo, aunque es divertido y atractivo para algunos, para que estos kits se generalicen, será necesario demostrar de forma convincente que mejoran el rendimiento académico de los alumnos.
- *Salud:* utilizar robots durante las cirugías va producir mejores resultados, debido a la precisión que proporciona el robot, además de una reducción en el tiempo de la misma. Los avances que se alcancen en prótesis van ir en directo beneficio en la calidad de vida de las personas que presenten alguna discapacidad. La confianza de los pacientes, y de las personas relacionadas al área de la salud son claves para obtener buenos resultados, compartir los datos de los pacientes para realizar diagnósticos y recetar tratamientos más acertados son oportunidades que esta tecnología podría proveer. Pero antes, se deben sortear los asuntos legales relacionados a la seguridad y privacidad de la información del paciente.

Sin embargo, esta tecnología también tiene efectos negativos e implicaciones políticas, esto debido a fallos, uso y mal uso de la tecnología y principalmente por el impacto social producto de la pérdida de trabajos que la robotización podría causar. A continuación algunos ejemplos.

- Uso desmedido de impresora de tipo 3D por parte de los usuarios, lo cual podría provocar cambios en los hábitos del consumidor, lo podría producir un aumento en la basura generada.
- En términos de empleo se espera que la robotización ejerza un profundo impacto, aunque por ahora es difícil predecir qué tan profundo será este impacto o si será positivo o negativo; sin embargo, los cambios ya producidos por la tecnología de hoy proporcionan una idea de cómo la robotización podría afectar la demanda de la fuerza laboral futura. Se espera que haya un cambio en la demanda de habilidades requeridas en los trabajadores. En la actualidad la tecnología ha afectado al trabajador promedio más que aquellos con mayores habilidades o más capacitados. Sin embargo, los robots inteligentes prometen realizar tareas que podrían afectar incluso a ese segmento de trabajadores, los cuales históricamente nunca habían estado en peligro. Por ello, los gobiernos deben apoyar e incentivar nuevos modelos de negocios donde la clave sea la innovación, para mejorar los mercados existentes o para abrir nuevos mercados generadores de empleo. En esta línea se pueden mencionar como ejemplos Netflix, AIRBnB, Taskrabbit, (Stanford University, 2017).

2.4. Consideraciones para la implementación de una reforma regulatoria de robots

Cuando se introducen robots a las sociedades, es necesario planificar la forma como se normará su participación. Por ello se debe evaluar la creación de nuevas normativas o bien adaptar el marco regulatorio existente.

Por ejemplo, para la utilización de robots se debe considerar el establecimiento de normas relativas a la asignación de frecuencias o potencias máximas permitidas. En el caso de la Ley de Tránsito chilena se debe considerar la clasificación legal que se le asignará a los vehículos equipados con funciones robóticas, además, de muchas otras leyes y regulaciones relacionadas con la protección del consumidor. Adicionalmente, se debe considerar promover una armonía internacional en cuanto a estándares de desarrollo y seguridad hacia las personas.

A continuación se presenta un compilado con las principales medidas que deben ser consideradas por la clase política de los países que deseen regularizar la introducción de robots a sus sociedades.

1. Establecer un nuevo sistema de utilización de ondas de radio exclusivo para la comunicación de robots.

2. Establecer una ley que garantice la calidad, la eficiencia y la seguridad de todos los productos relacionados con la industria farmacéutica, tales como; dispositivos médicos, productos de terapia regenerativa y celular, productos de terapia genética y cosmética. Por ejemplo, se deben considerar asuntos relacionados al tiempo y procedimientos requeridos para la aprobación/certificación de dispositivos médicos.
3. Crear una le Ley de tráfico rodado menor y crear o adaptar la ley de vehículos de transporte por carretera. Por ejemplo; Los dispositivos personales de movilidad asistencial que sean eléctricos, se clasificaran como vehículos de motor o ciclomotores según el desplazamiento total o la potencia nominal, y no pueden utilizarse en vías públicas a menos que se cumplan en principio los estándares de seguridad.
4. Leyes y regulaciones relacionadas con los robots de tipo aerotransportado deshabitados (Ley de Aviación y similares). Establecer normas concretas sobre robots aéreos no habitados (ejemplo Drones).
5. Considerar leyes y regulaciones relacionadas con el mantenimiento y la reparación de infraestructura pública.
6. Establecer un marco legal de protección al consumidor. Destinado a proteger al consumidor en el uso de nuevos robots domésticos autónomos o controlados remotamente. Se deben legislar situaciones, imprevistos o accidentes donde un robot este involucrado. Definir responsabilidades ante un fallo. En el campo de la medicina por ejemplo. Si un error ocurre ¿Quién será el responsable?. ¿El médico, el enfermero, el desarrollador, o el productor?. O en el hogar, ¿Qué norma tecnológica debería usarse para los dispositivos tratados como electrodomésticos?.
7. Establecer el rango de responsabilidades de fabricantes.
8. Considerar derechos de propiedad intelectual (tanto como para el robot como para las obras creadas por éste).
9. Privacidad y protección de datos. Si se analiza que todas estas tecnologías se encuentran conectadas en red y se relacionan e interactúan unas con otras. Es altamente peligroso que toda esta información sea hackeada y utilizada con fines inapropiados, por ello, preservar la intimidad y datos personales debe ser un objetivo primordial a la hora de regular estas tecnologías, para evitar el mal uso y aprovechamiento de estos datos. Todas ellas son situaciones que necesariamente necesitan contar con un marco legislativo que las regule.
10. Capacidad para realizar transacciones legales, por ejemplo, ¿los agentes inteligentes podrán celebrar contratos?.

11. Finalmente, considerar una regulación para las relaciones sociales entre humanos y robots. Situaciones como prótesis biónicas o inteligentes que puedan dotar a las personas de capacidades superiores a las humanas o relaciones sentimentales entre robots y personas son materias a considerar en la normativa.

3. VEHÍCULOS AUTÓNOMOS

3.1. Introducción a los vehículos autónomos

El principal beneficio esperado con la inserción de vehículos autónomos a las sociedades, es reducir los accidentes automovilísticos causados por error humano, tales como, conducción a exceso de velocidad, distracción, fatiga o consumo de alcohol. Las muertes relacionadas a accidentes de tránsito son una de las principales preocupaciones de los gobernantes de todos los países del mundo, los costos económicos y sociales relacionados pueden ascender a grandes sumas de dinero. Por ello, el interés por implementar esta tecnología se ha incrementado durante los últimos años.

Otra de las razones importantes para priorizar el desarrollo de esta tecnología es la asistencia que podrían brindar a personas con problemas de movilidad. Como ejemplo, se puede mencionar la solución proporcionada por el robot de un solo pasajero ROPIT (sistema de transporte inteligente personal robótico) de Japón (Poulteny, 2013).

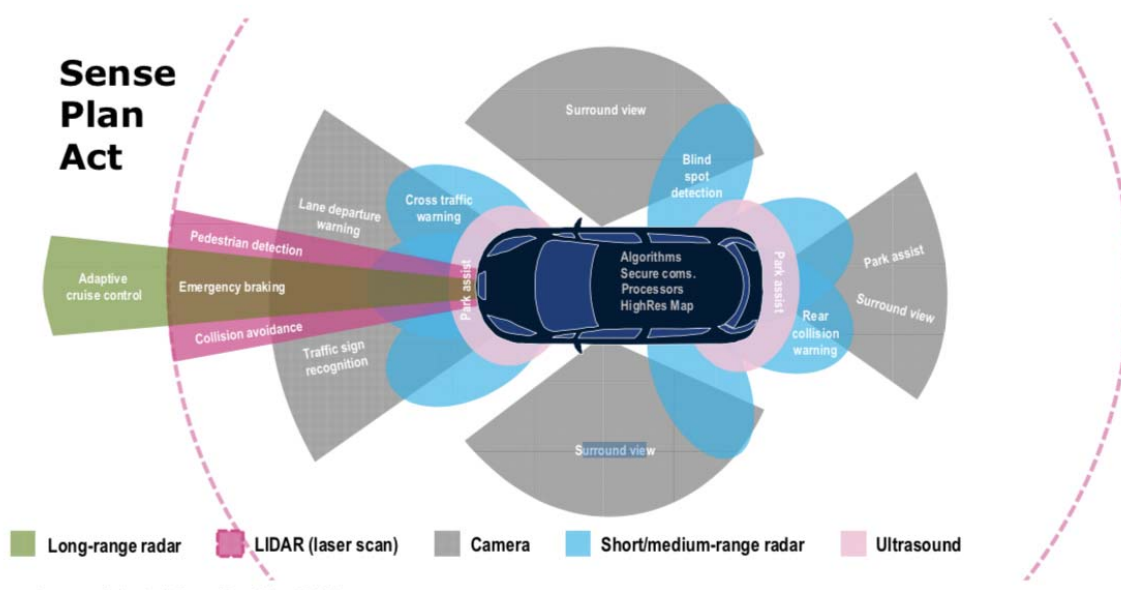
Hoy, algunas de las empresas que se encuentran implementando programas pilotos son: Volkswagen Group America, Mercedes Benz, Google, Delphi Automotive, Tesla Motors, Bosch, Nissan, BMW, Honda, Ford, Kia, todas ellas se encuentran desarrollando y probando tecnología más avanzada con prototipos de vehículos altamente automatizados cuyas capacidades evolucionan rápidamente debido al continuo avance en tecnologías como, procesamiento con sensores, algoritmos adaptativos, mapas de alta definición, comunicación entre vehículos e infraestructura. Los vehículos autónomos están siendo probados en modo conducción automática por las principales autopistas de Estados Unidos, Europa, Japón entre otros.

Los avances tecnológicos que han penetrado al campo automotriz, conocidos también como sistemas de asistencia al conductor, han dotado a los vehículos de múltiples capacidades (Figura N° 3.1). En la actualidad las principales funciones presentes en el mercado automotriz actual son:

1. Control de velocidad constante adaptativo, que ajusta automáticamente la velocidad del vehículo para mantener una distancia segura de los vehículos que se aproximan;
2. Sistemas de centrado de carril que automáticamente aseguran que el vehículo permanezca en su carril (a menos que haya un intermitente en esa dirección) y/o advierten al conductor cuando se desvía de su carril;
3. Sistemas de frenos preventivos, que ralentizan automáticamente un vehículo cuando un conductor humano no detecta una emergencia;
4. Sistemas de asistencia de estacionamiento, que permiten a los vehículos maniobrar en el espacio seleccionado para estacionar;

5. Sistemas que combinan una o más funciones automatizadas para dirigir, acelerar y frenar en ciertas carreteras bajo la supervisión del conductor humano. Esta característica la ofrece actualmente fabricantes como Mercedes, BMW, Tesla, Cadillac y Lexus;
6. Tecnología que monitorea al conductor, como sensores que supervisan que las manos se encuentren en el volante y/o vista del conductor, estado de agotamiento.

Figura N° 3.1 Tecnologías que permiten a los vehículos detectar, planificar y actuar en respuesta al entorno de conducción.



Fuente: Automated and autonomous driving. Regulation under Uncertainty. (ITF, 2015b p11)

Para lograr diferenciar el nivel de automatización que presenta un vehículo, organizaciones internacionales como **SAE** (SAE, 2014), diseñó un marco representativo con seis niveles de automatización (véase Tabla N° 3.1), el cual depende directamente de la cantidad de asistencia que presta a la persona en la conducción. Con ello, se pretende delimitar claramente las características que debe presentar un vehículo para pertenecer a un nivel u otro, lo cual apoyará también la adecuada asignación de responsabilidades cuando se esté en presencia de accidentes automovilísticos.

Tabla N° 3.1: Niveles de automatización en la conducción según Society of Automotive Engineering

Nivel	Nombre	Dirección, aceleración, desaceleración	Monitoreo del entorno de conducción	Rendimiento en la conducción	Capacidad del sistema (modos de conducción)	Rol Humano
0	No Automatización Cero autonomía.					Todas las funciones del vehículo
1	Asistencia al conductor El vehículo es controlado por el conductor, pero el vehículo trae incorporadas algunas asistencias para la conducción.				Algunos modos de conducción	Responsable de todas las tareas de conducción.
2	Parcialmente automatizado El vehículo trae incorporadas funciones automatizadas como aceleración y dirección.				Algunos modos de conducción	Responsable de monitorear el entorno debe permanecer concentrado en la conducción en todo momento y debe estar listo para tomar el control del vehículo con o sin advertencia del sistema.
3	Automatización Condicional				Algunos modos de conducción	El conductor es necesario, pero no requiere monitorear el entorno. Debe estar listo para tomar el control y responder adecuadamente a la solicitud del sistema del VA para intervenir
4	Automatización Alta El vehículo es capaz de realizar todas las funciones de manejo bajo ciertas condiciones.				Algunos modos de conducción	El humano está presente pero no necesita tomar el control. El conductor tiene la opción de controlar el vehículo.
5	Automatización Total El vehículo es capaz de realizar todas las funciones de manejo en todas las condiciones. El conductor tiene la opción de controlar el vehículo.				Todos los modos de conducción	El humano proporciona el destino, pero no controla el vehículo en ningún momento. Los diseñadores pueden incluir funciones tales como control de velocidad o dirección para permitir al operador humano conducir cuando el sistema no esté activado.

Fuente: Adaptado desde Automated and Autonomous Driving. Regulation under Uncertainty. (ITF, 2015b).

3.2. Niveles de automatización en la conducción

Nivel 0: En todo momento, todos los aspectos de la conducción son realizados por el conductor humano, él va a cargo de las principales funciones del vehículo (frenos, dirección, acelerador, motor) incluso aunque se puede mejorar la conducción mediante advertencias o sistemas de intervención. Él es el único responsable de supervisar la carretera.

Nivel 1: El vehículo posee sistemas de asistencia al conductor de tipo dirección o aceleración/desaceleración, los cuales utilizan información sobre el entorno de conducción, sin embargo, se espera que el conductor humano realice todos los aspectos restantes de la tarea de conducción.

Nivel 2: El vehículo ejerce la función de asistencia al conductor de aceleración/desaceleración utilizando información sobre el entorno de conducción, pero se espera que el conductor humano realice todos los aspectos restantes de la tarea de conducción dinámica.

Nivel 3: El vehículo posee un sistema de conducción automatizado de todos los aspectos de la tarea de conducción dinámica, sin embargo, se espera que el conductor humano responda adecuadamente a una solicitud de intervención.

Nivel 4: El vehículo posee un sistema de conducción automatizado de todos los aspectos de la tarea de conducción dinámica en un ambiente conocido.

Nivel 5: El vehículo es conducido en todo momento por el sistema de conducción automatizado, el cual, se encarga de todos los aspectos de la tarea de conducción dinámica en ambientes desconocidos. El sistema puede ser administrado por un conductor humano si la persona lo quiere.

3.3. Beneficios de los vehículos autónomos

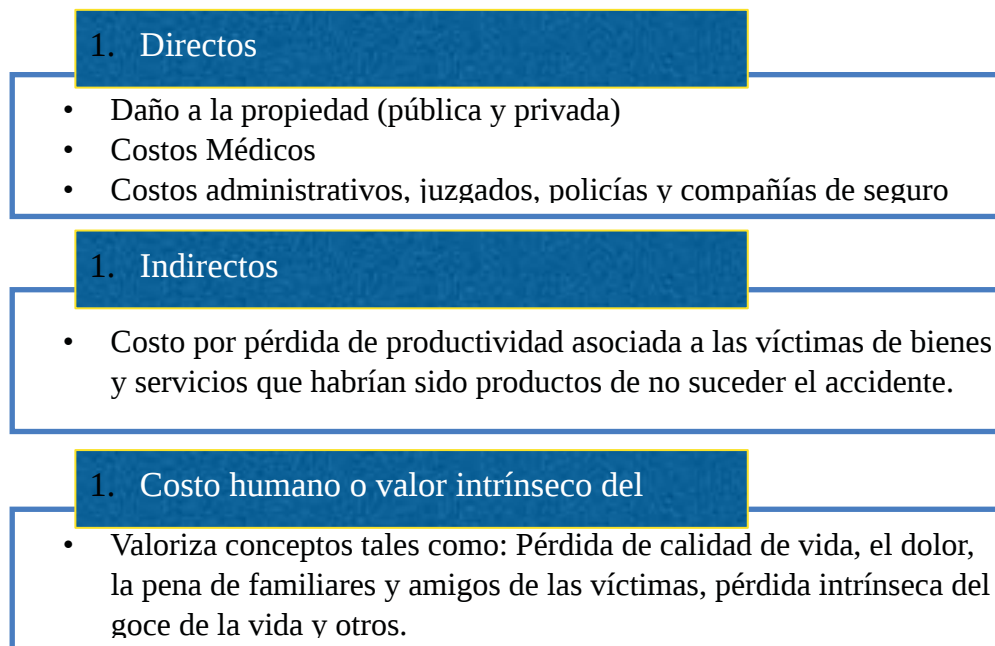
a) Reducción de los costos sociales de la conducción: accidentes

La utilización de automóviles como medio de transporte genera múltiples costos sociales o externalidades que provocan diversos efectos en la población. La tecnología de los VA promete reducir una de las principales externalidades asociadas a la conducción, la que se refiere a los accidentes automovilísticos.

Cada año mueren cerca de 1,3 millones de personas en las carreteras del mundo siendo una de las principales causas de muerte en todos los grupos etarios y la principal, para las personas entre 15 y 29 años (OMS, 2017).

Junto con ello, los accidentes de tránsito generan otros costos sociales e individuales, los cuales pueden ser clasificados como costos directos, indirectos y costo humano o valor intrínseco de riesgo. (Figura N° 3.2). Estos costos relacionados a accidentes de tránsito implican el desembolso de grandes cantidades de dinero para los gobiernos.

Figura N° 3.2: Costos producidos por accidentes de tránsito.

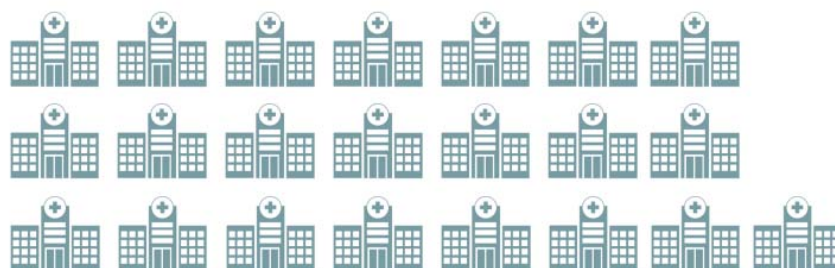


Fuente: Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito 2017.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) el costo económico producido por los accidentes de tránsito asciende al 3% del PIB, para la mayoría de los países del mundo. En Chile, la Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito, el año 2017 presentó un estudio donde calcula que el costo asociado por accidentes de tránsito en Chile, asciende a \$US 4.940 millones de dólares, lo que corresponde al 2% del PIB 2016 Chileno. Si se considera que el

costo de construir un hospital es de aproximadamente \$110 mil millones de pesos, con el 2% del PIB se podrían construir alrededor de 22 hospitales.(Figura N° 3.3)

Figura N° 3.3: Números de hospitales que se pueden construir con el 2 % del PIB del año 2016.



Fuente: Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito 2017.

b) Beneficios económicos

A continuación, se presentan los beneficios económicos anuales esperados para los vehículos autónomos en Estados Unidos (ver Tabla N° 3.2). Tal como lo indica el autor (ENOTRANS, 2013), esta información está basada en estimaciones de investigaciones en esta materia y que ayudan a visualizar el potencial impacto que pudiese tener esta tecnología. En la tabla 3.2 se encuentra información sobre el ahorro en costos por colisiones por uso de vehículos autónomos, beneficios en la congestión y otros impactos relacionados, cuando exista un 10% de penetración de VA en el mercado, un 50% de penetración y un 90% respectivamente.

Tabla N° 3.2 Estimación de los beneficios económicos anuales para VA en Estados Unidos

Ahorro en costos por colisiones por uso de VA, 2013	10 %	50 %	90 %
Vidas salvadas(por año)	1,100	9,600	21,700
Menos accidentes	211,000	1,880,000	4,220,000
Costos económicos ahorrados	\$5.5 B	\$48,8 B	\$109.7 B
Costos totales ahorrados	\$17.7 B	\$158.1 B	\$355.4 B
Costos económicos ahorrados por VA.	\$430	\$770	\$960
Costos totales ahorrados por VA	\$1390	\$2,480	\$3,100
Beneficios en la congestión			
Tiempo ahorrado en viaje (M hora)	756	1680	2772
Ahorro en combustible (M galones)	102	224	724

Total ahorro	\$16.8 B	\$37.4 B	\$63.0 B
Ahorro por VA	\$1,320	\$590	\$550
Otros impactos relacionados a VA			
Ahorro en estacionamiento	3,2 %	15,9 %	28,7 %
Ahorro por VA	\$250	\$250	\$250
Incremento VMT	2,0 %	7,5 %	9,0 %

Fuente: Preparing a Nation for Autonomous Vehicles. Opportunities, Barriers and Policy Recommendations.

The Insurance Institute for Highway Safety (IIHS), a través de una investigación realizada con vehículos autónomos de nivel 0 y 1 concluyó que si todos los vehículos tuvieran sistemas de colisión frontal, advertencia de salida de carril, asistencia lateral (punto ciego) y faros adaptativos, se podrían prevenir casi un tercio de los accidentes y muertes (IIHS, 2010).

A medida que la tecnología de automatización de vehículos avanza desde funciones específicas de Nivel 1 hacia funciones combinadas Niveles 1 y 2, donde en ciertas situaciones el conductor puede ceder el control del vehículo y al menos dos funciones pueden automatizarse para trabajar en conjunto van a significar mayores beneficios en seguridad.

Por ejemplo, si se utilizara la función de permanencia en el carril junto con la función de velocidad crucero en el mismo momento se espera se obtengan mejores resultados que si se utilizaran individualmente.

Sin embargo, donde mayores reducciones de accidentes se pueden producir, es cuando haya una transición del nivel 3 al 4, esto relacionado especialmente con la conducción bajo los efectos del alcohol, la seguridad vial podría mejorar exponencialmente si conductores con problemas de alcohol ceden todas las funciones de conducción al vehículo.

Adicionalmente, otro de los efectos que el nivel 4 de automatización podría provocar es el relacionado con la movilidad y acceso para aquellos que no pueden conducir automóviles convencionales. Estos incluyen a discapacitados, ciudadanos mayores y niños menores de 16 años. Algunos beneficios para este grupo incluyen la independencia personal, la reducción del aislamiento social y el acceso a servicios esenciales por ejemplo (James, A, 2016).

3.4. Efectos de los vehículos autónomos

a) Efectos en la congestión

La congestión vehicular se puede categorizar de dos formas, (James, A, 2016):

- *Congestión recurrente*: Las demoras recurrentes ocurren diariamente a la misma hora y en el mismo lugar y son el resultado de los patrones de viaje en los que el número de individuos que intentan transitar por una carretera al mismo tiempo excede la capacidad de esa carretera.
- *Congestión no recurrente*: Este tipo de congestión se provoca por eventos aislados o circunstancias de duración limitada (construcción, clima, evento deportivo o accidente de tránsito) lo que provoca una alta demanda de la carretera o la reducción de la capacidad de la misma.

De acuerdo con la Administración Federal de Carreteras de sus siglas en inglés (FHWA), la congestión no recurrente representa aproximadamente la mitad de todas las demoras en la congestión en Estados Unidos (FHWA, 2013).

El 2010, hubo alrededor de 6 millones de accidentes en los Estados Unidos, el 93 por ciento de los cuales se pueden atribuir a un error humano (James, A, 2016). Por ello, la incorporación de vehículos autónomos al parque automotriz, debería evitar la gran mayoría de estos choques, eliminando a su vez una parte importante de la congestión no recurrente de las calles.

b) Efectos en el uso del suelo

La tecnología de los vehículos autónomos podría generar un impacto profundo en los patrones de uso de la tierra. La forma como se han desarrollado las ciudades puede ser explicada a través de la teoría “Bid Rent” u “oferta en la renta” propuesta inicialmente por J. H. von Thünen y más generalizada por William Alonso (James, A, 2016). En la cual, se explica cómo el precio y la demanda de bienes inmuebles cambian a medida que aumenta la distancia desde el centro de la ciudad debido a las ventajas de un acceso más cercano a las empresas y los mercados. A medida que la tierra se aleja del centro, los valores disminuyen y los costos de transporte aumentan. Por lo tanto, una familia puede optar a escoger un lugar para vivir más pequeño pero cercano al centro o un hogar suburbano mucho más grande pero con un tiempo de viaje mayor al centro de la ciudad.

Vivir lejos del núcleo urbano implica mayores costos en transporte, depreciación y mantenimiento del vehículo que traslada, seguro contra accidentes, costo de combustible y costo del tiempo perdido por la persona que conduce el automóvil. Es este último punto donde los vehículos autónomos prometen cambios, ya que ese tiempo que la persona “pierde”

conduciendo podría ser utilizado en otras actividades, por ejemplo, podría trabajar dos horas mientras viaja, permanecer cuatro horas en su lugar de trabajo y luego trabajar dos horas más mientras va de regreso a su casa.

Ello otorga al “conductor” de los vehículos autónomos un costo de oportunidad de realizar otras actividades mientras el vehículo se conduce hacia la ubicación deseada. Lo cual, hace disminuir los costos asociados de traslado de una ubicación a otra, lo que finalmente podría influir en la disposición de los hogares o empresas a ubicarse más lejos del núcleo urbano, favoreciendo una tendencia a establecerse en zonas más dispersas y de baja densidad.

c) Efectos sobre la reducción de estacionamientos

Otro de los impactos que podrían generar los vehículos autónomos, esta relacionado con la reducción de estacionamientos necesarios en las áreas urbanas centrales. Esto debido principalmente a dos fenómenos:

Según (James, A, 2016), aproximadamente cerca del treinta y un por ciento del área total de la ciudad es dedicada a estacionamientos, esta cifra podría descender debido a que los vehículos autónomos luego de dejar a sus pasajeros podrán dirigirse y estacionar en una área periférica, reduciendo la cantidad de estacionamientos necesarios en las zonas urbanas más densas. Adicionalmente a esto, la cantidad de espacio que necesitará un vehículo autónomo para estacionarse es menor (hasta un 15% menos que un auto convencional) debido a que no necesita que pasajeros desciendan de él, por lo que la utilización del espacio mejora (Ohio, University, 2017).

Por otro lado, la tecnología de los vehículos autónomos podrá dar a lugar a otro modelo de movilidad urbana como es el de los taxis sin conductor. Bajo este modelo, los vehículos no necesitarían estacionarse, ya que después de completar un viaje simplemente viajarían para recoger al próximo pasajero. Esto provocaría la liberación de grandes cantidades de espacio en áreas urbanas.

d) Efectos en energía y combustibles

El uso del petróleo como combustible para vehículos convencionales genera externalidades negativas como contaminación atmosférica, emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), y los efectos propios de depender de grandes cantidades de petróleo importado. Por ello, la propuesta de los vehículos autónomos es ser alimentados total o parcialmente por electricidad. Los vehículos cargados por electricidad generan bajas emisiones de carbono reduciendo drásticamente las emisiones de GEI del transporte, que el uso de petróleo y contaminantes atmosféricos convencionales (James, A, 2016).

Los vehículos autónomos de nivel 4 podrían dejar a sus pasajeros en su destino para luego dirigirse a las estaciones de carga más cercana. Estas estaciones inicialmente podrían contar

con el personal que realice el proceso de carga, sin embargo, eventualmente esta acción podría realizarse a través de carga inductiva sin tener la necesidad de intervención humana. Este sistema de carga esta actualmente siendo investigado por el Departamento de Energía de EE. UU. y otros (James, A, 2016).

Otra alternativa de carga es la llamada comunicación vehículo-infraestructura (V2I), la infraestructura de carga inalámbrica podría comenzar como estaciones de carga fijas en lugares de estacionamiento, y luego avanzar potencialmente hacia secciones en el camino como en semáforos u otras áreas o podría permitir una carga bidireccional a través de las interacciones vehículo-red entre los VA electrificados y la red eléctrica, ya sea en conexiones cableadas o inalámbricas.

Utilizando la tecnología de vehículos autónomos se puede obtener un ahorro importante en el consumo de combustible, a través de los niveles 1, 2 y 3 se puede conseguir una conducción llamada “ecológica” con el uso de control crucero, aceleración y desaceleración gradual y suave y otros hábitos de conducción óptimos, que utilizados en conjunto en conducción automatizada brindarán un ahorro en el consumo de combustible.

Como se mencionó con anterioridad, una de los principales promesas de los vehículos autónomos es la disminución casi total de accidentes, por ello, no serían necesarios los pesados sistemas de seguridad con los que hoy cuentan la mayoría de los vehículos, al liberar a los automóviles de estos sistemas se disminuye inmediatamente el peso del vehículo, con lo cual se disminuye también el consumo del combustible asociado.

La tecnología de nivel 4 también podría permitir un rediseño radical de los vehículos hacia las cápsulas ultra ligeras y aerodinámicas. Estos vehículos más livianos podrían usarse primero como taxis o servicios de uso compartido de automóviles en el núcleo urbano, y eventualmente migrar al uso interurbano.

3.5. Impactos negativos posibles de los vehículos autónomos

Tal como se ha mencionado hasta ahora, múltiples son los beneficios que esta tecnología podría brindar, sin embargo, si ésta no se planifica y regula de una manera adecuada estos beneficios fácilmente podrían convertirse en efectos negativos para las sociedades.

Los vehículos autónomos prometen una disminución en la congestión, principalmente en la congestión no recurrente debido a la disminución de choques, sin embargo, si la regulación no es la adecuada los VA podrían generar lo inverso y aumentar la congestión, debido a conductas no apropiadas por parte de los dueños de los VA, como por ejemplo;

1. La persona que desea realizar una diligencia puede mantener su vehículo circulando durante el tiempo de espera. Con ello aumentaría el número de vehículos en circulación lo que podría aumentar la congestión.

2. La persona dueña del vehículo autónomo podría enviar su vehículo de vuelta a su casa una vez que este lo haya dejado en el trabajo y solicitarle que lo vaya a buscar cuando termine su jornada laboral. Con esto se podría aumentar el número de viajes del vehículo, lo cual además de aumentar el número de vehículos en circulación, aumentaría también el consumo de combustible y contaminación emitida.

Otro de los efectos negativos que se pueden visualizar, tiene relación con los ingresos municipales captados por concepto de estacionamientos, ya que sin la necesidad de estacionar o con estacionamiento en zonas lejanas este ingreso se podría ver seriamente afectado, Adicionalmente a esto, ingresos por efecto de permisos de circulación y patentes, también puede verse afectado, debido al nuevo modelo de negocio que se cree proliferará. El modelo de taxis compartidos puede ser la nueva forma como las personas elijan desplazarse, con ello ahorros por conceptos de seguros, combustible, estacionamiento y mantención entre otros serán en beneficio hacia las personas, pero afectarán a las arcas municipales y aseguradoras, por ello, es necesario implementar nuevos métodos de ingresos para compensar las pérdidas asociadas.

Pero sin lugar a dudas, uno de los efectos negativos más temido es el relacionado con la pérdida o desaparición de empleos. Los primeros afectados por el ingreso de vehículos autónomos será el mercado relacionado con talleres mecánicos, esto debido a la disminución de choques y accidentes entre vehículos, pero sin lugar a dudas uno de los rubros que más se verá afectado es el de los conductores profesionales, taxistas, camioneros, sistemas de reparto y escuelas de conducción, empleos que están destinado a desaparecer.

Otro de los sectores que sufrirá por la llegada de esta tecnología es el relacionado con las compañías aseguradoras, ya que sin accidentes automovilísticos no habrá necesidad de asegurar el vehículo. Adicionalmente, cuando la penetración de VA sea total, se estima que los costos de los seguros automovilísticos para personas que aun deseen manejar sus automóviles serán muy elevados, esto debido al peligro que ellos van a representar en las carreteras.

3.6. Desafíos que deben superar los vehículos autónomos

A continuación se presenta un resumen de los principales desafíos pendientes que deben superar los vehículos autónomos

Tabla N° 3.3 : Desafíos que deben superar los Vehículos Autónomos

Confianza del público	Condiciones del Clima	Costo	Seguridad
En la actualidad solo el 20% de la población de Estados Unidos viajaría en un vehículo autónomo.	La lluvia y la nieve pueden interferir con los sensores de los vehículos autónomos.	El vehículo sin conductor de google podría costar cerca de \$150.000 dólares, si estuviera comercialmente disponible.	La tecnología aun no es 100% segura y confiable. Google ha reportado un accidente cada 1.255 millas, Volkswagen un accidente cada 57 millas recorridas mientras Nissan reportó un accidente cada 14 millas.

Elaboración propia. Fuente:(Ohio, University, 2017)

En el Estado de California (USA), el programa piloto de google tuvo buenos resultados pero aún presenta detalles.

4. SITUACIÓN CHILENA ACTUAL EN TEMAS RELACIONADOS CON VEHICULOS AUTÓNOMOS

Según la investigación realizada, la primera información formal relacionada con Chile y los vehículos autónomos es de comienzos del año 2015, donde, el entonces Subsecretario de Transportes Cristian Bowen viajó junto a una comitiva a California, Estados Unidos, para reunirse con ejecutivos del área para comenzar a probar esta tecnología en Chile. Al año siguiente, el mismo Subsecretario, expone en el Seminario “Cambio Climático, gobernanza y movilidad en América Latina y el Caribe, ¿hacia dónde nos movemos?”, organizado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2016). En esa oportunidad, el Subsecretario se pronuncia sobre la necesidad de que el gobierno se abra hacia las innovaciones de movilidad y plantea la necesidad de adaptar y crear regulaciones al respecto.

Sin embargo, la utilización de vehículos autónomos en Chile no es algo por completo desconocido. Según consta en una publicación de mayo de este año del diario “La Segunda”, CODELCO posee 18 camiones autónomos dentro de su flota, los cuales adquirió el año 2008 y comenzó a utilizar en la minera Gabriela Mistral, pero a pesar de la eficiencia demostrada la adopción de esta tecnología en Chile y en especial en otras mineras ha sido lenta (La Segunda, 2018).

Finalmente, la última información encontrada donde se logra percibir algún interés de Chile con respecto a VA, es la visita que el actual presidente de Chile, Sebastian Piñera, realizó el pasado 16 de Noviembre del año 2018 al centro de pruebas e investigación de vehículos autónomos en Nanyang Technological University (GOB, 2018), (CHILE-PRENSA, 2018), esto en el marco de la 33ª Cumbre de Asean, realizada en Singapur.

4.1. Análisis de brechas

Para comenzar el análisis respectivo, se debe aclarar la situación actual que presenta Chile en temas relacionados a V.A. Dada la información presentada anteriormente se puede entender que Chile fue vanguardista en su momento en incorporar este tipo de tecnología en sus procesos productivos, sin embargo, y a pesar de los buenos resultados obtenidos, no se continuo con su desarrollo. En cuanto a la incorporación y regulación de esta tecnología en la sociedad, Chile reconoce la importancia de incluirla y presenta algún interés en conocerla, sin embargo, se han realizado gestiones menores para lograr incorporarlas.

Dado el avance significativo que en los últimos años ha presentado la tecnología de los VA y los beneficios que esta promete para las sociedades es que se hace fundamental y necesario que Chile comience a realizar gestiones serias para regular esta tecnología para lograr al menor tiempo posible el estado de avance que los países pares han alcanzado.

Para conocer que tan lejos se encuentra Chile con respecto a países que están trabajando con VA se utilizó un indicador desarrollado por la consultora KPMG, la cual es reconocida por ayudar a los gobiernos y a los proveedores de transporte a comprender y configurar el futuro del transporte público, cabe mencionar que KPMG es la actual consultora que el gobierno de Chile ha contratado para el modelamiento financiero del Nuevo Transantiago (BioBio, 2018).

El AVRI (Autonomous Vehicles Readiness Index) es el indicador desarrollado por KPMG, el cual proporciona un entendimiento sobre la preparación y apertura que algunos países han realizado hacia la tecnología de los VA. Este índice sirve de ayuda a las autoridades públicas, federales, o regionales con el aprendizaje de esta tecnología a través de la experiencia de otros países.

Para el desarrollo de este indicador, la consultora KPMG realizó un estudio donde se incluyeron 20 países, los cuales fueron escogidos según su tamaño económico y el progreso mostrado en adoptar VA.

Para la elaboración de este índice se incluyeron 4 pilares a evaluar.

1. Política y Legislación.
2. Tecnología e Innovación
3. Infraestructura
4. Aceptación del Consumidor

El país que logró la mejor evaluación es Holanda, le sigue Singapur y en tercer lugar Estados Unidos, los países que obtuvieron peor evaluación se encuentran Brasil, Rusia, Mexico y en último lugar India. A continuación se muestra el detalle de los puntajes de los 20 países evaluados (Véase Tabla N° 4.1).

Tabla N° 4.1: Autonomous Vehicles Readiness Index (AVRI)

	Ranking	Total Puntos	Política y legislación		Tecnología e innovación		Infraestructura		Aceptación del Consumidor	
			Ranking	Puntos	Ranking	Puntos	Ranking	Puntos	Ranking	Puntos
1	Holanda	27.73	3	7.89	4	5.46	1	7.89	2	6.49
2	Singapur	26.08	1	8.49	8	4.26	2	6.72	1	6.63
3	Estados Unidos	24.75	10	6.38	1	6.97	7	5.84	4	5.56
4	Suiza	24.73	8	6.83	2	6.44	6	6.04	6	5.41
5	Inglaterra	23.99	4	7.55	5	5.28	10	5.31	3	5.84
6	Alemania	22.74	5	7.33	3	6.15	12	5.17	12	4.09
7	Canada	22.61	7	7.12	6	4.97	11	5.22	7	5.30
8	Emiratos Arabes	20.89	6	7.26	14	2.71	5	6.12	8	4.79
9	Nueva Zelanda	20.75	2	7.92	12	3.26	16	4.14	5	5.43
10	Korea del Sur	20.71	14	5.78	9	4.24	4	6.32	11	4.38
11	Japón	20.28	12	5.93	7	4.79	3	6.55	16	3.01
12	Austria	20.00	9	6.73	11	3.69	8	5.66	13	3.91
13	Francia	19.44	13	5.92	10	4.03	13	4.94	10	4.55
14	Australia	19.40	11	6.01	13	3.18	9	5.43	9	4.78
15	España	14.58	15	4.95	16	2.21	14	4.69	17	2.72
16	China	13.94	16	4.38	15	2.25	15	4.18	15	3.13
17	Brasil	7.17	20	0.93	18	0.86	19	1.89	14	3.49
18	Russia	7.09	17	2.58	20	0.52	20	1.64	18	2.35
19	Mexico	6.51	19	1.16	17	1.01	17	2.34	19	2.00
20	India	6.14	18	1.41	19	0.54	18	2.28	20	1.91
¿ Chile ?										

Fuente: Autonomous Vehicles Readiness Index (KPMG, 2018).

Dado que Chile no se encuentra entre los países seleccionados por esta consultora para realizar el estudio, y dada la necesidad de conocer cuales son los principales desafíos que se deben abordar para dar inicio a la adopción de esta tecnología y poder de esta manera realizar el respectivo análisis de brechas, es que se reprodujo la investigación realizada por KPMG.

Para ello se siguió dentro de lo posible la metodología descrita en la investigación realizada por la consultora (KPMG, 2018).

Cabe mencionar que la mayoría de los datos utilizados por la consultora datan del año 2017, por ello, para el caso de Chile y para tener un estado vigente de la situación actual es que se comenzó el análisis con datos del año 2017 y se continuó con el análisis considerando la situación de Chile del año 2018, de esta forma se pudo observar los avances que se han alcanzado durante este último año.

Los investigadores utilizaron el método Min-Max para normalizar los datos para luego combinarlos, asignándole de esta forma el mismo peso a cada pilar evaluado, asegurando que todos pesaran lo mismo independiente de el número de dimensiones que compone cada pilar. Si bien, el artículo informa sobre estas consideraciones, éstas no son explicadas con detalle, por ello, los resultados obtenidos no son precisamente los mismos que los presentados en la investigación, sin embargo las diferencias observadas son mínimas y poco varían el ranking obtenido por KPMG, por ello los valores finales obtenidos se presentan como válidos para realizar el análisis final y de esta forma obtener una apreciación inicial de lo que se debe trabajar como país para lograr incorporar los VA a la sociedad Chilena.

A continuación se proporciona la información recolectada para los 4 pilares evaluados para todos los países seleccionados por KPMG más los datos obtenidos para Chile. La metodología utilizada para la obtención de estos datos se encuentra detallada en el ANEXO 2.

Tabla N° 4.2 - Pilar 1: Política y Legislación

	Regulaciones VA	Departamento VA dentro del ministerio de transporte del gobierno	Inversión del gobierno en infraestructura	N° de pilotos de VA financiados por el gobierno	Capacidad del gobierno	Eficacia de los cuerpos legislativos	Eficiencia del sistema legal en regulaciones desafiantes	Valor ajustado	Ranking
Singapur	7,0	7,0	5,0	7,0	84,100 %	6,299	5,194	8,283	1
Holanda	7,0	5,0	7,0	6,5	75,000 %	5,251	5,463	7,863	2
Nueva Zelanda	6,5	6,5	6,0	5,0	78,100 %	5,837	5,484	7,831	3
Inglaterra	6,0	6,0	6,0	6,0	71,400 %	5,701	5,292	7,604	4
Alemania	5,5	6,0	6,0	6,0	75,500 %	5,048	5,187	7,298	5
Canada	5,0	5,0	6,5	7,0	69,400 %	5,254	5,040	7,213	6
Emiratos Árabes	6,0	6,5	5,0	5,0	83,700 %	5,316	4,707	7,067	7
Austria	5,0	6,5	6,5	6,0	70,400 %	4,177	4,718	6,802	8
Suiza	5,0	5,0	4,0	5,0	82,900 %	5,460	5,081	6,649	9
Estados Unidos	6,0	5,0	5,5	6,5	65,700 %	4,042	4,792	6,550	10
Francia	5,5	5,0	4,0	6,0	63,800 %	4,833	4,391	6,127	11
Japon	3,0	4,5	5,0	6,0	66,100 %	5,441	4,584	6,086	12
Australia	5,0	5,0	5,0	4,0	71,000 %	4,822	4,654	6,072	13
Korea del Sur	6,0	6,0	7,0	7,0	60,000 %	3,242	3,386	6,061	14
España	6,0	5,0	5,0	4,0	58,400 %	4,056	3,507	5,267	15
China	4,0	4,5	4,0	4,0	59,400 %	4,192	3,492	4,674	16
Rusia	4,0	1,0	4,0	2,0	50,300 %	3,584	2,915	3,058	17
Chile 2017	1,0	0,0	2,0	2,0	63,000 %	3,810	4,0	2,737	18
India	0,0	0,0	0,0	0,0	53,700 %	4,026	4,086	1,813	19
Mexico	1,0	1,0	1,0	1,0	48,800 %	3,178	3,012	1,668	20
Brazil	2,0	1,0	1,0	1,0	45,100 %	2,398	2,937	1,509	21

Fuente: Adaptado desde Autonomous Vehicles Readiness Index (KPMG, 2018).

Tabla N° 4.3 - Pilar 2: Tecnología e Innovación

	Investigación de Industrias socias	I & D de Centros de VA	CIAAs de VA por m/p	Patentes relacionadas con VA m/p	Total de inversiones por m/p	Cuota de mercado de automóviles eléctricos	Presencia de Uber en el mercado	Disp. de la última Tecnología	Capacidad de innovación	Valor Ajustado	Ranking
Estados Unidos	7,0	7,0	0,509	2,860	0,275	0,910 %	75 %	6,544	5,944	5,662	1
Alemania	7,0	7,0	0,269	17,526	0,220	0,730 %	35 %	6,223	5,640	5,305	2
Suiza	5,0	5,0	0,512	8,808	0,205	3,410 %	66 %	6,482	5,687	4,967	3
Japon	6,0	5,0	0,109	24,138	0,063	59,000 %	32 %	6,157	5,266	4,533	4
Inglaterra	6,0	6,0	0,291	2,752	0,153	1,410 %	52 %	6,477	5,383	4,474	5
Canada	7,0	6,0	0,417	0,223	0,111	0,590 %	50 %	6,244	4,879	4,268	6
Singapur	6,0	6,5	0,000	0,000	0,000	0,070 %	100 %	6,202	5,140	4,246	7
Korea del Sur	7,0	7,0	0,099	14,014	0,059	0,341 %	20 %	5,641	4,823	4,069	8
Holanda	5,0	6,0	0,413	0,236	0,059	6,390 %	43 %	6,300	5,246	4,058	9
Austria	5,0	6,0	0,115	0,230	0,000	0,160 %	45 %	6,088	5,401	3,646	10
Francia	6,0	5,5	0,109	1,707	0,078	1,460 %	36 %	6,048	5,067	3,616	11
Australia	4,0	4,0	0,084	1,387	0,000	0,100 %	75 %	5,909	4,814	3,121	12
Nueva Zelanda	5,0	4,0	0,000	0,000	0,000	2,000 %	44 %	5,895	5,263	3,056	13
Emiratos Árabes	4,0	4,0	0,000	0,000	0,000	1,110 %	31 %	6,327	4,693	2,660	14
China	5,0	6,0	0,009	0,603	0,004	1,370 %	29 %	4,301	4,196	2,148	15
España	4,0	4,0	0,000	0,108	0,065	0,400 %	28 %	5,520	4,092	2,096	16
Chile 2017	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,121 %	68,2 %	5,6	3,8	1,324	17
Mexico	1,0	1,0	0,000	0,008	0,000	1,110 %	46 %	4,954	3,972	0,934	18
Brazil	2,0	1,0	0,000	0,000	0,000	0,000 %	56 %	4,469	3,818	0,926	19
Russia	2,0	2,0	0,000	0,700	0,000	0,000 %	23 %	4,223	3,767	0,671	20
India	2,0	2,0	0,008	0,004	0,000	0,020 %	14 %	4,025	4,178	0,670	21

Fuente: Adaptado desde Autonomous Vehicles Readiness Index (KPMG, 2018).

Tabla N° 4.4 - Pilar 3: Infraestructura

	Densidad de Estaciones de carga de vehículos eléctricos cada 100 km.	Índice de conectividad global de GSMA para infraestructura	Cobertura 4G	Calidad de las carreteras	Infraestructura LPI del Banco Mundial	Infraestructura tecnológica	Valor ajustado	Ranking
Holanda	19,255	77,440	86 %	6,136	4,290	0,750	6,875	1
Singapur	2,161	81,140	82 %	6,346	4,200	0,800	5,634	2
Japon	2,342	73,840	93 %	6,107	4,100	0,750	5,383	3
Suiza	1,954	78,740	84 %	5,481	4,270	0,690	5,243	4
Korea del Sur	2,001	78,260	96 %	5,555	3,790	0,750	5,084	5
Alemania	2,783	77,500	59 %	5,510	4,440	0,650	5,029	6
Emiratos Árabes	2,451	68,140	75 %	6,367	4,070	0,860	5,014	7
Austria	0,937	76,240	73 %	5,954	4,080	0,730	4,975	8
Estados Unidos	0,940	69,600	87 %	5,734	4,150	0,710	4,913	9
Canada	1,014	75,380	81 %	5,379	4,140	0,560	4,868	10
Inglaterra	3,108	74,760	66 %	5,108	4,210	0,750	4,719	11
Francia	1,540	73,660	58 %	6,050	4,010	0,690	4,697	12
Australia	0,134	83,320	79 %	4,814	3,820	0,750	4,561	13
España	0,120	71,530	72 %	5,496	3,720	0,650	4,267	14
China	3,491	63,510	83 %	4,579	3,750	0,470	4,043	15
Nueva Zelanda	0,081	81,260	58 %	4,662	3,550	0,690	3,903	16
Mexico	0,509	55,670	69 %	4,373	2,890	0,440	2,598	17
Chile 2017	0,094	53,6	56,7 %	5,2	2,770	0,670	2,578	18
India	0,008	39,990	82 %	4,311	3,340	0,350	2,520	19
Brazil	0,072	55,750	55 %	3,115	3,110	0,600	1,977	20
Russia	0,07	51,560	59 %	2,897	2,430	0,720	1,290	21

Fuente: Adaptado desde Autonomous Vehicles Readiness Index (KPMG, 2018).

Tabla N° 4.5 - Pilar 4: Aceptación Social

	Población que vive en zonas de prueba.	Datos de encuestas de consumidores sobre la aceptación de AV	Uso de las tecnologías por las personas y la sociedad civil.	Preparación Tecnológica	Valor ajustado	Ranking
Singapur	100,00 %	0,620	0,620	6,089	7,112	1
Holanda	77,50 %	0,410	0,860	6,344	6,851	2
Inglaterra	28,80 %	0,490	0,910	6,329	6,038	3
Estados Unidos	19,80 %	0,520	0,880	6,235	5,770	4
Nueva Zelanda	28,20 %	0,500	0,840	6,092	5,724	5
Suiza	10,40 %	0,580	0,830	6,302	5,627	6
Canada	32,20 %	0,520	0,800	5,880	5,621	7
Emiratos arabes	21,90 %	0,700	0,580	5,811	5,251	8
Francia	19,40 %	0,580	0,620	5,899	5,076	9
Australia	5,50 %	0,500	0,870	5,718	5,020	10
Korea del Sur	2,00 %	0,620	0,690	5,648	4,757	11
Alemania	0,00 %	0,440	0,690	6,169	4,671	12
Austria	0,00 %	0,440	0,680	5,971	4,510	13
Brasil	10,30 %	0,950	0,310	4,568	4,079	14
Japon	0,80 %	0,360	0,500	6,006	3,967	15
Chile 2017	0,00	0,57	0,42	5,2	3,680	16
España	0,00 %	0,280	0,560	5,676	3,674	17
China	0,90 %	0,750	0,520	4,183	3,621	18
Russia	0,00 %	0,560	0,420	4,548	3,203	19
Mexico	0,00 %	0,560	0,390	4,209	2,899	20
India	0,00 %	0,850	0,310	3,116	2,610	21

Fuente: Adaptado desde Autonomous Vehicles Readiness Index (KPMG, 2018).

4.2. Análisis de resultados

La tabla N° 4.6 muestra los resultados finales obtenidos por esta investigación luego de seguir la metodología propuesta, más consideraciones propias necesarias para llevar a cabo este estudio. Se pueden observar ciertas diferencias mínimas en los resultados obtenidos con respecto a los resultados presentados por KPMG, sin embargo, estas diferencias son mínimas y no afectan la posición final que obtuvo Chile.

Chile se presenta como un país que se encuentra iniciando un proceso de conocimiento de este tipo de tecnologías, en el pilar de **Política y Legislación**, a pesar de que no se encontraron regulaciones para pruebas de VA si se observaron algunos acercamientos de la clase política hacia esta tecnología.

Para las dimensiones inversión y número de pilotos financiados por el gobierno, se obtiene una calificación mas bien baja, ya que si bien, el gobierno hizo en algún momento una inversión y adquirió esta tecnología, esto se detuvo y no continuo a lo largo de los años, a pesar de los beneficios obtenidos. Para las dimensiones capacidad del gobierno, eficacia de los cuerpos legislativos y eficiencia del sistema legal en regulaciones desafiantes, Chile se presenta como un país con un gran potencial para lograr la adopción exitosa de VA. Finalmente el puntaje que obtiene Chile es de 2,737 lo que lo posiciona en lugar 18 del ranking.

Sin lugar a dudas el pilar de *Tecnología e Innovación* es el más débil que se presenta, esto debido principalmente a la nula existencia de inversión privada, centros de investigación, compañías de VA y patentes. Se pudo investigar que Chile es un país que se encuentra comenzando el proceso de electromovilidad y el gobierno comienza a tomar algunas medidas para su incentivo.

Infraestructura, es uno de los pilares en que Chile debe potenciar y mejorar, ya que sus distintas dimensiones son fundamentales para que los VA logren una adopción positiva. Si bien los números no son malos, se encuentran lejanos de aquellos países que se encuentran primeros en el ranking de este estudio. Chile obtiene para este pilar puntaje 2,578 para el año 2017

El pilar de *Aceptación Social*, muestra una sociedad preparada tecnológicamente según (FEM, 2017), y abierta al uso de nuevas tecnologías, sin embargo, la población se encuentra más bien lejana a la tecnología de VA dado que aún no hay zonas de prueba establecidas y poca información al respecto. El puntaje obtenido para este pilar es de 3,680 puntos lo que posiciona a Chile en el lugar 16 del ranking para este pilar.

El detalle con los resultados finales obtenidos se encuentran en la tabla N° 4.6.

Tabla N° 4.6: Resultados Finales

	Ranking	Total Puntos	Política y legislación		Tecnología e innovación		Infraestructura		Aceptación del Consumidor	
			Ranking	Puntos	Ranking	Puntos	Ranking	Puntos	Ranking	Puntos
1	Holanda	25,719	2	7,863	8	4,13	1	6,875	2	6,851
2	Singapur	25,31	1	8,283	7	4,281	2	5,634	1	7,112
3	Estados Unidos	22,902	10	6,55	1	5,662	9	4,913	4	5,777
4	Inglaterra	22,883	4	7,604	5	4,522	11	4,719	3	6,038
5	Suiza	22,581	9	6,649	3	5,062	4	5,243	6	5,627
6	Alemania	22,303	5	7,298	2	5,305	6	5,029	12	4,671
7	Canada	21,994	6	7,213	6	4,292	10	4,868	7	5,621
8	Nueva	20,633	3	7,831	13	3,175	16	3,903	5	5,724
9	Emiratos	20,135	7	7,067	14	2,803	7	5,014	8	5,251
10	Austria	20,004	8	6,802	10	3,717	8	4,975	13	4,51
11	Korea del sur	19,971	14	6,061	9	4,069	5	5,084	11	4,757
12	Japón	19,969	12	6,086	4	4,533	3	5,383	15	3,967
13	Francia	19,575	11	6,127	11	3,675	12	4,697	9	5,076
14	Australia	18,917	13	6,072	12	3,264	13	4,561	10	5,02
15	España	15,447	15	5,267	15	2,239	14	4,267	17	3,674
16	China	14,558	16	4,674	16	2,22	15	4,043	18	3,621
17	Chile 2017	10,319	18	2,737	17	1,324	18	2,578	16	3,68
18	Brasil	8,753	21	1,509	19	1,188	20	1,977	14	4,079
19	Russia	8,46	17	3,058	20	0,909	21	1,29	19	3,203
20	Mexico	8,385	20	1,668	18	1,22	17	2,598	20	2,899
21	India	7,852	19	1,813	21	0,909	19	2,52	21	2,61

Fuente: Adaptado desde Autonomous Vehicles Readiness Index (KPMG, 2018).

Una vez terminado el análisis y lograr posicionar a Chile en el ranking establecido por KPMG, se vislumbró la necesidad de conocer el estado de avance de Chile desde el año 2017 hasta la fecha (Diciembre 2018). Por ello, se realizó un segundo análisis el cual proporcionó una visión más clara de la situación actual que presenta este país con respecto a esta tecnología.

Al realizar la comparación entre Chile años 2017 y 2018 (Ver Tabla N° 4.7), se puede observar un país que se encuentra en un proceso de crecimiento, así lo demuestran los pilares 1, 2 y 3 los cuales vieron incrementados sus distintas dimensiones, mientras el pilar 4 de *aceptación social*, se encuentra sin variación durante este periodo.

El pilar *Política y Legislación* muestra un puntaje de 2,737 puntos el año 2017 el cual se ve incrementado a 3,454 puntos para el año 2018, esto principalmente gracias a la creación

del nuevo ministerio de ciencia, tecnología, conocimiento e innovación, lo cual puede dar paso a potenciar este tipo de tecnologías emergentes.

La variación del puntaje obtenido para *Tecnología e Infraestructura* entre los años 2017 y 2018, se debe principalmente al aumento de la presencia de Uber en Chile, la cual en el año 2018 es nivel nacional, sin embargo, la falta de regulación por parte de la autoridad ha promovido una rivalidad entre taxistas y conductores Uber que en la actualidad aún se mantiene. Otro de los factores que ha incrementado el total para este pilar, es el incremento en la venta de vehículos eléctricos que se ha producido durante el 2018, adicionalmente, se espera la llegada de 200 buses eléctricos al transporte público capitalino, lo cual viene a dar un respaldo por parte del gobierno a este tipo de tecnologías.

El pilar de *Infraestructura*, tuvo una variación positiva, esto especialmente al aumento de estaciones de carga eléctrica durante el año 2018, llegando a un total de 33 estaciones, todas ellas ubicadas entre Santiago y Valparaíso, adicionalmente, los índices de GSMA y Cobertura 4G demuestran el dinamismo que este sector tiene dentro de la sociedad Chilena.

El promedio total que obtuvo Chile para el año 2017 es de 10,319 y para el año 2018 es de 11,88 en ambos escenarios el país se posicionaría en el lugar 17 del ranking lo cual valida el análisis realizado, y clarifica la brecha que se tiene con respecto a países líderes en estas tecnologías. Si bien, se puede observar un leve aumento en el puntaje en el año 2018, esto se debe principalmente a la electromovilidad y el aumento de estaciones de carga eléctrica y de servicios de transporte urbano como Uber. Cabe mencionar que Chile se encuentra viviendo procesos que indican su apertura a estas nuevas tecnologías y la experiencia de países con mayor nivel de desarrollo muestran vivencias similares a las que hoy se encuentra Chile en épocas tempranas de adopción.

Tabla N° 4.7: Situación detallada Chile 2017 - 2018

Pilar 1	Chile 2017	Chile 2018	Pilar 2	Chile 2017	Chile 2018	Pilar 3	Chile 2017	Chile 2018	Pilar 4	Chile 2017	Chile 2018
Regulaciones VA	1,0	1,0	Investigación de Industrias socias	0,0	0,0	Densidad de Estaciones de carga de vehículos eléctricos cada 100 km	0,094	0,182	Población que vive en zonas de prueba.	0,0	0,0
Departamento VA dentro del ministerio de transporte del gobierno	0,0	2,0	I & D de Centros de VA	0,0	0,0						
Inversión del gobierno en infraestructura	2,0	2,0	CIAAs de VA por m/p	0,0	0,0	Índice de conectividad global de GSMA para infraestructura	53,6	60,5	Datos de encuestas de consumidores sobre la aceptación de AV	0,57	0,57
N° de pilotos de VA financiados por el gobierno	2,0	2,0	Patentes relacionadas con VA m/p	0,0	0,0						
Capacidad del gobierno	63 %	63 %	Total de inversiones por m/p	0,0	0,0	Cobertura 4G	56,7 %	69,3 %	Uso de las tecnologías por las personas y la sociedad civil.or m/p	0,42	0,42
Eficacia de los cuerpos legislativos	3,810	3,960	Cuota de mercado de automóviles eléctricos	0,12 %	3,16 %	Calidad de las carreteras	5,2	5,2			
Eficiencia del sistema legal en regulaciones desafiantes	4,0	4,6	Presencia de Uber en el mercado	68,2 %	100,0 %	Infraestructura LPI del Banco Mundial	2,770	3,090	Preparación Tecnológica	5,2	5,2
			Disponibilidad de la última Tecnología	5,6	6,06						
			Capacidad de innovación	3,8	3,08	Infraestructura tecnológica	0,670	0,670			
Valor adaptado	2,737	3,454	Valor adaptado	1,324	1,495	Valor adaptado	2,578	3,251	Valor adaptado	3,680	3,680

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 4.8: Resumen situación Chile 2017 - 2018

País	Total PuntosI/P	Política y legislación	Tecnología e innovación	Infraestructura	Aceptación del Consumidor
		Puntos	Puntos	Puntos	Puntos
Chile 2017	10,319	2,737	1,324	2,578	3,68
Chile 2018	11,88	3,454	1,495	3,251	3,68

Fuente: Elaboración propia.

4.3. Principales consideraciones que derivan del análisis precedente

Con los datos proporcionados por la investigación, se puede observar que existe una alta correlación entre el ranking obtenido por el país y su nivel de desarrollo, adicionalmente, se puede apreciar que los países más preparados para vehículos autónomos presentan 5 características que los distinguen y que son fundamentales para que la incorporación de esta tecnología sea exitosa (KPMG, 2018):

- Gobiernos dispuestos a regular y apoyar el desarrollo de VA.
- Excelente infraestructura vial y de redes móviles.
- Alta inversión e innovación del sector privado.
- Pruebas a gran escala impulsadas por una fuerte presencia de la industria automotriz.
- Gobierno proactivo que atrae alianzas con fabricantes.

5. CONSIDERACIONES SOBRE REGULACIÓN DE VEHÍCULOS AUTÓNOMOS

De todo lo anteriormente expuesto. Es necesario ahora centrarse en las consideraciones que Chile debiera tener en cuenta al momento de definir políticas públicas y las normativas necesarias ante la introducción de tecnologías robóticas, en este caso de los Vehículos Autónomos, a fin de asegurar un proceso lo menos traumático y distorsionante posible.

5.1. Preguntas que plantea la introducción de los VA

A medida que la tecnología avanza y las capacidades que presentan los VA aumentan es imposible no pensar en situaciones conflictivas que estos vehículos deberán enfrentar. Surgen muchas preguntas que es necesario ir tratando de responder anticipadamente:

- ¿Cómo se debe regular el uso de VA, y en qué nivel?
- ¿Cómo debe probarse la seguridad de los VA y quién debe hacerlo? ¿Qué normas de seguridad se deberían aplicar a los VA?
- ¿Cómo se asignarán las responsabilidades ante eventuales accidentes?
- ¿Bajo qué condiciones serían apropiadas las limitaciones a la responsabilidad?
- ¿En qué medida los diseñadores de políticas deberían incentivar la adopción de VAs? ej, a través de una infraestructura inteligente, carriles exclusivos en autopistas, incentivos para fabricantes o consumidores.

Todas ellas son inquietudes legítimas de toda la sociedad en general, que necesitan una respuesta. De esta forma se valida la tecnología y se generan las confianzas necesarias para el éxito en la implantación.

A pesar del escenario de incertidumbre que generan los VA en términos de sus posibles capacidades y desafíos, es extremadamente necesario que los legisladores comiencen con la implementación de políticas públicas que regulen y permitan la circulación de VA de forma segura y responsable, independientemente de cuándo o cómo esta tecnología comience a regir. Estas políticas deberían centrarse en legislar para proteger el interés, la seguridad y el bienestar del público en general así como en crear un espacio adecuado para que las empresas sientan la confianza en invertir, y puedan implementar estas tecnologías tan pronto como su desarrollo lo permita.

Del análisis de la experiencia internacional antes revisada y del examen de la situación en que se encuentra Chile, en relación al tema de los vehículos autónomos, es posible arribar a una serie de recomendaciones, que abordan algunas de las áreas y líneas de acción más importantes de las políticas públicas necesarias de implementar para regular los VA y que pueden servir de guía, para conseguir una implementación segura, eficiente y sostenible de esta tecnología.

5.1.1. Actualización sistémica de las políticas públicas de movilidad y transporte, energía, medio ambiente y educación

La introducción de esta nueva tecnología de los Vehículos Autónomos va a necesitar una adecuación de envergadura de las actuales políticas de movilidad y transporte, de energía, de medio ambiente y de educación para una nueva forma de moverse en la ciudad, creando una sinergia de objetivos entre ellas a fin de recoger en todos sus ámbitos los efectos diversos de tal cambio tecnológico. Ello va a significar adecuación de las normativas vigentes, transformaciones en instituciones y entidades actualmente en funcionamiento y la creación de nuevas entidades que permitan cubrir las nuevas exigencias que planteará la introducción de esta tecnología. El gran desafío será lograr formular dichas políticas a partir de una mirada integradora, cuestión difícil de lograr en un sector público altamente fragmentado y en que las políticas públicas son elaboradas sectorialmente, sin que exista una visión integradora inicial que vaya ligando sus objetivos e instrumentos de manera armónica y sinérgica desde un comienzo. En todo caso, si tan ambicioso objetivo no se realiza, al menos habría que asegurar que exista una instancia donde estén presentes los diferentes ministerios y entidades, e incluso representantes del sector privado, que tendrán que ver de una manera u otra con los impactos de la introducción de esta tecnología para que allí se hagan propuestas que vayan en la dirección indicada.

5.1.2. Homologación y certificación de los VA

Actualmente la instancia que realiza la homologación de todo tipo de vehículo que circula por la vialidad pública nacional es realizada por la oficina llamada 3CV del Ministerio de Transportes. Tendrá que ser entonces esta misma instancia la que homologue y certifique los VA para que puedan circular por el país. Dadas las características de esta tecnología, sin embargo, se requerirá que el 3CV, así como el Ministerio en general, actualicen y adapten sus normativas sobre la materia, de modo que ello no se transforme en un obstáculo para la masificación de esta tecnología, que tantos beneficios ambientales traería para nuestras ciudades en particular.

Para que los VA puedan transitar por el país es necesario que cumplan una serie de requisitos y certificaciones que aseguren que la tecnología es segura, o al menos presenta mayor seguridad que la que presenta un controlador humano. Los desarrolladores de esta tecnología deben cumplir estándares específicos que cambiarán según el nivel de automatización que presente el vehículo y la certificación otorgada dependerá directamente del nivel al cual pertenezca el vehículo. De esta forma se establece quien posee el control del vehículo y será el responsable en caso de accidente (ver tabla N° 5.1). Adicionalmente, se debe considerar la duración temporal de esta certificación o si será válida en todo el país o bien limitada a ciertas zonas geográficas.

Tabla N° 5.1: Niveles de certificación para sistemas de manejo automatizado.

Nivel	Tecnología	Certificación del sistema de conducción automática (SCA)
0-1	No Automatización	El conductor debe tener licencia de conducir, estar alerta y operar el vehículo todo el tiempo.
2	Automatización parcial	El conductor debe tener licencia de conducir y es responsable de supervisar el SCA en todo momento. El sistema debe incluir un monitoreo al conductor o alerta de conciencia y certificar la negación del servicio si es que el conductor pierde el foco.
3	Automatización Condicional	La organización que certifique debe validar el correcto funcionamiento de todos los SCA que controlan todos los aspectos de la conducción. Se entenderá que el conductor humano responderá adecuadamente si el sistema requiere su intervención. Se debe definir un tiempo adecuado y seguro para la desconexión del sistema.
4	Alta Automatización	La organización debe certificar todos los SCA para todas las funciones de manejo dentro de un entorno operacional adecuado.
5	Automatización Total	La organización debe certificar todos los SCA para todas las funciones de manejo en todos los lugares y en todos los entornos.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.3. Responsabilidad y seguro

Uno de los mayores desafíos que presenta la tecnología de los vehículos autónomos está relacionada, por un lado, con la asignación de responsabilidades por colisiones y, por otro, con el tipo de seguro de accidentes contra daños que se debe aplicar en caso de un accidente en el cual haya comprometido un vehículo sin conductor.

En la actualidad, la responsabilidad de conducción es absolutamente de la persona que opera el vehículo. Sin embargo, algunos expertos indican que en el caso de los vehículos autónomos esta responsabilidad debiese traspasarse a los desarrolladores del software o fabricantes del vehículo.

Las compañías que desarrollan vehículos autónomos y las compañías aseguradoras desconocen las respuestas fundamentales en temas relacionados a responsabilidades por el uso de estos productos. Por ello, es urgente modificar y entregar mayor claridad y desarrollar un marco legal que regule esta tecnología.

En la mayoría de los casos, la asignación de responsabilidad es directa, por ejemplo, conducción de automatización Nivel 1, el cual incluye control de velocidad, es el conductor humano quien claramente es el responsable de conducir el vehículo, sin embargo, lo contrario ocurre para los niveles 4 y 5, donde el conductor no es el responsable de intervenir y asumir la responsabilidad en cualquier caso. Para estos casos la asignación de responsabilidades es clara, los problemas más serios surgen en los niveles 2 y 3 donde las características de manejo

automático pueden maniobrar el vehículo en la mayoría de los casos, pero requieren que el conductor humano tenga finalmente el control.

En Estados Unidos, algunos estados, están comenzando a establecer un marco legal y de responsabilidad para abordar los VA. Por ejemplo, California propuso una norma en el año 2015 que exigiría a los VA tener controles manuales y un conductor con licencia, lo que implica que la responsabilidad permanecerá en el conductor humano, sin embargo, este requisito puede restringir la finalidad de los VA, la cual apunta a desarrollar vehículos totalmente autónomos sin volantes ni ningún tipo de control manual.

En el año 2016, Florida aprobó la primera legislación que legaliza vehículos totalmente automatizados en vías públicas sin un conductor presente. Lo cual da a entender que este Estado responsabilizará a la tecnología automática en caso de accidente.

5.1.4. Compatibilización de leyes

Se deberán crear grupos de trabajo de partes interesadas para supervisar el desarrollo de las leyes. Este grupo deberá estar compuesto por todas las partes interesadas: legisladores, reguladores, abogados, desarrolladores de VA, privados, grupos de comercio, grupos comunitarios, grupos ambientalistas y otros que tengan un interés directo en los resultados de políticas para VA. El grupo debería reunirse regularmente, tal vez dos o cuatro veces al año, y debe proporcionar orientación a los responsables de las políticas sobre cómo integrar mejor las regulaciones con las leyes existentes en un entorno tecnológico en constante cambio.

5.1.5. Ciber-Seguridad y propiedad de los datos

En lo que respecta a seguridad y propiedad de los datos surgen al menos cinco preguntas que deben ser analizadas y estudiadas para lograr su regularización.

- ¿Quién debería ser el dueño o controlar los datos del vehículo? - ¿Qué tipo de dato será almacenado?
- ¿Con quién estos conjuntos de datos serán compartidos?
- ¿De qué manera estarán disponibles estos datos?
- ¿Con qué finalidad serán usados?

Para dar respuestas a estas preguntas se identifican las siguientes propuestas.

i. Definir explícitamente la propiedad de los datos del vehículo

Los datos generados por los VA serán recopilados y almacenados por los fabricantes de esta tecnología pero deberán ser entregados a las autoridades respectivas y al conductor del vehículo en caso de accidentes cuando el nivel de automatización del vehículo sea por ejemplo nivel 2, donde se espera que el conductor del vehículo esté atento a las condiciones

del viaje. Pero si el accidente involucra a un vehículo con automatización total, la empresa tecnológica será la dueña exclusiva de los datos, sin embargo deberá compartirlos con la autoridad si son requeridos.

ii. *Exigir explícitamente a la industria de VA que proteja la privacidad de los propietarios de los vehículos*

Los fabricantes deben proteger la privacidad de los propietarios del vehículo y no se debe permitir que las compañías distribuyan información personal identificable sobre los propietarios u ocupantes del vehículo sin su aprobación y conocimiento. Los consumidores deben ser informados de estas reglas de propiedad de los datos antes de comprar el auto.

iii. *Definir la responsabilidad por fallas que sean el resultado de una violación de seguridad*

La vulnerabilidad de los sistemas ante ataques cibernéticos es alto y es imposible crear sistemas que no puedan ser pirateados, por ello, es sumamente importante que los desarrolladores de VA garanticen la seguridad de sus sistemas, para conseguir esto, se les debería asignar la responsabilidad en caso de accidentes causados por alguna violación de seguridad, de esta manera ellos le darían la seriedad e importancia que la piratería merece, salvaguardando la seguridad pública y adicionalmente garantizando la aceptación del consumidor.

Si nuevas actualizaciones de seguridad son requeridas por el software, se deben poner a disposición de los VA inmediatamente ya sea por aire o presencialmente, si el dueño del VA se niega a realizar la actualización, este vehículo deberá bloquear la disponibilidad de los servicios de automatización hasta que sea actualizado.

iv. *Establecer acuerdos de intercambio de datos entre organismos públicos para mejorar la planificación y las operaciones del transporte local*

Para mejorar la infraestructura, mejorar la planificación de viajes, respuestas a emergencias y poder mitigar la congestión obteniendo un beneficio público mayor, es que los VA podrían compartir la información sobre los viajes y caminos públicos que utilizan. De esta forma los usuarios y agencias que administran el tráfico podrán conocer el flujo de tráfico y estado de las carreteras.

v. *Actualizar o crear leyes que prohíban y castiguen cualquier engaño o deshabilitación de las comunicaciones de los VA*

Para lograr que los VA sean una realidad es necesario realizar pruebas de forma segura, por ello las ciudades con centros de prueba deben asegurar la no existencia de actividades

dañinas que puedan interferir con la operación segura de los VA. Para ello es necesario la implementación o actualización de leyes que regulen esto.

5.1.6. Infraestructura y financiamiento

Uno de los obstáculos que presenta la tecnología de los VA es el relacionado con la infraestructura apropiada y necesaria para que puedan transitar. Las carreteras y señalizaciones de hoy están acondicionadas para conductores humanos por lo que deberán adaptarse para que esta tecnología pueda funcionar.

Las ciudades deberán mejorar o adaptar sus señalizaciones:

- Los trabajadores de la construcción y vehículos de emergencia podrían comunicarse con los VA a través de aplicaciones de teléfonos inteligentes o señales inalámbricas, en lugar de utilizar gestos con las manos, sirenas o luces.
- Las señales de tránsito como semáforos y símbolos se podrían transmitir de forma inalámbrica para garantizar que los sensores de los VA los registren independiente de la posición del sol.

Estas reparaciones o actualizaciones implican costos que podrían significar millones de dólares, costos que deberán ser obtenidos a través de algún mecanismo de recaudación de dinero que permita suplir las posibles pérdidas por conceptos de estacionamientos e infracciones de tránsito que la tecnología de VA generará y además, permita cubrir los costos asociadas a nueva infraestructura.

Para que los vehículos autónomos puedan transitar necesitan de una infraestructura que soporte el correcto funcionamiento de ellos. Como etapa inicial los países deberán contemplar inversiones destinadas a mejorar las condiciones de las carreteras, demarcar claramente los carriles, poseer un pavimento uniforme y sin baches, mejorar las señales de tránsito y letreros los cuales deberán funcionar correctamente y ser fácilmente visibles. Sin embargo, como segunda etapa, se debe considerar una inversión futura mayor la cual está relacionada con una “infraestructura inteligente” o conectada. Para obtener los ingresos necesarios para cubrir los costos que esta infraestructura inteligente necesita se debe diseñar e implementar una tarifa relacionada con los kilómetros recorridos por el vehículo autónomo, considerando variables como nivel de automatización utilizada, kilómetros recorridos, tamaño del vehículo, número de pasajeros, entre otros. De esta forma se podrá obtener la fuente de ingresos que permita adaptar o construir la infraestructura que esta tecnología necesita.

5.1.7. Conectividad del vehículo

La tecnología de vehículos conectados VC, es aquella que permite a los vehículos establecer una comunicación entre vehículos (vehículo a vehículo o V2V) y una comunicación entre vehículos e infraestructura (vehículo a infraestructura o V2I). La combinación de tecnología tipo VA y VC es conocida también como (V2X) la cual, asigna aún más beneficios y mejoras a la conducción autónoma. Sin embargo, para que V2X sea una realidad es necesario que los países establezcan estándares para la comunicación independientemente del fabricante (por ejemplo, un Honda Accord debe poder comunicarse con un Ford Fusion), además de asegurar la inversión pública en infraestructura.

En el año 1999, la Federal Communications Commission (FCC de USA) asignó parte del espectro electromagnético para un sistema llamado Comunicación de Corto Alcance Dedicada (DSRC), que provee un rango de canales de comunicación para que los vehículos lo utilicen para comunicarse entre sí (James, A, 2016).

5.1.8. Inversión en investigación

Los gobiernos deben generar mecanismos para incentivar el desarrollo de esta tecnología, a través de alianzas público-privadas, para que las iniciativas del sector privado, en conjunto con las investigaciones universitarias, puedan ser implementadas con la utilización de recursos provenientes del sector público y privado. De esta forma, se podrá garantizar la creación de centros de prueba o bien se facilitará el uso de la infraestructura pública, implementando “zonas VA o corredores VA” para evaluar cómo funcionan los vehículos en entornos urbanos complejos.

5.1.9. Desarrollo de la fuerza de trabajo o formación de capital humano

Si bien la adopción de este tipo de tecnología producirá una pérdida importante de fuentes de trabajo, se prevé también nuevos tipos de trabajo.

Uno de los primeros empleos que podrían sufrir las consecuencias de la automatización son los talleres mecánicos y todos aquellos que se dedican a la venta de partes y piezas de vehículos. Se supone que ello puede ser una consecuencia de la disminución esperada en accidentes de tránsito que el nivel 3 de automatización podría provocar. Pero sin lugar a dudas, los niveles de automatización 4 y 5 serán los que más afecten a la fuerza laboral, conductores profesionales de taxis y autobuses, camioneros y otros son empleos que están destinados a desaparecer. Una investigación realizada en la Universidad de Columbia estimó que una flota de 9.000 vehículos automatizados podría cubrir una flota de 13.000 taxis, proporcionando ahorros en tiempo, costos y emisiones contaminantes pero generaría una pérdida de 233.000 empleos de taxistas en Estados Unidos (James, A, 2016).

Sin embargo, se espera también que los VA generen nuevos modelos de negocios y que surja la necesidad de nuevas ocupaciones. Aun es poco claro cuáles serán los nuevos empleos, sin embargo se sabe que habrá una necesidad por expertos en mantención de VA, operadores remotos de flotas de VA, educadores sobre las funciones y limitaciones de estos vehículos que ayuden a consumidores, legisladores y distribuidores.

Por ello, una de las recomendaciones que se deben considerar es trabajar con las instituciones académicas, centros de formación de profesionales e institutos de formación técnica para adoptar o crear nuevas mallas académicas para contar con técnicos y profesionales preparados para la llegada de estas nuevas tecnologías. Habrá asimismo que organizar programas que permitan reciclar o re-entrenar a quienes vayan perdiendo su empleo por el cambio de perfiles profesionales y técnicos que en esta nueva situación se requerirá, de modo de mitigar el impacto social de este cambio tecnológico que está ad portas.

Las universidades, las empresas y el gobierno deberán trabajar activamente para minimizar los efectos negativos de la automatización, implementando programas de capacitación o desarrollo profesional para preparar a la fuerza laboral para la economía del futuro.

5.1.10.Desarrollar información para el mercado nacional

Si bien existe bastante información internacional con respecto a ventajas, características, normativas, proyecciones y estándares relacionados a VA, ésta se encuentra en su gran mayoría en idioma inglés lo cual puede significar una dificultad, sin embargo, es necesario que la clase política cuente con toda la información respecto a esta tecnología. Por otro lado, el rápido avance de la tecnología produce que continuamente aparezcan nuevas consideraciones relativas a la adopción de ésta, lo cual puede llevar a confusión respecto al tema. Por ello es de suma importancia contar con información actualizada y disponible para los tomadores de decisión del país.

5.1.11.Informar a la población y formar a las nuevas generaciones en una nueva cultura de movilidad

Otro punto a considerar es la información que se debe proporcionar a la ciudadanía. Se deben dar a conocer la tecnología y sus ventajas, considerando por ejemplo, la creación de portales informativos cercanos a los ciudadanos. Adicionalmente, se deben introducir cursos o talleres en la malla curricular escolar, con el fin de ir formando a los nuevos ciudadanos en las distintas formas de moverse por la ciudad.

5.1.12.Implementar incentivos para comenzar con la adopción de VA en Chile

La experiencia de otros países ha demostrado que los incentivos gubernamentales han sido altamente exitosos cuando se desea una rápida adopción de nuevas tecnologías. Tales incentivos pueden ser de diversa naturaleza, desde rebaja en valor de permisos de circulación, rebaja de impuestos de importación, subsidios verdes (elevando a la vez la tasa del impuesto verde que actualmente pagan los vehículos diésel) y otros, hasta exención permanente de restricción vehicular, etc.

5.1.13.Re-estudio de fuentes de ingresos municipales

Dado que algunas de las medidas que pueden tomarse para estimular el recambio tecnológico del parque vehicular pudieran afectar los ingresos de los municipios, es recomendable en paralelo estudiar la matriz de esos impuestos y la forma y cuantía en que algunas de sus fuentes pudieran verse afectadas, de modo de ver formas de compensar con otros impuestos o medidas la pérdida de ingresos que puedan tener por la introducción de esta tecnología de los VAs con otros impuestos.

5.1.14.Comenzar con pilotos de prueba

Es necesario comenzar a probar esta tecnología en las ciudades chilenas a través de proyectos pilotos. De esta forma se conocerá en la práctica los problemas normativos y de diferente naturaleza que planteará la incorporación de esta tecnología y se conseguirá además la aceptación y conocimiento por parte de la población de la misma.

En conclusión, es amplia la variedad de esferas sobre las que será necesario actuar desde ya para ir preparando al país y a la sociedad chilena para la incorporación masiva de estos VAs, lo que plantea desafíos no menores a las autoridades de gobierno como también a las municipalidades, por lo que la inclusión de este tema en la agenda pública es un tema apremiante.

6. CONSIDERACIONES ÉTICAS RELACIONADAS A LOS VEHÍCULOS AUTÓNOMOS

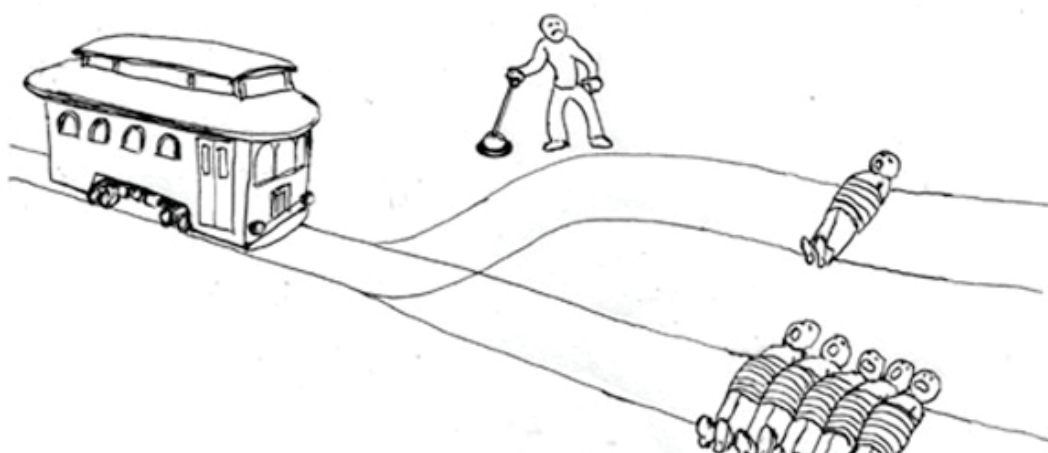
En este capítulo, se revisaron las principales consideraciones éticas relacionadas con la introducción de vehículos autónomos a la sociedad.

Como se ha relatado en las secciones anteriores, los VA prometen reducir la tasa de accidentes de tránsito drásticamente, sin embargo, es muy difícil que se puedan prevenir los accidentes completamente, por ello, es esencial que se tomen decisiones correspondientes como por ejemplo reglamentar las pautas en el desarrollo del software que utilizarán estos vehículos en la toma de decisiones.

El avance en la tecnología ha puesto a los gobiernos y sociedades en un conjunto de dilemas, algunos ya conocidos hace muchos años como es el “dilema del carro” y otros nuevos que han puesto a los gobiernos en la necesidad de reglamentar y regular. Los cambios emergentes provocados por estas tecnologías han abierto una gran cantidad de preguntas muchas de ellas de carácter ético, donde múltiples factores deben ser evaluados, para tomar una decisión de lo que se quiere, debe y puede hacerse.

Este dilema también conocido como “The trolley problem” surge en el año 1967, y plantea lo siguiente; “Un carro fuera de control se desplaza por un riel, si continua en ese sentido el carro matará a 5 trabajadores que se encuentran en la vía, accionando una palanca se puede cambiar la dirección del carro hacia otra vía, pero en éste caso matará a 1 trabajador que se encuentra en esa dirección.” ¿Que hacer?, ¿Impulsar la palanca y matar a una persona o dejar que el carro siga su recorrido y matar a 5?.

Figura N° 6.1: Dilema del carro



Fuente: <https://imgur.com/gallery/pKEMa>.

La llegada de los vehículos automáticos ha vuelto a poner en discusión este dilema, dado que serán los expertos programadores quienes tendrán que entregar las instrucciones sobre cómo reaccionar en ciertas situaciones. Por ejemplo: ¿Debería un vehículo autónomo poner en peligro a un conductor?; ¿Existirá algún tipo de preferencia por edad, raza, sexo, profesión, etc?; dado que los automóviles pueden acceder a los datos de otros conductores cercanos, ¿se podría utilizar esa información para tomar una decisión?

Estas son algunas de las preguntas que expertos de todo el mundo se encuentran trabajando. Ingenieros de Massachusetts Institute of Technology (MIT, 2018) han desarrollado una aplicación llamada Moral Machine, la cual pretende catalogar la opinión humana, sobre como los VAs deberían responder en diversas condiciones.²

Expertos alemanes ya han establecido un conjunto de normas éticas que deben ser evaluadas al momento de legislar esta tecnología. A continuación, se presenta el listado con las 19 normas éticas consideradas por este país. (ENOTRANS, 2017).

1. El principio de la autonomía personal significa que los individuos disfrutan de libertad de acción de la cual ellos mismos son responsables, por lo tanto el desarrollo tecnológico asociado a los VA obedece este principio al tener como uno de sus propósitos aumentar las oportunidades de movilidad y hacer posibles beneficios adicionales.
2. La protección de los individuos es prioritario sobre todas las demás consideraciones utilitarias. Por ello, la aceptación de usar VA solo es justificable si promete reducir el daño generado por accidentes en comparación con el daño producido por la conducción humana, es decir, obtener un balance positivo de riesgos.
3. El principio rector es evitar accidentes, por ello, el sector público debe garantizar la seguridad de los VA en el entorno público. Sin embargo, no se deben dejar de considerar los efectos residuales negativos que esta tecnología trae consigo y evaluar su inserción solo si los efectos positivos son mayores a los negativos.
4. La tecnología automatizada y conectada debería diseñarse para prevenir accidentes y evitar que situaciones en las cuales un VA deba "decidir" cuál de dos males provocar. En este contexto, todas las opciones tecnológicas, tales como; tráfico controlable, sensores del vehículo, rendimiento de frenado, señales para personas en riesgo y hasta la prevención por medio de carreteras "inteligentes" debe ser utilizada y continuamente mejorada.

² Massachusetts Institute of Technology - Moral Machine. <http://moralmachine.mit.edu/>

5. El uso de sistemas de conducción altamente automatizados, como por ejemplo, prevención automatizada de colisiones, puede ser obligatoria social y éticamente si puede disminuir el riesgo de daños a otros. Contrariamente, la obligación impuesta por ley de usar sistemas de transporte totalmente automatizados es éticamente cuestionable si implica la sumisión absoluta a artefactos tecnológicos.
6. En situaciones inevitables, la protección de la vida humana goza de la máxima prioridad en el equilibrio de los intereses. Por lo tanto, dentro de las limitaciones de lo que es tecnológicamente factible, los sistemas deben estar programados para aceptar daños a animales o propiedades durante un conflicto si esto significa que se pueden prevenir las lesiones personales.
7. Las decisiones dilemáticas, como decidir entre una vida u otra, dependen de la situación específica, lo que conlleva a un comportamiento "impredecible" por parte de las partes afectadas. Por lo tanto, no pueden ser claramente estandarizados, ni pueden ser programados de tal manera que sean éticamente incuestionables. Por esta razón, sería deseable poseer una agencia independiente del sector público (por ejemplo, una Oficina Federal para la Investigación de Accidentes con Sistemas de Transporte Automatizados o una Oficina Federal para la Seguridad en el Transporte Automatizado y Conectado) la cual vaya procesando sistemáticamente las lecciones aprendidas.
8. En situaciones inevitables, se encuentra estrictamente prohibido hacer algún tipo de distinción entre sexo, edad, apariencia física o mental cuando un accidente inevitable vaya a ocurrir. Sin embargo, la programación de estos algoritmos de decisión, si podría contemplar y ser justificable, reducir el número de lesiones personales.
9. En el caso de los sistemas de conducción automatizados y conectados, la responsabilidad que antes era exclusiva de los conductores pasa de los automovilistas a los fabricantes y operadores de los sistemas tecnológicos y de los organismos responsables de la infraestructura, las políticas y los aspectos legales. Los regímenes de responsabilidad legal y su transformación en las decisiones tomadas por los tribunales deben reflejar esta transición.
10. La responsabilidad por los daños causados por los sistemas de conducción autónomos se rigen por los mismos principios que en la responsabilidad de otros productos. De esto se deduce que los fabricantes u operadores están obligados a optimizar continuamente sus sistemas, observar y mejorar aquellos sistemas que ya han sido entregados cuando sea tecnológicamente posible y razonable.
11. El público tiene derecho a estar informado sobre las nuevas tecnologías y su implementación. Los principios aquí desarrollados, manuales de usuario y la programación de vehículos automatizados debe entregarse de una forma lo más

transparente posible al público, esta debe ser revisada por un organismo independiente profesionalmente adecuado.

12. Aún no es posible decir si será posible y conveniente contar con la conectividad completa y con el control central de todos los vehículos, por lo cuestionable que esto puede ser.
13. La conducción automatizada es justificable solo en la medida en que los ataques informáticos o las debilidades innatas del sistema, no causen un daño tan grande que vayan a destruir la confianza de las personas en el transporte por carretera.
14. Los modelos comerciales que aprovechan los datos generados por la conducción automatizada - conectada deben estar limitados, dado que son los encargados de los vehículos y los usuarios quienes deciden si los datos que generan se deben reenviar y utilizar. La naturaleza voluntaria de dicha divulgación de datos presupone la existencia de alternativas serias y factibles.
15. Debe ser posible distinguir claramente si se está viajando en modo automatizado o es un controlador humano quien conduce el vehículo, de esta forma se podrá conocer específicamente de qué lado están las responsabilidades, especialmente la responsabilidad del control. La distribución de responsabilidades, por ejemplo con respecto al tiempo y accesos, deben documentarse y almacenarse, esto se aplica especialmente a los procedimientos de transferencia de personas a tecnología. Se debe buscar la estandarización internacional de los procedimientos de entrega y su documentación (registro) para garantizar la compatibilidad de las obligaciones de registro o documentación.
16. El software y la tecnología en vehículos altamente automatizados deben diseñarse de manera tal que se evite virtualmente la necesidad de un traspaso abrupto de control al conductor ("emergencia"). Para permitir una comunicación eficiente, confiable y segura entre personas y máquinas y prevenir la sobrecarga, los sistemas deben adaptarse más al comportamiento comunicativo de los humanos en lugar de requerir que los humanos mejoren sus capacidades de adaptación.
17. Los sistemas de auto-aprendizaje y su conexión a bases de datos de escenarios establecidos pueden permitirse éticamente solo si generan beneficios de seguridad. Parecería recomendable entregar escenarios relevantes en un catálogo central para desarrollar estándares universales apropiados, incluidas las pruebas de aceptación.
18. En situaciones de emergencia, el vehículo debe ser autónomo, es decir, sin asistencia humana, entrar en una "condición segura". Es deseable que esté claramente detallado la definición de una condición segura y de como serán las rutinas de transferencia.

19. El uso adecuado de los sistemas automatizados debe formar parte de la educación digital general de las personas. El manejo adecuado de los sistemas de conducción automáticos debe enseñarse de una manera apropiada durante la enseñanza de la conducción.

Chile debiera estar tomando en cuenta desde ya estos debates y reflexiones, aprovechando la experiencia internacional y recogiendo los avances realizados en la materia, de modo de anticiparse a los problemas que irán surgiendo con la llegada de estos vehículos al país, que es sólo cuestión de un poco tiempo que suceda. No debe ocurrir, especialmente en este caso, como ha sucedido con los taxis Uber, que están funcionando desde hace más de tres años en el país sin que aún se haya dictado norma alguna que los regule, como debiera ser. En el caso de la introducción de los VA sus impactos serán más grandes y de mayor significación en varias esferas, por lo que actuar con la debida anticipación es un tema de responsabilidad política básica. Se espera que el presente estudio colabore en esa dirección.

7. CONCLUSIONES

De este estudio pueden desprenderse una serie de conclusiones que pueden ser útiles para orientar las decisiones de las autoridades políticas, a fin de prepararse para un cambio que está pronto a realizarse.

El acelerado desarrollo que han experimentado tecnologías como la Inteligencia Artificial, el Big Data, y el Internet de las Cosas, entre otros, han proporcionado una continua mejoría en la calidad de vida de las personas, debido a los múltiples productos y servicios que ellas ofrecen. Sin embargo, para que el uso y desarrollo de estas tecnologías siga generando beneficios y prestando ayuda a las personas, es indispensable implementar medidas destinadas a normar y planificar su inserción en las sociedades. Las grandes potencias del mundo así lo han entendido y ya hace un tiempo se encuentran trabajando en la implementación de un marco regulatorio destinado a cumplir este objetivo.

Se espera que con la inserción de estas nuevas tecnologías disruptivas se produzcan una serie de cambios productivos y sociales que deben ser cuidadosamente trabajados. Se crearán nuevos mercados y se generaran nuevos modelos de negocios donde áreas tan sensibles como salud, educación, transporte, seguridad, entre otras, se verán profundamente afectadas, por ello, para lograr maximizar los beneficios que esta tecnología promete y minimizar los posibles efectos negativos que se visualizan, es fundamental legislar y planificar cuidadosamente la incorporación de estas tecnologías a las sociedades. La regulación nueva o adaptada debe ir orientada principalmente en asegurar la eficiencia; la protección del consumidor y de sus datos; asignar responsabilidades ante fallos; e implementar medidas destinadas a apoyar a la gran cantidad de trabajadores que se verán afectados debido a la pérdida o desaparición de sus empleos.

Específicamente, los Vehículos Autónomos, el cual fue el objeto de este estudio, es una de aquellas tecnologías que promete cambiar la vida de las personas en cuanto a movilidad se trata. La drástica disminución en las tasas de accidentes de tránsito junto con la asistencia a personas con capacidades diferentes son algunos de los principales beneficios que los VA prometen. Adicionalmente, se esperan beneficios sociales y económicos debido a los efectos en la congestión por la disminución de accidentes de tránsito, uso del suelo por cambios en el comportamiento de adquisición de viviendas, disminución de estacionamientos debido a que no habrá necesidad de estacionar y finalmente el efecto esperado en energía y combustibles debido a su naturaleza eléctrica que promueve un desplazamiento limpio y libre de contaminantes.

Chile se presenta como un país que se encuentra abierto a probar los vehículos autónomos, se visualiza un interés político por introducir esta tecnología, pero pocas acciones concretas se han realizado. Chile se posicionó en el lugar número 17 del ranking desarrollado en esta investigación, en la cual se evaluaron los pilares de política y legislación; tecnología e innovación; infraestructura y aceptación del consumidor. El resultado obtenido es un reflejo

del momento actual que se encuentra viviendo el país y deja al descubierto los múltiples desafíos en los que se debe trabajar para lograr una adopción exitosa. Por otro lado, la posición obtenida en el ranking puede ser un aliento para comenzar a trabajar en las recomendaciones planteadas dado su cercanía a países con mayor nivel de desarrollo.

Para que Chile logre alcanzar el nivel de aquellos países que se encuentran en las primeras posiciones, es necesario que comience a trabajar en primer lugar en establecer una regulación apropiada para esta tecnología, donde se deben considerar tópicos relacionados con homologación y certificación de VA; responsabilidad y seguros; compatibilización y/o creación de leyes; seguridad y propiedad de los datos; infraestructura y financiamiento; centros de investigación; fuerza de trabajo y formación del capital humano. La experiencia de países más avanzados tecnológicamente ha demostrado que estas son situaciones que sin duda se deben abordar. Sin embargo, existen variables que a ciencia cierta no se sabe cómo será su comportamiento y será cada nación la encargada de hacer las regulaciones que corresponda según su realidad. Para aquellas situaciones en las cuales no hay referente orientador, es indispensable contar con un marco legislativo mínimo que sea capaz de evolucionar y adaptarse.

En segundo lugar, Chile debe emprender una serie de líneas de acción para prepararse ante la introducción próxima de estas nuevas tecnologías de electromovilidad, como: desarrollar información para el mercado nacional respecto a características tecnológicas, ventajas, normativas, proyecciones y estándares relacionados con los vehículos autónomos; regulación y estandarización del uso de esta tecnología; formación de capital humano, informar y educar a la población sobre las consecuencias que el uso de estas tecnologías tendrán en el plano de la cultura de movilidad de las personas, implementar una política de incentivos orientada a la introducción ordenada de estas tecnologías en el país, llevar a cabo estudios y pruebas piloto para aprender en la práctica acerca de tipo y esferas de regulaciones que requerirá la introducción de estas tecnologías, preparar al Ministerio del ramo para que pueda estar a la altura técnica y normativa que exigirá la introducción de estas nuevas tecnologías.

Es fundamental que el país inicie un análisis profundo acerca de los impactos que esta y otras tecnologías producirán en diferentes esferas del quehacer nacional, preparando todos los mecanismos diversos que se requerirán para que la introducción de estas tecnologías sea ordenada y lo menos disruptiva posible desde el punto de vista laboral y del funcionamiento de la ciudad, incluyendo un debate ético detenido de las implicancias diversas que en esta esfera plantean estas tecnologías, lo que debiera traducirse en los marcos normativos que se dicten.

8. BIBLIOGRAFÍA

ACCM, (2016). Autonomous Car Control Mechanism. <<http://www.patentinsightpro.com/techreports/0416/Autonomous%20Car-Control%20Mechanism.pdf>>. [Accedido: 26-11-2018].

AIE, (2017). Global EV Outlook 2017. <<https://webstore.iea.org/global-ev-outlook-2017>>. [Accedido: 26-11-2018].

Brynjolfsson, E. y McAfee, A. (2014). La segunda era de las máquinas: Trabajo, progreso y prosperidad en una época de tecnologías brillantes. Nueva York: WW Norton and Company, Inc.

BioBio, (2017, Octubre 10) <<https://www.biobiochile.cl/noticias/nacional/region-del-bio-bio/2017/10/10/concepcion-contara-con-la-estacion-de-carga-de-autos-electricos-del-sur-de-chile.shtml>>. BioBio Chile. [Accedido: 26-11-2018].

BioBio, (2018, Octubre 04) <<https://www.biobiochile.cl/noticias/nacional/region-metropolitana/2018/10/04/dtpm-contrato-a-consultora-externa-para-modelamiento-financiero-del-nuevo-transantiago.shtml>>. BioBio Chile. [Accedido: 26-11-2018].

CAAAI. (2012). Mapping the legal framework for the introduction into society of robots as autonomous intelligent systems. <http://www.caaai.eu/wp-content/uploads/2012/08/Mapping-L_N-fw-for-AIS.pdf> [Accedido: 2018-04-01].

Cameron, F. y Karsten, J. (2017). Gauging investment in self-driving cars. <<https://www.brookings.edu/research/gauging-investment-in-self-driving-cars/>>. [Accedido: 26-11-2018].

Carvahlo Soniya. (1997). Combining the Quantitative and Qualitative Approaches to Poverty Measurement and Analysis. *Work Bank Technical paper* N°36.

CEPAL. (2016). Seminario "Cambio climático, Gobernanza y Movilidad en América Latina y el Caribe, hacia dónde nos movemos". <<https://www.cepal.org/es/eventos/seminario-cambio-climatico-gobernanza-movilidad-america-latina-caribe-donde-movemos-0>>. [Accedido: 26-11-2018].

CHILE-PRENSA. (2018). <<https://prensa.presidencia.cl/fotonoticia.aspx?id=86588>>. [Accedido: 26-11-2018]

CIA. (2018). The World Factbook <<https://www.cia.gov/library/publications/resources/the-world-factbook/fields/2085.html>>. [Accedido: 26-11-2018].

CISCO. (2013). Half of the World's Consumers Trust Autonomous Cars, According to a New Study. <<https://inhabitat.com/half-of-the-worlds-consumers-trust-autonomous-cars-according-to-a-new-study/>>. [Accedido: 26-11-2018].

COMETLABS, (2016). Self-Driving Car Startups to Watch. <<https://blog.cometlabs.io/263-self-driving-car-startups-to-watch-8a9976dc62b0>>. [Accedido: 26-11-2018].

DF. (2018, Julio 31). Chile acelera en la ruta eléctrica. <<https://www.df.cl/noticias/site/artic/20180730/asocfile/20180730213546/20180731suple.pdf>>. Diario Financiero Suplemento. [Accedido: 26-11-2018].

Emol (2017, Noviembre 29). Chile en el carro de la cuarta revolución industrial. ¿Hay trabajos amenazados? <<http://www.emol.com/noticias/Economia/2017/11/29/885261/Chile-en-el-carro-de-la-cuarta-revolucion-industrial-Hay-trabajos-amenazados.html>>. El Mercurio Online. [Accedido: 2018-05-20].

ENEL. (2018). Electrolinerías <<https://www.eneldistribucion.cl/mapa-electrolinera>>. [Accedido: 26-11-2018].

ENOTRANS. (2013). Preparing a Nation for Autonomous Vehicles Opportunities, Barriers and Policy Recommendations. <<https://www.enotrans.org/wp-content/uploads/AV-paper.pdf?x43122>>. [Accedido: 20-06-2018].

ENOTRANS. (2017) Ethics commission automated and connected driving. <<https://www.enotrans.org/wp-content/uploads/2017/07/Bericht-Kurzfassung-englisch-Webversion.pdf?x43122>> ENO Center for Transportation. The National Leader in Policy and Professional Development for the Transportation Industry. [Accedido: 01-07-2018].

EUROPARL. (2017, Enero 12). Robots: Legal Affairs Committee calls for EU-wide rules. *European Parliament committees*. <<http://www.europarl.europa.eu/news/en/press-room/20170110IPR57613/robots-legal-affairs-committee-calls-for-eu-wide-rules>>. [Accedido: 23-07-2018].

EUROPARL.(2018). European Parliament committees. <<http://www.europarl.europa.eu/committees/en/supporting-analyses-search.html>>. [Accedido: 01-04-2018].

FHWA (2013). "Reducing Non-Recurring Congestion". *Federal Highway Administration, Office of Operations*.

FEM, (2015). Self-Driving Vehicles in an Urban Context. <http://www3.weforum.org/docs/WEF_Press%20release.pdf>. [Accedido: 26-11-2018].

FEM, (2016). "Networked readiness index. <http://reports.weforum.org/global-information-technology-report-2016/?doing_wp_cron=1544319171.0795459747314453125000> . [Accedido: 23-11-2018].

FEM, (2018) “Networked readiness index. <<http://reports.weforum.org/global-information-technology-report-2016/economies/#economy=CHI>>. [Accedido: 23-11-2018].

FEM, (2017). The global Competitiveness Report. <<http://www3.weforum.org/docs/GCR2017-2018/05FullReport/TheGlobalCompetitivenessReport2017-2018.pdf>> . [Accedido: 26-11-2018].

Ford, Martin. (2015). Rise of the Robots: Technology and the Threat of a Jobless Future. *Basic Books*.

Ford, Martin. (2017). How we’ll earn money in a future without jobs. <https://www.ted.com/talks/martin_ford_how_we_ll_earn_money_in_a_future_without_jobs>. [Accedido: 18-05-2018].

GOB. (2018). <<https://www.gob.cl/noticias/presidente-pinera-destaca-logros-de-su-visita-singapur-hemos-podido-avanzar-en-la-integracion-de-chile-con-el-mundo-para-crear-mas-empleo-mas-inversion-mejores-oportunidades/>>. [Accedido:26-11-2018].

GSMA.(2018) GSMA Mobile Connectivity Index. <<http://www.mobileconnectivityindex.com/#year=2016&indicatorType=enabler&index=infrastructure&dimension=&indicator=>>> [Accedido: 26-11-2018].

IIHS (2010). New estimates of benefits of crash avoidance features on passenger vehicles. <<https://www.iihs.org/iihs/sr/statusreport/article/45/5/2>>. [Accedido: 01-09-2018].

ITF. (2015a). "Urban Mobility System Upgrade: How shared self-driving cars could change city traffic", *International Transport Forum Policy Papers*, No. 6, OECD Publishing, Paris, <<https://doi.org/10.1787/5jlwvzdk29g5-en>>. [Accedido: 20-06-2018].

ITF. (2015b). "Automated and Autonomous Driving: Regulation under Uncertainty", *International Transport Forum Policy Papers*, No. 7, OECD Publishing, Paris, <<https://doi.org/10.1787/5jlwvzdfk640-en>>. [Accedido:01-07-2018].

James, A (2016) Autonomous vehicles Technology. A guide for Policymakers. <https://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/research_reports/RR400/RR443-2/RAND_RR443-2.pdf>. Rand Corporation. [Accedido: 01-07-2018].

Kaplan, J. (2015). Humans need not apply: A guide to wealth and work in the age of artificial intelligence. *Yale University Press*.

KPMG (2016a). Autonomous vehicles: The public policy imperatives.<<https://home.kpmg.com/xx/en/home/insights/2016/06/autonomous-vehicles-the-public-policy-imperatives.html>> [Accedido:01-07-2018].

KPMG (2016b). Shape shifting cities: Autonomous vehicles drive spatial planning for urban livability. <<https://home.kpmg.com/xx/en/home/insights/2016/11/av-drive-spatial-planning-for-urban-livability.html>> [Accedido:01-07-2018].

KPMG (2017a). Reclaiming space in the autonomous vehicle era. <<https://home.kpmg.com/xx/en/home/insights/2017/04/reclaiming-space-in-the-autonomous-vehicle-era.html>> [Accedido: 01-07-2018].

KPMG (2017b). Parking demand in the autonomous vehicle era <<https://home.kpmg.com/xx/en/home/insights/2017/07/parking-demand-in-the-autonomous-vehicle-era.html>>. [Accedido: 01-07-2018].

KPMG (2017c). Change Readiness Index. <kpmg.com/changereadiness>. [Accedido: 26-11-2018].

KPMG (2018). Autonomous Vehicles Readiness Index. <<https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/nl/pdf/2018/sector/automotive/autonomous-vehicles-readiness-index.pdf>> [Accedido:01-07-2018].

La Segunda.(2018), <<http://impresa.lasegunda.com/2018/05/09/A/5C3CM687>>. [Accedido: 04-06-2018].

Lewis, P., Rogers, G., Turner, S. (2017) Beyond Speculation. Automated Vehicles and Public Policy <https://www.enotrans.org/wp-content/uploads/2017/04/AV_FINAL-1.pdf?x43122> [Accedido: 20-06-2018].

MIT. (2018), Massachusetts Institute of Technology. <<http://moralmachine.mit.edu/>>. [Accedido: 20-11-2018].

Neil, J. (1999). Métodos de investigación. *Prentice Hall, México*.

Nevejans, N. (2016). European Civil Law Rules in robotics. <[http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/571379/IPOL_STU\(2016\)571379_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/571379/IPOL_STU(2016)571379_EN.pdf)> [Accedido: 01-04-2018].

NHTSA (2016). Federal Automated Vehicles Policy. Accelerating the Next Revolution In Roadway Safety. <<https://www.hsdn.org/?view&did=795644>> U.S. Department of transportation. [Accedido: 20-06-2018].

Ohio University, (2017). INFOGRAPHIC – The Future of Driving. <<https://www.engineering.com/DesignerEdge/DesignerEdgeArticles/ArticleID/15225/INFOGRAPHIC-The-Future-of-Driving.aspx>>. [Accedido: 01-07-2018].

OpenSignal, (2017). The State of LTE(June 2017). <<https://opensignal.com/reports/2017/06/state-of-lte>>. [Accedido: 26-11-2018].

OpenSignal, (2018). The State of LTE(February 2017). <<https://opensignal.com/reports/2018/02/state-of-lte>>. [Accedido: 26-11-2018].

Petit, N. (2017). Law and regulation of artificial intelligence and robots: Conceptual framework and normative implications. <<https://ssrn.com/abstract=2931339>>. [Accedido: 01-08-2018].

Robolaw, (2014). Regulating Emerging Robotic Technologies in Europe: Robotics facing Law and Ethics. <<http://www.robolaw.eu>>. [Accedido: 01-04-2018].

Stanford, University (2016). Artificial Intelligence and Life in 2030. One hundred year study on artificial intelligence. <https://ai100.stanford.edu/sites/default/files/ai_100_report_0831fml.pdf>. [Accedido: 22-09-2018].

The Aspen Institute, y Bloomberg Philanthropies. (2018). Initiative on Cities and Autonomous Vehicles. <<https://avsincities.bloomberg.org>>. [Accedido: 26-11-2018].

TheGlobeAndMail, (2018). How autonomous vehicles will transform economies <<https://www.theglobeandmail.com/report-on-business/rob-commentary/how-autonomous-vehicles-will-transform-economies/article28931855/>>. [Accedido: 10-07-2018].

VSI, (2016). Segmenting the Autonomous Vehicle Value Chain: A Look at Who is in the "Driverless" Seat <<http://www.prweb.com/releases/vsi/segmentsautonomousvehicle/prweb13472308.htm>>. [Accedido: 27-11-2018].

TWB, (2016). Global Competiveness Index. <https://wb-lpi-media.s3.amazonaws.com/LPI_Report_2016.pdf>. [Accedido: 26-11-2018].

TWB, (2018). Global Competiveness Index. <<https://lpi.worldbank.org/international/aggregated-ranking>>. [Accedido: 26-11-2018].

UBER, (2017). <<https://capplatam.com/nuevas-ciudades-de-chile-donde-esta-uber/>>, [Accedido: 26-11-2018].

UBER, (2018). <<https://www.uber.com/es-CL/blog/ciudades-donde-hay-uber-chile/>>, [Accedido: 26-11-2018].

ANEXOS

Anexo 1 - Marco referencial

A continuación, se presenta un listado con las principales organizaciones a nivel mundial que han estado trabajando para desarrollar un marco regulatorio para la tecnología de los vehículos autónomos, las que han sido la base referencial para la realización del estudio.

ENO-“The National Leader in Policy and Professional Development for the Transportation Industry”.

ENO-Center for Transportation, “Líder nacional en políticas y desarrollo profesional para la industria del transporte”, con sede en Washington, DC esta compuesto por un grupo de expertos neutral y no partidista que promueve la innovación política y lidera el desarrollo profesional en la industria del transporte. Como parte de su misión, ENO busca la mejora continua en el transporte y su liderazgo público y privado a fin de aumentar la movilidad, seguridad y sostenibilidad del sistema.

Líder en su campo durante casi un siglo, ENO proporciona a los líderes del gobierno y de la industria una investigación oportuna y una voz neutral sobre cuestiones de política. El Centro de Política de Transporte (CPT) de ENO publica análisis rigurosos y objetivos sobre los problemas que enfrenta el transporte y proporciona ideas y un camino claro hacia posibles soluciones. CPT también publica un boletín mensual de transporte que llega a 2,500 personas directamente más otros 40,000 a través del Transportation Research Board. Los foros de políticas de CPT reúnen a los líderes de la industria para discutir asuntos apremiantes y escuchar a los mejores investigadores en el campo.

ENO fue fundado en 1921 por Williams Phelps ENO (1859-1945), pionero en el campo de la gestión del tráfico en los Estados Unidos y Europa. El Sr. Eno buscó promover la movilidad segura procurando que el control del tráfico se convirtiera en una función aceptada del gobierno y que la ingeniería de tráfico fuera una disciplina profesional reconocida. Sus "Reglas del Camino", adoptadas por la ciudad de Nueva York en 1909, se convirtieron en el primer plan de tráfico urbano del mundo. También escribió el primer manual de normas de tráfico policial. En 1921 contrató y dotó a ENO Center for Transportation para atraer el pensamiento de otros expertos y especialistas en transporte, y para proporcionar un foro para discusiones imparciales que conducirían a mejoras en el movimiento de personas y bienes.³

³ ENO-Center for Transportation: <https://www.enotrans.org>

ITF-International Transport Forum.

El Foro Internacional de Transporte de la OCDE, es una organización intergubernamental con 54 países miembros. Actúa como un grupo de expertos para la generación de políticas en materia de transporte y organiza la cumbre anual de ministros de transporte. ITF es el único organismo global que cubre todos los modos de transporte.

ITF trabaja para generar políticas de transporte que mejoren la vida de las personas. Su misión es generar conciencia sobre el rol del transporte en el crecimiento económico, la sostenibilidad ambiental y la inclusión social y posicionar el perfil público de la política de transporte.

ITF actúa como una plataforma para el debate y pre-negociación en cuestiones de política de todos las formas de transporte. Se analizan tendencias, se comparte el conocimiento y promueve el intercambio entre los tomadores de decisiones de transporte y la sociedad civil. Sus países miembros son: Albania, Armenia, Australia, Austria, Azerbaiyán, Bielorrusia, Bélgica, Bosnia y Herzegovina, Bulgaria, Canadá, **Chile**, China (República Popular de), Croacia, República Checa, Dinamarca, Estonia, Finlandia, Francia, ex República Yugoslava de Macedonia, Georgia, Alemania, Grecia, Hungría, Islandia, India, Irlanda, Italia, Japón, Corea, Letonia, Liechtenstein, Lituania, Luxemburgo, Malta, México, República de Moldova, Montenegro, Países Bajos, Nueva Zelanda, Noruega, Polonia, Portugal, Rumania, Federación de Rusia, Serbia, Eslovaquia, Eslovenia, España, Suecia, Suiza, Turquía, Ucrania, Reino Unido y Estados Unidos.⁴

SAE - Society of Automotive Engineers.

SAE es una organización educativa y científica sin fines de lucro dedicada a promover la tecnología de movilidad para servir mejor a la humanidad. Más de 90,000 ingenieros y científicos, que son miembros de SAE, desarrollan información técnica sobre todas las formas de vehículos autopropulsados, incluidos automóviles, camiones y autobuses, equipos de fuera de carretera, aviones, vehículos aeroespaciales, sistemas marítimos, ferroviarios y de tránsito. SAE disemina esta información a través de sus reuniones, libros, documentos técnicos, revistas, estándares, informes, programas de desarrollo profesional y bases de datos electrónicas.

El Programa de Desarrollo de Estándares Técnicos de SAE es y ha sido durante casi un siglo, una de las principales organizaciones para las industrias de movilidad internacional: aeroespacial, automotriz y vehículos comerciales. La línea de productos de estándares SAE de hoy incluye casi 10,000 documentos creados a través del desarrollo de estándares de consenso por más de 240 Comités Técnicos de SAE con más de 450 subcomités y grupos de trabajo. Estos trabajos son autorizados, revisados y mantenidos por los esfuerzos voluntarios de más de

⁴ ITF-International Transport Forum: <https://www.itf-oecd.org>

9,000 ingenieros y otros profesionales calificados de todo el mundo. Además, SAE tiene 60 US Technical Advisory Group (USTAG) para los Comités ISO.⁵

NHTSA - The National Highway Traffic Safety Administration

NHTSA es responsable de mantener a las personas a salvo en las carreteras de los Estados Unidos. A través del cumplimiento de las normas de rendimiento del vehículo y las asociaciones con los gobiernos estatales y locales, NHTSA procura reducir las muertes, lesiones y pérdidas económicas por accidentes automovilísticos, a través de la educación, la investigación, las normas de seguridad y la aplicación.⁶

US Department For Transportation

El Departamento de Transporte del Gobierno de Estados Unidos fue establecido por una ley del Congreso el 15 de octubre de 1966. El primer día oficial de operación del Departamento fue el 1 de abril de 1967 y su misión es:

*"Asegurar que nuestra nación tenga el sistema de transporte más seguro, eficiente y moderno del mundo; que mejora la calidad de vida de todos los pueblos y comunidades estadounidenses, de las zonas rurales a las urbanas, y aumenta la productividad y la competitividad de los trabajadores y las empresas estadounidenses."*⁷

RAND-Corporation Objective Analysis. Effective Solutions (USA)

RAND-Corporation es una organización de investigación de los Estados Unidos que desarrolla soluciones a los desafíos de las políticas públicas para ayudar a que las comunidades de todo el mundo sean más seguras, más saludables y más prósperas. RAND es una organización sin fines de lucro, no partidista y comprometida con el interés público. Específicamente la investigación del impacto de los automóviles autónomos fue realizada por el Programa de Transporte, Espacio y Tecnología de RAND el cual es respaldado por agencias gubernamentales, fundaciones y el sector privado.

Este programa forma parte de RAND Justicia, Infraestructura y Medio Ambiente, una división de RAND Corporation dedicada a mejorar las políticas y la toma de decisiones en una amplia gama de dominios de políticas, incluida la justicia civil y penal, protección de infraestructura y seguridad nacional, transporte y política de energía, y política ambiental y de recursos naturales.⁸

⁵ SAE - Society of Automotive Engineers: <https://www.sae.org/works/customer.do>.

⁶ NHTSA - The National Highway Traffic Safety Administration: <https://www.nhtsa.gov>

⁷ US Department For Transportation: <https://www.transportation.gov>

⁸ RAND-Corporation Objective Analysis. Effective Solutions (USA).: <https://www.rand.org>

NCSL - National Conference of State Regulation

NCSA es una organización no gubernamental (ONG) bipartidista establecida en 1975 para servir a los miembros y al personal de las legislaturas estatales de los Estados Unidos. Desde 1975, NCSL ha sido el campeón de las legislaturas estatales. Ha ayudado a los estados a mantenerse fuertes e independientes al proporcionarles las herramientas, la información y los recursos para crear las mejores soluciones a problemas difíciles. Ha luchado contra acciones injustificadas en el Congreso y ha ahorrado a los estados más de \$ 1 mil millones. Ha llevado a cabo talleres para mejorar las habilidades de los legisladores y el personal legislativo en todos los estados.⁹

KPMG

KPMG es una entidad suiza con la que se afilian las empresas miembros independientes de la red KPMG. El área de transporte público de KPMG trabaja con las autoridades de transporte público para adoptar las tecnologías emergentes para ayudar a aumentar la capacidad, optimizar el ciclo de vida de los activos y aprovechar los datos existentes. KPMG ayuda a los gobiernos y a los proveedores de transporte a comprender y configurar el futuro del transporte público, a la vez que los guía para mejorar las experiencias de los clientes actuales.

KPMG, se destaca por ser un apoyo a sus clientes para aprovechar al máximo las oportunidades de las tecnologías disruptivas, incluidos Vehículos Electrónicos (VE) y Vehículos Autónomos (VA), movilidad como servicio (MaaS), activos inteligentes y sistemas de transporte, datos y análisis.

El área de gobierno global y sector público de KPMG trabaja para entregar resultados significativos a través de un entendimiento profundo de los problemas, una apreciación de cómo funciona el sector público y una visión global y local de las presiones culturales, sociales y políticas que enfrentan los gobiernos hoy en día.¹⁰

⁹ NCSL - National Conference of State Regulation: <http://www.ncsl.org>

¹⁰ KPMG: kpmg.com/government.

Anexo 2 - Metodología de análisis

A continuación se detalla la metodología utilizada por KPMG para obtener los valores de las 26 variables analizadas más las consideraciones personales realizadas para obtener los valores utilizados para Chile.

Pilar: Política y Legislación, dimensiones:

- 5.1. Regulaciones,
- 5.2. Departamento VA dentro del ministerio de transporte del gobierno,
- 5.3. Inversión del gobierno en infraestructura,
- 5.4. Número de pilotos de VA financiados por el gobierno,
- 5.5. Capacidad del gobierno,
- 5.6. Eficacia de los cuerpos administrativo y
- 5.7. Eficiencia del sistema legal en regulaciones desafiantes.

El rango de valores para las dimensiones 1, 2, 3 y 4 va entre 0.0 y 7.0 y se calificó según la información recopilada de artículos de medios, comunicados de prensa y regulaciones gubernamentales.

El criterio de asignación de puntaje fue el siguiente, aquellos países que cuentan con regulaciones que apoyan el uso de VA y aplican pocas restricciones sobre cuándo, dónde y cómo pueden realizarse las pruebas de VA tienen una puntuación más alta que aquellos más restrictivos. El mismo criterio fue utilizado para las dimensiones 3 y 4.

Para el caso específico de Chile, la dimensión 1 fue evaluada con puntaje 1.0 dado que no existe información asociada ni hay regulaciones gubernamentales al respecto, sin embargo, el país no se cierra a la adopción de estas nuevas tecnologías, como es el caso de India el cual fue evaluado con puntaje 0.0 en esta dimensión por esa razón. Las dimensiones 3 y 4 fueron evaluadas con puntaje 2.0, ya que la investigación evidenció una inversión en camiones autónomos adquiridos por CODELCO lo cual demuestra el interés del gobierno por probar nuevas tecnologías.

La dimensión 2, *Departamento VA dentro del ministerio de transporte del gobierno* el puntaje se distribuyó de la siguiente forma; si la responsabilidad se diluye a través de un gran número de entidades gubernamentales, se le asigna baja calificación; si la responsabilidad se le asigna a una entidad ya existente obtiene una calificación media, por el contrario, obtendrá alta calificación si se crea una entidad para VA o tecnología e innovación con responsabilidad exclusiva.

En esta dimensión Chile obtiene puntaje 2.0 principalmente por la creación del nuevo ministerio de ciencia, tecnología, conocimiento e innovación el cual podría en un futuro ser el encargado de guiar esta área.

La dimensión *Capacidad del gobierno* se obtuvo de una investigación realizada por KPMG titulada “KPMG’s Change Readiness Index” (KPMG, 2017c).

Las dimensiones *Eficacia de los cuerpos legislativos* y *Eficiencia del sistema legal en regulaciones desafiantes* ambas fueron extraídas del documento “Network Readiness Index” elaborado por el Foro Económico Mundial (FEM, 2016) y para la evaluación Chile 2018, estas variables fueron obtenidas desde la versión 2017 del mismo documento (FEM, 2018).

Los datos para el pilar de **Tecnología e Innovación** se subdividen en las dimensiones:

1. Industrias Socias,
2. Investigación y Desarrollo de centros de VA (I & D de centros de VA),
3. Compañías de VA por millones de personas,
4. Patentes relacionadas a VA por millón de personas,
5. Total de inversiones por millón de personas,
6. Cuota de mercado de automóviles eléctricos,
7. Presencia de Uber en el mercado,
8. Disponibilidad de la última tecnología y
9. Capacidad de innovación.

Las dimensiones 1 y 2 pueden obtener puntajes entre 0.0 y 7.0 y la información se obtuvo de una revisión de la cobertura de noticias de medios locales y mundiales, de consultorías y de blogs mantenidos por expertos de la industria de VA.

Las dimensiones *compañías de VA por millones de personas* se basó en un listado de compañías relacionadas a vehículos autónomos publicada por Visión System Intelligence (VSI, 2016) y Comet Labs (COMETLABS, 2016). Los valores fueron escalados según la población nacional.

En el caso de Chile, esta dimensión se evaluó con puntaje 0, ya que no hay información referente a la existencia de compañías de VA.

Patentes relacionadas a VA: Número de patentes por país obtenido desde Autonomous Car-Control Mechanism, Patent Insight Pro (ACCM, 2016). Los valores fueron escalados según la población nacional.

En esta dimensión, Chile obtiene puntaje 0, ya que no hay información relacionadas a patentes otorgadas para este tipo de tecnología.

Total de Inversiones: Número de inversiones por país, obtenido de “Gauging investment in self-driving cars” (Cameron, F. y Karsten, J., 2017). Los valores fueron escalados según la población nacional.

No existe inversión para Chile, por ello el puntaje asignado es 0.

Cuota de mercado de vehículos eléctricos: La información de la mayoría de los países fue extraída desde “Global EV Outlook 2017” Agencia Internacional de Energía. (AIE, 2017, 51) La información de otros países fue obtenido de consultoría e informes de medios.

Específicamente, para calcular la cuota de mercado de automóviles eléctricos en Chile, se utilizó la información proporcionada por el documento *Chile acelera en la ruta eléctrica*,

donde se especifica la cantidad de vehículos eléctricos vendidos el año 2017 y 2018 (DF, 2018, Julio 31). Con esta información se calcula la proporción de vehículos según cantidad de habitantes (información de habitantes según Censo 2017).

Presencia de Uber en el mercado: Para conocer la presencia de Uber en el mercado se obtuvo la proporción de presencia de Uber en cada ciudad según la población total nacional. El número de habitantes de las ciudades fueron obtenidas de la aplicación Urban World del McKinsey Global Institute .

En el caso de Chile, la proporción se calculó considerando las ciudades en las cuales está presente Uber. Para Chile 2017 Uber estaba presente en las ciudades de Arica, Iquique Calama, Antofagasta, Copiapó, Ovalle, La Serena, Coquimbo, Santiago, Valparaíso, Viña del Mar, Valdivia, Rancagua, Talca, Concepción Temuco, Puerto Montt, Osorno, Punta Arenas (UBER, 2017), para la cantidad de habitantes se utilizaron los datos proporcionados por el último Censo del año 2017. (Anexo 2- Tabla N° 1).

Para Chile año 2018 Uber se encuentra presente en todo Chile (UBER, 2018), por lo tanto, se considera un 100% de presencia.

Anexo 2 - Tabla N° 1: Presencia de Uber en territorio Chileno año 2017

Zona Norte	Arica	Iquique	Calama	Antofagasta	Copiapó	Ovalle	La Serena	Coquimbo	Total Zona Norte
Población	226.068	299.843	165.731	361.873	153.937	111.272	221.054	227.730	1.767,508
Zona Centro	Santiago		Valparaíso			Viña del Mar			Total Zona Centro
Población	7.112.808		296.655			334.248			7.743,711
Zona Sur	Valdivia	Rancagua	Talca	Concepción	Temuco	Puerto Montt	Osorno	Punta Arenas	Total Zona Sur
Población	166.080	241.774	220.357	223.574	282.415	245.902	161.460	131.592	1.673.154
Total Zona Norte + Centro+ Sur									11.673.154
Total Nacional: (CENSO 2017)									17.114.000
Presencia de Uber en Chile									0.682

Fuente: Elaboración propia

Las variable *Disponibilidad de la última tecnología y Capacidad de innovación* fueron extraídas desde el documento Networked Readiness Index del Foro Económico Mundial. (FEM, 2016). Para el análisis de Chile 2018 se utilizó Networked Readiness Index 2017 (FEM, 2018)

El Pilar de Infraestructura, el que a su vez se compone de 6 sub-dimensiones.

- 5.1. Densidad de estaciones de carga de vehículos eléctricos cada 100 km
- 5.2. Índice de Conectividad global de GSMA
- 5.3. Cobertura 4G
- 5.4. Calidad de las carreteras
- 5.5. Puntaje en Infraestructura LPI
- 5.6. Infraestructura Tecnológica

La información para la dimensión *Densidad de estaciones de carga de vehículos eléctricos cada 100 km*, fue extraída desde ‘Global EV Outlook 2017’ (AEI, 2017). Datos de otros países fueron obtenidos a través de consultorías y reportes de medios. Los valores fueron escalados según la longitud de carreteras pavimentadas en cada país según Worl Factbook de la CIA (CIA, 2018).

En el caso de Chile 2017, la información de la cantidad de electrolinerías se obtuvo desde (BioBio, 2017). Para el análisis de Chile 2018 la información proviene desde (ENEL, 2018). La longitud de carreteras pavimentadas fueron obtenidas desde (CIA, 2018). En el caso de Chile, éste cuenta con 18,119 Km de carreteras pavimentadas.

Índice de Conectividad global de GSMA para Infraestructura: Los datos fueron extraídos desde GSMA. (GSMA, 2018).

Cobertura 4G: Los datos fueron extraídos desde “*The State of LTE*” versión 2017 (OpenSignal, 2017). Para realizar el análisis de Chile 2018, los datos fueron consultados desde “*The State of LTE*” versión 2018 (OpenSignal, 2018).

Calidad de las carreteras: datos obtenidos desde Global Economic Index. (FEM, 2017)

Puntaje en Infraestructura LPI: Extraído desde World Bank’s Logistic Performance Index (TWB, 2016). Para el análisis Chile 2018 se utilizó la versión 2018 de este mismo índice (TWB, 2018).

Infraestructura Tecnológica: Información extraída desde KPMG’s *Change Readiness Index* technology infrastructure and infrastructure (KPMG, 2017c).

El pilar 4 de **Aceptación Social** se subdivide a su vez en 4 dimensiones:

- 5.1. Poblaciones que viven en zonas de prueba
- 5.2. Datos de encuestas de consumidores sobre la aceptación de AV
- 5.3. Uso de las tecnologías por las personas y la sociedad civil
- 5.4. Preparación Tecnológica

Poblaciones que viven en zonas de prueba, información obtenida desde ‘Initiative on cities and autonomous vehicles’ (The Aspen Institute y Bloomberg Philanthropies 2018). En el caso específico de Chile, éste fue evaluado con puntaje 0 debido a que no existen aún zonas de prueba para esta tecnología.

Datos de encuestas de consumidores sobre la aceptación de AV: Esta información fue extraída desde encuestas realizadas por Boston Consulting Group for the World Economic Forum (FEM, 2015) y por Cisco Technology (CISCO, 2013). Para aquellos países en los cuales no hay información disponible como es el caso de Chile, se utilizó el promedio mundial. (CISCO, 2013).

Uso de las tecnologías por las personas y la sociedad civil: Información obtenida desde (KPMG3, 2017).

Preparación Tecnológica: Se obtuvo desde World Economic Forum’s Global Competiveness Index (FEM, 2017).